

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE NIVEL EN EL EMBALSE
DE BOCAS Y ELABORACIÓN DE PROPUESTA PARA ESTABLECER
COMUNICACIÓN ENTRE LA REPRESA Y LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE
PALMAS. (PROPIEDAD DE LA ELECTRIFICADORA DE SANTANDER ESSA)**

AURA MILENA CARVAJAL PABÓN

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2006

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE NIVEL EN EL EMBALSE
DE BOCAS Y ELABORACIÓN DE PROPUESTA PARA ESTABLECER
COMUNICACIÓN ENTRE LA REPRESA Y LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE
PALMAS. (PROPIEDAD DE LA ELECTRIFICADORA DE SANTANDER ESSA).**

AURA MILENA CARVAJAL PABÓN

**Trabajo para optar el título de
INGENIERO ELECTRÓNICO**

Director:

Ing. José Alejandro Amaya Palacio

Tutor:

Ing. Alfredo Valle Sosa

Electrificadora de Santander S.A.E.S.P.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2006**

DEDICATORIA

Doy infinitas gracias a Dios por el camino recorrido.
A mi madre y hermanas quienes siempre me apoyaron y confiaron en mí.

A mis tías quienes aportaron su granito de arena para mí
Formación personal y académica.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la Electrificadora de Santander y en especial al cuerpo de trabajo de la Unidad de Plantas Palenque, por permitirme complementar mi aprendizaje a través de la práctica; quienes siempre me brindaron su orientación y experiencia. De igual forma a mi director de proyecto el Ingeniero José Alejandro Amaya Palacio por su constante dedicación y colaboración en la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. PROCESO GENERAL DE GENERACIÓN HIDRÁULICA	3
1.1 OPERACIÓN DE LA PLANTA.....	3
1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA GENERACIÓN HIDRÁULICA.....	5
1.3 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE LA PLANTA	14
1.4 PANORAMA DEL SISTEMA DE GENERACIÓN HIDRÁULICA ANTES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	17
2. CARACTERIZACIÓN DEL SENSOR ULTRASÓNICO SITRANS Probe LU Y DEL VISIÓN OPLC	19
A continuación se realiza una descripción de las especificaciones técnicas y de calibración para la puesta en marcha del sensor ultrasónico <i>SITRANS Probe LU</i> al igual especificaciones técnicas del Controlador Lógico Programable <i>VISIÓN OPLC</i>	
2.1 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR ULTRASÓNICO (SITRANS Probe LU)	19
2.1.1 Especificaciones de temperatura y operación.....	20
2.1.2 Modos de visualización:	21
2.1.3 Parámetros de calibración del equipo	24
2.1.4 Puesta en Marcha	27
2.2 INTRODUCCIÓN DEL VISION OPLC.....	30
2.2.1 Especificaciones eléctricas del equipo (<i>VISION 280</i>)	31
2.2.2 Especificaciones para el PLC del equipo (<i>VISION 280</i>).....	32
2.2.3 Especificaciones técnicas <i>HMI</i> (Interfaz Hombre Máquina).....	32
2.2.4 Especificaciones técnicas del modulo <i>Snap – in V200-18-E1B</i>	33
3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO EN EL EMBALSE DE BOCAS	36
3.1 ¿POR QUÉ UTILIZAR SENSOR ULTRASÓNICO?.....	36
3.2 PARÁMETROS DE CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES.....	37
3.3 INSTALACIÓN OPLC.....	40

3.4 CABLE Y TUBERÍA UTILIZADA	42
3.5 FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA EN PRESENCIA DE ALARMA	43
3.6 PRUEBAS FINALES	47
3.6.1 Corrientes de salida Represa - Desarenador (CS): A continuación se obtienen los valores de las corrientes de salida en cada uno de las variables de ajuste que corresponden a cada una de las alarmas de nivel	48
3.7 PRESENTACIÓN FINAL	50
4. PROPUESTA PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE LA REPRESA Y LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PALMAS	53
4.1 PANORAMA ACTUAL	53
4.2 PROPUESTA ENLACE DE COMUNICACIÓN	54
4.2.1 PROPUESTA # 1 (<i>SISTEMAS DIGITALES</i>)	54
4.2.2 PROPUESTA # 2 (<i>TECHLAN SOLUTIONS LTDA</i>)	59
4.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES IMPLICADAS EN EL PROYECTO	63
4.4 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA DE COMUNICACIONES	64
5. CONCLUSIONES	69
6. RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema Hidráulico	5
Figura 2. Represa.....	6
Figura 3. Desarenador	8
Figura 4: Desarenador	8
Figura 5. Válvula de Regulación de la entrada de agua a las Turbogeneradoras	10
Figura 6. Tubería de Carga	11
Figura 7. Llegada de la Tubería de presión a la Casa de Máquinas.....	12
Figura 8. Unidades Turbogeneradoras	13
Figura 9. Control de Máquinas	13
Figura 10. Diagrama de operación de la planta	15
Figura 11. Señalización para medir nivel en la Represa	17
Figura 12. Efectos Avalancha (Represa)	18
Figura 13. Sensor <i>SITRANS Probe LU</i>	19
Figura 14. Configuración del sensor.....	20
Figura 15. Pantalla de Visualización del Sensor en modo <i>PROGRAM</i>	21
Figura 16. Pantalla de Visualización del Sensor <i>SITRANS Probe LU</i> en modo <i>RUN</i>	22
Figura 17. Grafico Calibrador de mano del Sensor <i>SITRANS Probe LU</i>	23
Figura 18. Pantalla para visualizar un parámetro.....	25
Figura 19. Pantalla reinicialización	27
Figura 20. Pantalla reinicialización efectuada	27
Figura 21. Salida analógica funcionamiento en modo Nivel, Espacio, distancia.....	28
Figura 22. Configuración del Nivel	30
Figura 23. Foto <i>Vision 280 Unitronics</i>	31
Figura 24. Cableado del PLC (parte posterior).....	40
Figura 25. Parte frontal.....	41
Figura 26. Panel de alarmas	41
Figura 27. Pantalla de ajuste alarma bajo nivel Represa Bocas	44
Figura 28. Pantalla de ajuste alarma Niveles Alto y Alto – Alto Represa Bocas	45

Figura 29. Pantalla de ajuste alarma Nivel mínimo Desarenador	45
Figura 30. Pantalla de ajuste alarma Niveles Alto y Alto – Alto Desarenador.....	46
Figura 31. Grafica medidas teóricas Vs Medidas experimentales	48
Figura 32. Pantalla Visualización del Nivel (<i>Display Vision 280</i>).....	50
Figura 33. Ubicación Sensor Represa Bocas.....	51
Figura 34. Ubicación sensor en el Desarenador	52
Figura 35. Bosquejo Ubicación Puntos Línea de Vista	55
Figura 36. Diagrama de Ubicación de los <i>Access Point</i>	59
Figura 37. Foto (CISCO AIRONET 1400 SERIES WIRELESS BRIDGE).....	61
Figura 38. Cisco <i>Aironet Power Injector</i>	61
Figura 39. Kit para instalación <i>Access Point</i>	62
Figura 40. (CISCO AIRONET 1300 OUTDOOR ACCESS POINT/ BRIDGE).....	62
Figura 41. Cisco <i>Aironet Power Injector</i>	63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción y función de teclado.....	23
Tabla 2. Seguridad para el <i>SITRANS Probe LU</i>	24
Tabla 3. Seleccionar idioma <i>SITRANS Probe LU</i>	27
Tabla 4. Tipo de variables	28
Tabla 5. Descripción para programar el tiempo de respuesta del Sensor	29
Tabla 6. Descripción para seleccionar la unidad de medida	29
Tabla 7. Ajustar el nivel de vacío.....	29
Tabla 8. Ajustar rango de medida	30
Tabla 9. Entradas digitales del modulo <i>Snap – in V200-18-E1B</i>	33
Tabla 10. Salidas de relés del modulo <i>Snap – in V200-18-E1B</i>	34
Tabla 11. Salidas de transistor relés del modulo <i>Snap – in V200-18-E1B</i>	34
Tabla 12. Entradas análogas del modulo <i>Snap – in V200-18-E1B</i>	35
Tabla 13. Tabla Calibración Sensores	37
Tabla 14. Medidas teóricas vs experimentales (Sensor <i>SITRANS Probe LU</i>).....	47
Tabla 15. Detalle de los equipos a utilizar.....	66
Tabla 16. Valor Total Propuesta <i>SISTEMAS DIGITALES</i>	67
Tabla 17. Valor Total Propuesta <i>TECHLAN SOLUTIONS LTDA</i>	68

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS A. ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A.E.S.P	75
ANEXOS B. PROGRAMA PLC Visilogic setup V4.6 (ALARMAS DE NIVEL).....	81
ANEXOS C. COMANDOS DEL PROGRAMA.....	106
ANEXOS D. UPLOAD / DOWNLOAD PROGRAMA	109
ANEXOS E. DESBLOQUEAR EL SENSOR SITRANS Probé LU	113

RESUMEN

TITULO:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE NIVEL EN EL EMBALSE DE BOCAS Y ELABORACIÓN DE PROPUESTA PARA ESTABLECER COMUNICACIÓN ENTRE LA REPRESA Y LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PALMAS. (PROPIEDAD DE LA ELECTRIFICADORA DE SANTANDER ESSA)*

AUTOR:

Aura Milena Carvajal Pabón**

PALABRAS CLAVES-- Sensores Ultrasónicos, PLC, HMI (Interfaz Hombre Máquina), comunicación inalámbrica.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO:

El trabajo de grado consistió en Supervisar continuamente el nivel de agua en el Embalse de Bocas (Propiedad de la Electrificadora de Santander), a través de un sistema de Monitoreo, y en la elaboración de una propuesta para establecer comunicación entre la represa y la Central Hidroeléctrica de Palmas. Para la Empresa el implemento de nuevas tecnologías trae consigo el mejoramiento significativo en los niveles de producción; todo esto con el fin de establecer acciones inmediatas por cambios abruptos del nivel del agua y dar solución al problema actual de comunicación con el fin de obtener una coordinación operativa sin problemas entre represa y casa máquinas.

En la ejecución del proyecto se instalaron cada uno de los Sensores Ultrasónicos junto al PLC en la sala de control logrando a través de pruebas constatar el buen funcionamiento de los equipos, obteniendo un bajo porcentaje de error y la ratificación de las alarmas proporcionadas por el PLC. En la segunda parte del proyecto se buscaron y estudiaron alternativas de comunicación que se ajustaran a la topografía del sector y se llegó a la conclusión que la comunicación inalámbrica utilizando puntos de acceso era la mejor opción, para tal fin se evaluó financieramente la propuesta a presentar.

Con el sistema de monitoreo se logro mejorar el proceso de Generación Hidroeléctrica, además se logro corroborar el buen funcionamiento de los equipos implementados. Ya que la empresa actualmente invirtió en los equipos de monitoreo se llegó a la conclusión, que el sistema de comunicación primordialmente este se basara en el envío de datos con el fin de obtener la información en tiempo real del PLC en la central hidroeléctrica de palmas, de manera que los operadores actúen oportunamente ante cualquier acontecimiento que pueda traer consecuencias irreparables en Casa Maquinas.

* Trabajo de Grado Modalidad Practica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas, Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones, Director: José Alejandro Amaya Palacio

ABSTRACT

TITLE:

IMPLEMENTATION OF A SYSTEM OF MONITOREO OF LEVEL IN THE DAM OF BOCAS AND ELABORATION OF PROPOSAL TO CONTACT BETWEEN THE DAM AND THE HYDROELECTRIC POWER STATION OF PALMAS. (PROPERTY OF THE ELECTRIFICADORA OF SANTANDER)¹

AUTHOR:

Aura Milena Carvajal Pabón**

KEY WORDS-- Ultrasonic Sensors, PLC, HMI (Interface Man Machine), wireless communication.

CONTENT DESCRIPCION:

The work of degree consisted of continuously Supervising the water level in Embalse de Bocas (Property of the Electrificadora of Santander), through a monitoring system, in the elaboration of a proposal to contact between the dam and the Hydroelectric Power station the palmas. Implementing these new technologies by the Company brings the significant improvement in the production levels; all this with the purpose of establishing immediate actions by steep changes of the level of the water and giving solution to the present problem of communication with the purpose of obtaining an operative coordination without problems between dam and Casa Maquinas.

In the execution of the project were settled each one of the Ultrasonic Sensors next to the PLC in the control room obtaining through this tests the good operation of the equipment, being obtained a low percentage of error and the ratification of the alarms provided by the PLC. In the second part of the project communication alternatives looked for and studied that adjusted to the topography of the sector and it reached the conclusion that the wireless communication using joining points was the best option, for such aim evaluated the proposal financially to display.

With the monitoring system profit to improve the process of Hydroelectric Generation, in addition profit to corroborate the good operation of the implemented equipment. Since the company at the moment invested in the monitoreo equipment reached the conclusion, that the communication system fundamentally this was based on the shipment of data with the purpose of obtaining the data in real time of the PLC in the palmas hydroelectric power station, so that the operators act opportunely before any event that can bring irreparable consequences in Casa Maquinas.

¹ work of degree

** Physical-Mechanical Faculty School of Engineering Electrical, Electronics and Telecommunications. Adviser: José Alejandro Amaya Palacio

INTRODUCCIÓN

La implementación de nuevas tecnologías en procesos productivos, principalmente los de tipo industrial traen consigo un mejoramiento significativo en los niveles de productividad de las empresas, esto junto a los efectivos y robustos sistemas de comunicación existentes en el mercado indiscutiblemente permiten que estas sean más competitivas y estables.

En este informe de trabajo de grado se presentará un ejemplo de ello, ya que se automatizó la monitorización del nivel de agua en la Represa de Bocas (*Propiedad de la Electrificadora de Santander S.A.E.S.P.*) implementado sensores junto a un PLC encargado de controlar el proceso a través de la lógica programable y una propuesta para mejorar el sistema de comunicación actual.

En el primer capítulo se describe el proceso general de generación hidráulica junto al panorama del antiguo sistema para supervisar el nivel de la represa.

En el segundo capítulo se caracterizan los equipos utilizados: Sensor Ultrasónico (*SITRANS Probe LU*), y el PLC (*Vision OPLC*) *Graphic Operator Panel & Programmable Logic Controller*.

Teniendo una breve documentación del proceso y especificaciones funcionales de los equipos, el tercer capítulo contempla una descripción de la puesta en marcha del sistema de monitorización de nivel en el embalse de *Bocas* junto a las pruebas realizadas con el fin de evaluar el desempeño de los equipos.

En el cuarto capítulo se explica detalladamente el sistema de comunicación seleccionado, su análisis financiero y las características ambientales implicadas en la elaboración del proyecto.

En la parte final del documento se encuentran las conclusiones y recomendaciones con base en los objetivos planteados; para complementar el documento se tienen los anexos en donde se detallarán algunos ítems con el fin de ampliar los conceptos planteados en el trabajo.

1. PROCESO GENERAL DE GENERACIÓN HIDRÁULICA

En este capítulo se presenta una descripción del proceso de generación de energía eléctrica por parte de la Electrificadora de Santander en la Central Hidroeléctrica de Palmas y el panorama antiguamente utilizado para supervisar el nivel en el embalse.

1.1 OPERACIÓN DE LA PLANTA

El proceso se inicia en la bocatoma cuando el agua tomada de su fuente natural y pasando por las compuertas se dirige del canal de conducción hacia el tanque de presión. En su recorrido, esta se filtra continuamente por medio de un sistema de rejillas metálicas antes de que se deposite en el tanque desarenador. Ya en éste se elimina la sedimentación proveniente del río. El desarenador está provisto de dos cámaras que pueden cerrarse independientemente permitiendo la limpieza sin necesidad de interrumpir la marcha de la central.

Luego, por medio de la línea de presión, se hace caer el agua hacia los turbogeneradores en la *Casa Máquinas* realizando un cambio de energía potencial por energía cinética. Este cambio es el que se va a aprovechar para convertir la energía cinética en energía mecánica capaz de mover la turbina y por ende el eje del generador. El agua que baja por los canales de presión se controla por medio de la válvula de entrada de agua con la que se regula el paso hacia la *Maquina Hidráulica Generadora*. Dependiendo del tipo de turbina, el agua entra horizontal o verticalmente. La turbina de las máquinas puede ser de tipo *Pelton, Francis horizontal y doble espiral*.*

* Manual de Procedimientos Generación Hidráulica ESSA.

Cuando el agua hace girar el rodete, se produce la rotación del eje de la turbina la cual está conectada al eje del generador. Esto hace que se realice la generación de la energía eléctrica, la cual se dirige por medio de unas líneas de transmisión eléctricas hacia las subestaciones correspondientes.

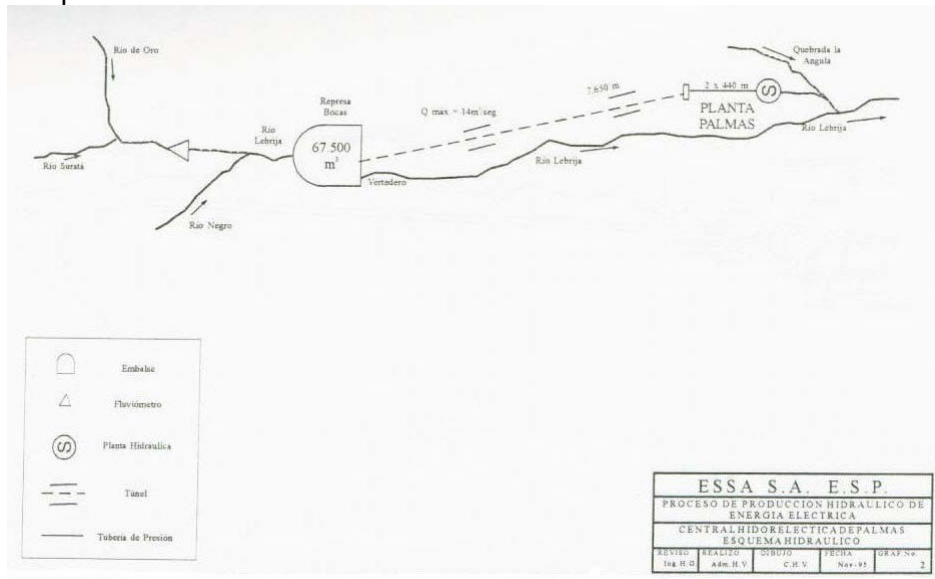
En el momento de arrancar la unidad, se abre la válvula de presión de agua y se regula el agua ya sea por medio de agujas o de *álabas*. Luego, se abre el volante que controla el regulador de aceite para dejarlo en mando manual. Cuando se han superado las condiciones de arranque, el regulador pasa a mando automático.

Cuando la máquina turbo-generadora empieza a generar energía eléctrica se sincroniza con el sistema nacional por medio de la revisión de la frecuencia y el voltaje de la máquina frente a las características del sistema nacional.

Cuenta con un túnel de carga de 7.646 m y dos tuberías forzadas de 440 m, la primera etapa entró en operación en febrero de 1954 con dos unidades generadoras, la segunda etapa entró en 1960. Cuenta con cuatro unidades de 4.5 Mw para una potencia total instalada de 18 Mw y una potencia efectiva neta de 14 Mw.

Para sacar la máquina de servicio se cierran gradualmente las válvulas disminuyendo la entrada del agua a la rueda hasta que se establezcan las condiciones y se saca la máquina de sincronismo. Se cierra la válvula del regulador que controla la presión del aceite, haciendo que la máquina siga trabajando en vacío hasta que la velocidad llega a cero.

Figura 1: Esquema Hidráulico



Fuente: Manual de Procedimientos (Generación Hidráulica ESSA)

1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA GENERACIÓN HIDRÁULICA

▪ Represa.

Tiene como función represar el agua para aumentar su nivel, obligándola a entrar a un canal de desviación (Túnel).

La represa fue construida en el año 1950 y es una represa de gravedad en concreto de eje recto del tipo vertedero, equipada con una compuerta del tipo “Flap-Gate” de 29 metros de largo y 2.5 metros de alto con mecanismo de operación a base de contrapesos y su posición puede ser controlada hidráulicamente. La represa tiene una altura de 15 metros y sirve para desviar el agua de un túnel hacia la casa de máquinas, con un nivel de agua a la cota de 515 metros y tiene un área de 67.300 m².

La represa está conformada por un Dique Transversal que a su vez está compuesto por cuatro compuertas de fondo y un regulador de nivel de embalse (Compuerta basculante).

Figura 2. Represa



Fuente: Autor del proyecto.

- **Compuertas de Fondo.**

La represa tiene 4 compuertas de fondo verticales, tipo deslizante y de forma rectangular de 3m x 2m, cuyo mecanismo eléctrico acciona un reductor de velocidad que abre o cierra cada compuerta en un lapso de 40 minutos aproximadamente.

- **Regulador de Nivel de Embalse.**

Su función es variar o mantener el nivel de embalse por cualquier circunstancia y se compone básicamente por una compuerta basculante del tipo FLAP - GATE de 30 metros de longitud y 2.50m de alto, que atraviesa parte del embalse y dos pilas una izquierda y una derecha.

El ensamble para regulación horaria tiene una capacidad total de 185.000 m³, con un volumen neto aprovechable de 140.000 m³, aproximadamente, calculado sobre la base de un factor medio de carga de 0,60.

- **Captación.**

La captación del agua del embalse está localizada sobre el margen izquierdo de la presa de desviación y se hace a través de dos rejillas metálicas, éstas rejillas se obstruyen frecuentemente por lo que hay que realizar la limpieza con equipos electromecánicos.

- **Desarenador.**

Es un depósito de dimensiones adecuadas para producir la decantación de arena y otros elementos extraños que puedan ser arrastrados en el conducto que ocasionaría daños en la turbina. Este es lo bastante ancho y profundo para que la velocidad del agua sea menor que el de arrastre de materiales, esta disminución de velocidad se obtiene por un ensanchamiento progresivo del depósito a partir de su embocadura, tanto en el sentido horizontal como en el sentido vertical. Además cuenta con una rejilla ubicada tanto a la entrada como a la salida del desarenador y un muro convexo que ayuda a la disminución de la velocidad y por consecuencia a la decantación de arena, expulsándola al cauce del río por un conducto interno adicional.

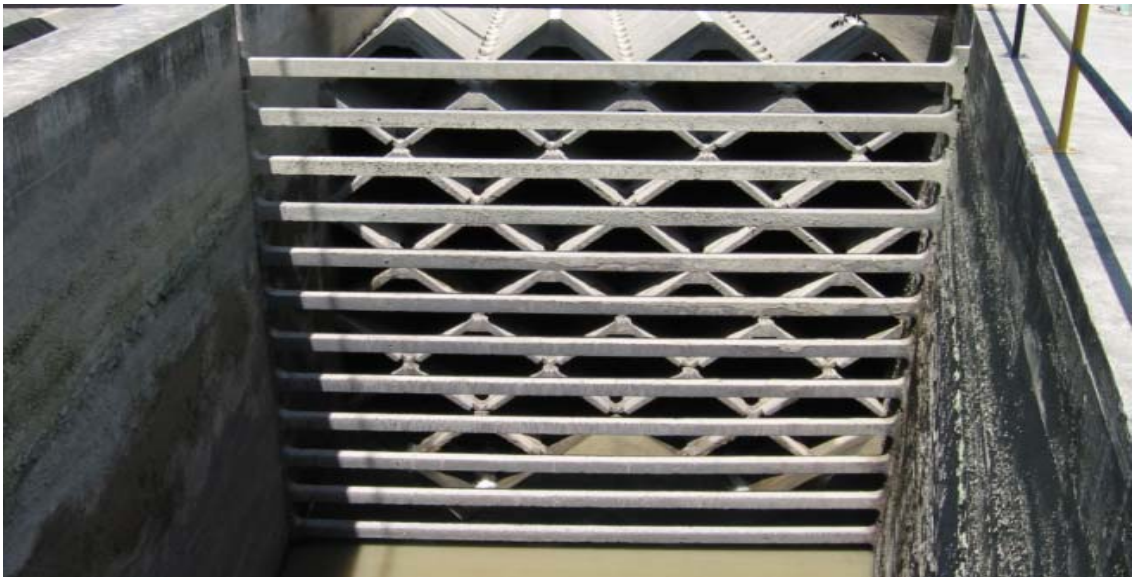
El desarenador en su parte inferior cuenta con dos grandes depósitos donde se acumula la arena y lodo por un tiempo determinado, la expulsión de arena y lodo se realiza periódicamente por un sistema que aprovecha la presión de agua, este sistema está compuesto por 24 tolvas que se comunican con el depósito de la parte inferior del desarenador ayudando por medio de su columna de agua a la expulsión de la mezcla agua - arena - lodo a través de 24 tubos los cuales van a 12 válvulas con su correspondiente control donde es expulsada al cauce del río.

Figura 3. Desarenador



Fuente: Autor del proyecto

Figura 4: Desarenador



Fuente: Autor del proyecto

- **Túnel.**

Es un conducto cerrado de sección circular encargado de transportar el agua desde la represa hasta la tubería a presión con un caudal de $14\text{m}^3/\text{seg}$. Cuenta con una abertura (respiradero) localizada en su parte inicial, el cual permite la salida o entrada de aire cuando se este llenando ó se vaya a vaciar respectivamente. A 7400 m en su parte superior donde se une con la almenara presenta una concavidad, cuya función es obstaculizar la onda de sobre presión producida por el golpe de ariete, obligándola a subir por el almenara y evitar que se siga propagando por el túnel donde se producirían grandes daños.

- **Almenara.**

Consiste en un pozo de capacidad adecuada unido al túnel en sus extremos inferior y abierto en el superior. Su función específica es amortiguar las sobre presiones o depresiones que se presentan en el agua debido al rechazo de carga por parte de la turbina o el cierre - apertura de alguna válvula de control u operación (Golpe de Ariete).

- **Casa de Válvulas.**

Es el sitio donde se presenta la división del túnel en dos tuberías a presión, además, se encuentran las válvulas destinadas para la operación, mantenimiento y protección de dichas tuberías, que tienen por objeto permitir o cortar el flujo del agua cada vez que sea necesario. Cada tubería a presión cuenta con un mecanismo contra la sobre velocidad del agua y cuatro válvulas discriminadas de la siguiente manera:

Dos válvulas *mariposas* (de guardia y de seguridad), cuya función principal es proteger y mantener la tubería de presión.

Una válvula *ventosa*, encargada de permitir la expulsión o admisión de aire cuando se va a llenar o vaciar la tubería respectivamente.

Una válvula *Bay-Pass* la cual es una válvula manual de compuerta deslizante que está instalada entre las dos válvulas mariposa por medio de un ducto auxiliar y cuya función es facilitar el llenado de la tubería de presión para evitar que el agua llegue con fuerza (debido a la pendiente de la tubería) al final de estos y pueda ocasionar rupturas o daños en la tubería.*

Figura 5. Válvula de Regulación de la entrada de agua a las Turbogeneradoras



Fuente: Autor del proyecto

- **Tubería a presión.**

Está compuesta por dos tubos de acero con sus respectivos anclajes y juntas de dilatación, con un caudal de $7\text{m}^3/\text{seg}$ cada uno, una longitud total de 440 metros. Su

* W. G. Holzbock. Instrumentación para medición y control .publicaciones C.E.C. s.a

función específica es transportar el agua a presión desde el final del túnel a la turbina, aprovechando la altura existente en el sistema de conducción (117m) transformándola en presión de agua, por esto la tubería debe estar diseñada para resistir estas presiones.

Figura 6. Tubería de Carga



Fuente: Manual de Procedimientos (Generación Hidráulica ESSA)

▪ **Casa de Máquinas.**

Es el lugar donde se encuentran los grupos mecánicos y eléctricos para la generación de energía eléctrica, así como la maquinaria auxiliar para su funcionamiento y operación.

Las partes que conforman la casa de máquinas son:

Válvula esférica y válvula de alivio (orificio compensador).

Cuatro unidades integradas con sus respectivas turbinas y generador.

Tablero de control general de las unidades.

Una planta auxiliar de generación de Diesel con su respectivo tablero de control.
Maquinaria auxiliar para el mantenimiento u operación de las unidades.

En la casa de máquinas cada tubería de presión se divide en dos ramales, cada uno con un caudal de $3,5 \text{ m}^3/\text{seg}$, alimentando a su respectiva unidad, que para su control y operación, cuenta con una válvula esférica y un orificio compensador o válvula de alivio para su protección.

Figura 7. Llegada de la Tubería de presión a la Casa de Máquinas



Fuente: Manual de Procedimientos (Generación Hidráulica ESSA)

Figura 8. Unidades Turbogeneradoras



Fuente: Autor del proyecto

Figura 9. Control de Máquinas



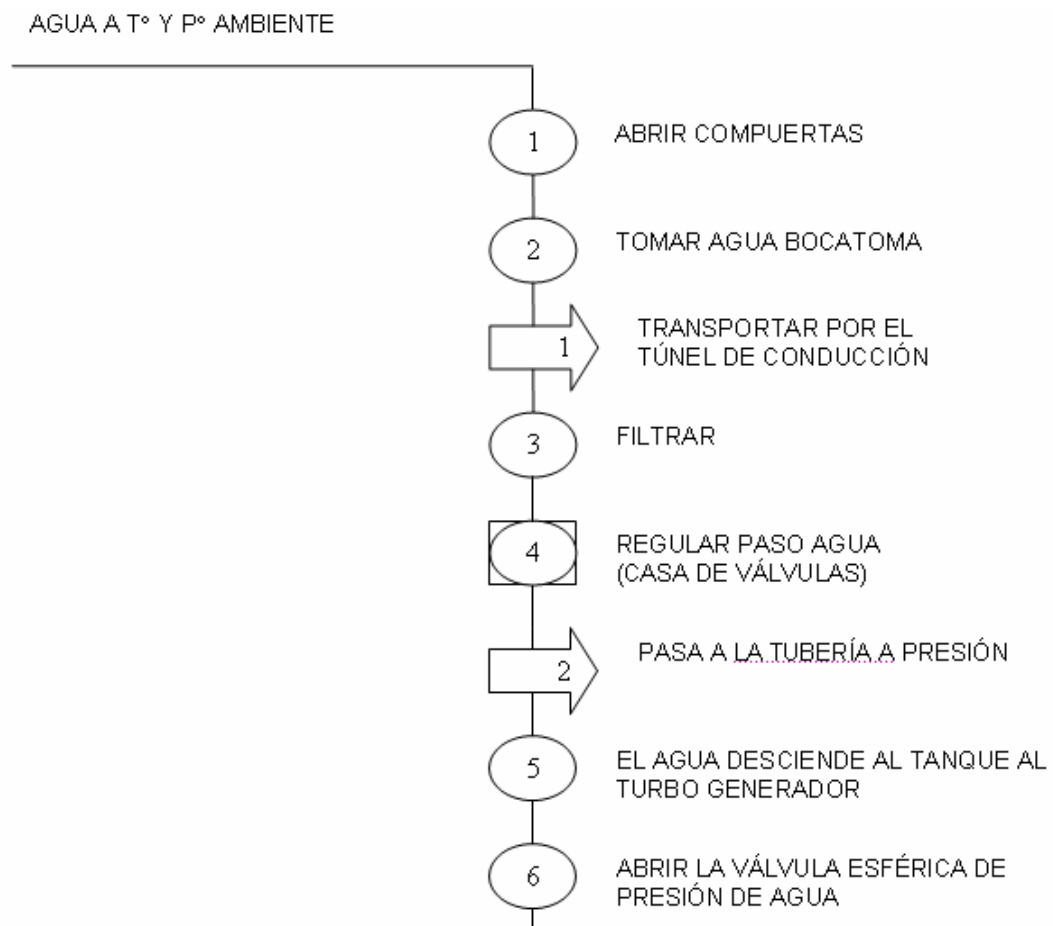
Fuente: Manual de Procedimientos (Generación Hidráulica ESSA)

1.3 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE LA PLANTA

- Abrir compuertas de la bocatoma para permitir el ingreso de agua por el túnel de conducción.
- Tomar agua bocatoma.
- Transportar el agua por el túnel de conducción hacia el tanque desarenador.
- Filtrar el agua circulante del canal de conducción por las rejillas con el fin de eliminar los desechos que trae provenientes del río.
- Regular el paso de agua hacia el grupo turbogenerador en la casa de válvulas.
- El agua pasa a la tubería de presión.
- El agua del tanque de presión desciende del tanque al turbogenerador por medio de los tubos de presión, lo anterior con el fin de realizar un intercambio de energía potencial por energía mecánica.
- Para permitir la entrada de agua se abre la válvula esférica de presión de agua graduando de acuerdo a la cantidad necesitada.
- Regular la entrada de agua.
- Graduar alabes para regular la entrada de agua a los rodetes de la turbina.
- Gracias a la presión de entrada del agua se efectúa el giro del rodete de la turbina con lo cual se gira el eje del generador.
- Abrir volante del regulador para dejarlo en modo manual.

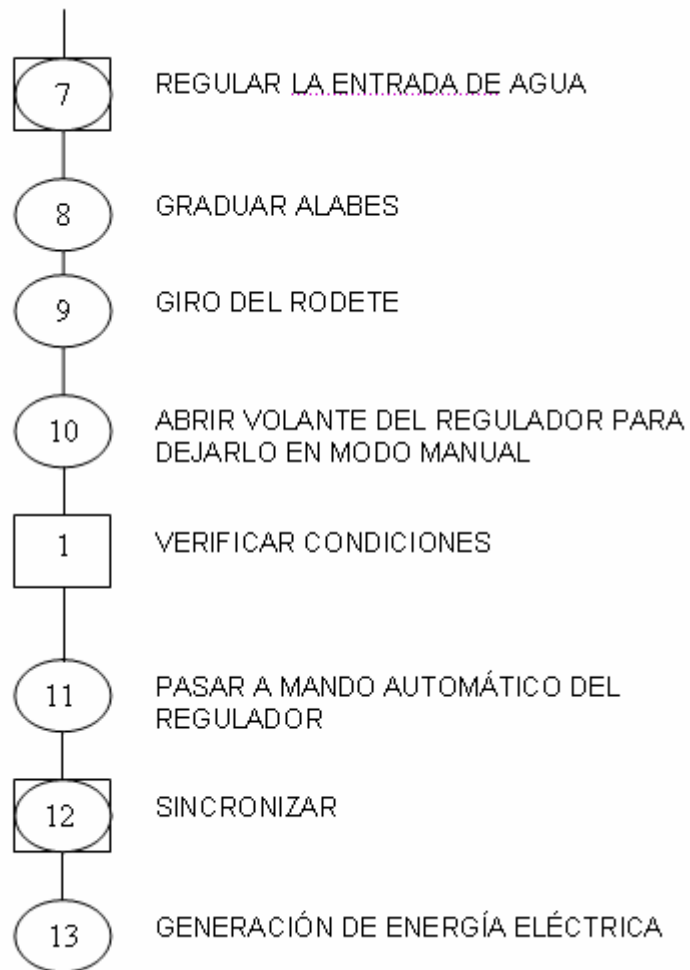
- Verificar las condiciones de estabilidad de la máquina.
- Cuando el turbogenerador ha conseguido las condiciones indicadas se pasa a mando automático del regulador.
- Sincronizar la frecuencia y el voltaje de la máquina con las del sistema nacional.
- Generación de energía eléctrica.

Figura 10. Diagrama de operación de la planta



Continúa....

....Viene

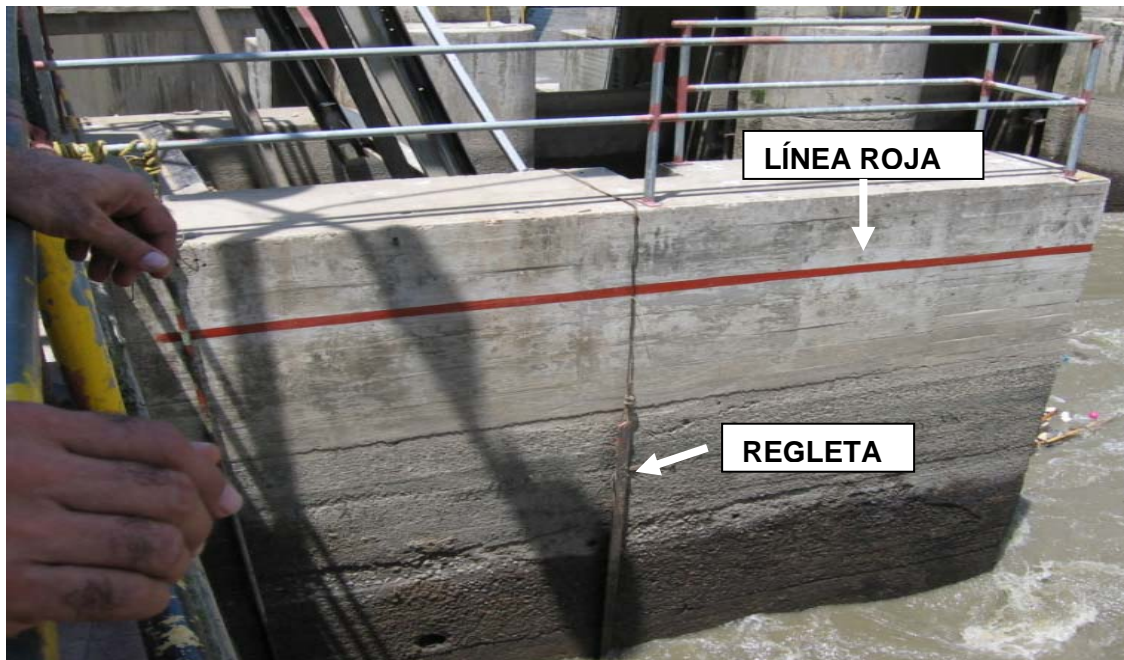


Fuente: Autor del Proyecto

1.4 PANORAMA DEL SISTEMA DE GENERACIÓN HIDRÁULICA ANTES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Antiguamente para supervisar el nivel de la represa se hacía por medio de una regleta, esta se encontraba en un lugar visible para que el operador fácilmente tomara datos cada hora y de acuerdo a la medida correspondiente saber si el embalse se encontraba en un alto o bajo nivel, de igual manera se contaba con una señalización de alarma de máximo nivel representada por una línea roja, que indicaba que si el nivel sobrepasaba esta línea se tenían que tomar medidas de protección al respecto para evitar daños; en la siguiente gráfica se observa lo mencionado anteriormente.

Figura 11. Señalización para medir nivel en la Represa



Fuente: Autor del Proyecto

En segunda instancia la Electrificadora en busca del mejoramiento, adquirió hace seis años sensores ultrasónicos para medir el nivel en el embalse, cuya supervisión se realizaba manualmente. Debido a las constantes lluvias en febrero del año 2005, el caudal de los ríos que abastecen la represa aumentó tanto, que produjeron el daño de las

instalaciones, perjudicándose consigo los implementos y equipos con los que se contaba en la misma; en la foto se observa los efectos de la avalancha.

Figura 12. Efectos Avalancha (Represa)



Fuente: Operadores de la Represa

En cuanto al panorama del sistema de comunicaciones actualmente se tienen problemas para comunicar la sala de control de la represa de Bocas con la Central Hidroeléctrica de Palmas, debido a que el sistema de comunicación vigente presenta fallas continuamente, dado que su transmisión es por cable físico en zona rural, y en condiciones de tormenta esa comunicación se pierde siendo esta condición la más crítica dentro de la coordinación operativa entre represa y casa máquina.

2. CARACTERIZACIÓN DEL SENSOR ULTRASÓNICO SITRANS Probe LU Y DEL VISIÓN OPLC

A continuación se realiza una descripción de las especificaciones técnicas y de calibración para la puesta en marcha del sensor ultrasónico *SITRANS Probe LU* al igual especificaciones técnicas del Controlador Lógico Programable *VISIÓN OPLC*

2.1 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR ULTRASÓNICO (SITRANS Probe LU)

SITRANS Probe LU es un sistema diseñado para la medición continua de nivel implementado con técnicas ultrasónicas avanzadas. El sistema combina una electrónica conectada a un transductor y la conexión al proceso. Su diseño permite la utilización en una extensa gama de industrias y aplicaciones con sustancias químicas corrosivas.

Figura 13. Sensor *SITRANS Probe LU*



Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

El transductor ultrasónico está provisto de un sensor de temperatura para compensar variaciones de temperatura en la aplicación. Su modo de operación es en el modo difuso,

en el cual el mismo sensor emite la onda de sonido y luego escucha el eco que rebota de un objeto.*

Su zona ciega es de 0,25 m, esta zona es de protección al equipo, este tamaño depende de la frecuencia del transductor. El equipo internamente en la calibración tiene en cuenta esta medida.

2.1.1 Especificaciones de temperatura y operación.

- **Temperatura ambiente**

-40 a 80 °C (- 40 a 176° F)

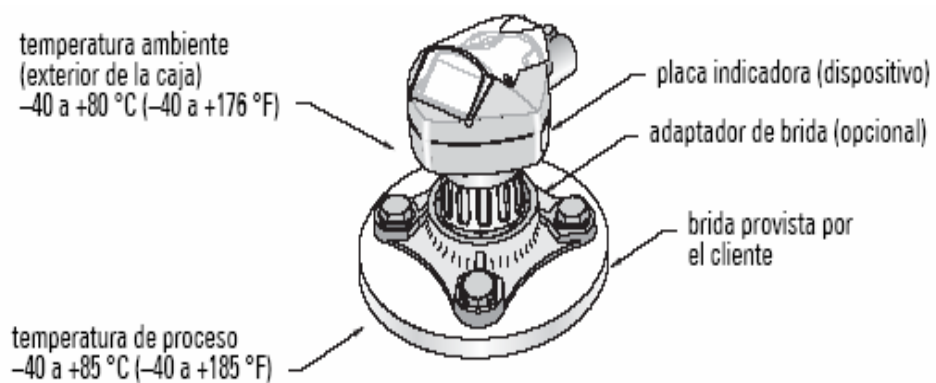
- **Alimentación eléctrica:**

24VCC nominal, 550 Ohmios máximo

Máximo 30 VCC

4 – 20 mA out

Figura 14. Configuración del sensor



Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

* CREUS Antonio, Instrumentación Industrial. 6 Edición, AlfaOmega .2001 Bogota. 750pag

2.1.2 Modos de visualización: La pantalla de cristal líquido incorporada en el sensor, permite mostrar los tipos de operación del equipo, el modo *program* y el modo *Run*, el primero permite visualizar el menú para realizar los diferentes parámetros de calibración y el segundo corresponde al modo de funcionamiento predeterminado por el primer modo; es decir, consiste en las funciones de puesta en marcha con el cual se detecta el nivel del producto. La lectura principal corresponde al nivel del material en metros y miliAmperios.

- **Visualización en modo *PROGRAM*.**

Figura 15. Pantalla de Visualización del Sensor en modo *PROGRAM*

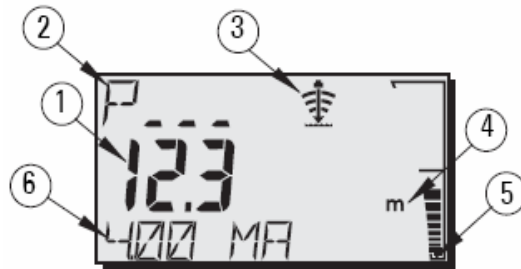


Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

- 1 – Lectura principal (indicación del valor del parámetro)
- 2 – Lectura auxiliar (indicación del número de parámetro)
- 3 – Indicador de programación.
- 4– Lectura auxiliar indica el idioma

- **Visualización en modo *RUN*.**

Figura 16. Pantalla de Visualización del Sensor *SITRANS Probe LU* en modo *RUN*



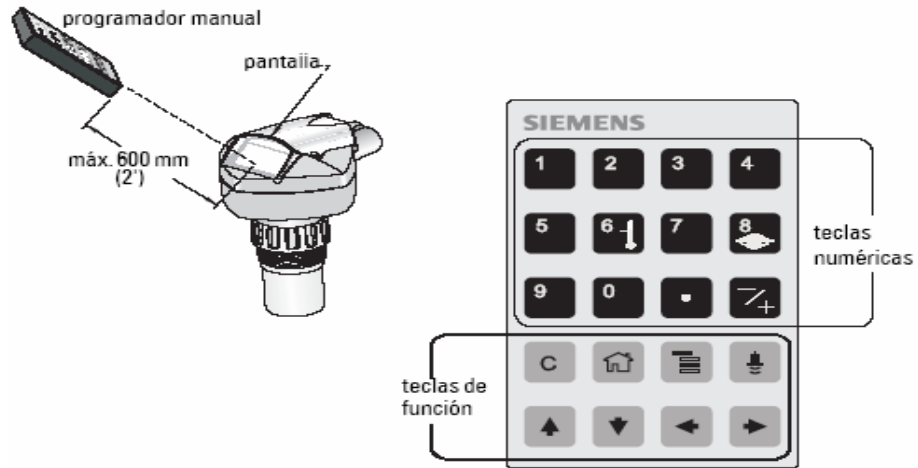
Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

1. Lectura principal (indicación de: nivel, distancia o volumen en unidad de porcentaje).
2. Lectura secundaria (indicación el numero del parámetros para la lectura auxiliar)
3. Indicador del eco.
4. Unidad o porcentaje.
5. Indicación de nivel por gráfico de barras.
6. Lectura auxiliar (visualización de un valor en mA, de la distancia, o de la fiabilidad del eco, en unidades si es aplicable.)

- **Programador manual.**

La visualización se controla con el calibrador de mano apuntando directamente al sensor, con las teclas del calibrador el usuario accede directamente al sistema *SITRANS Probe LU* como se puede observar en la figura 17.

Figura 17. Grafico Calibrador de mano del Sensor *SITRANS Probe LU*



Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

Tabla 1. Descripción y función de teclado

TECLA	MODO DE PROGRAMACIÓN
	Punto decimal
	Valor negativo
	<i>CLEAR</i> (borrar) el valor
	<i>TOGGLE</i> (Visualización alternada):Valor de parámetro en unidad y %
	Desactivar el modo <i>PROGRAM</i> y activar el modo <i>RUN</i>
	Actualización de los parámetros de calidad del eco.
	Visualizar el parámetro siguiente
	Visualizar el parámetro precedente
	<i>DISPLAY</i> (Visualización) campos de parámetro
	<i>ENTER</i> (entrar) el valor indicado

Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

2.1.3 Parámetros de calibración del equipo: Como en todo dispositivo utilizado para la medida de variables de control es necesario realizar un ajuste de parámetros para establecer las condiciones de funcionamiento del mismo, a continuación se realiza una pequeña descripción de este procedimiento.

- **Seguridad: (P000:Activada)**

Para acceder al menú de configuración y calibración es necesario digitar una clave de acceso, clave utilizada para que los parámetros de control establecidos solo puedan ser manipulados por personal calificado para esta tarea.

El valor de fabrica para P069 = 1954: el usuario puede sustituir el valor por otro valor numérico (=valor predeterminado).

Tabla 2. Seguridad para el *SITRANS Probe LU*

VALOR	DESCRIPCIÓN
Valor almacenado en P069	Seguridad desactivada: programación autorizada
Otros	Seguridad activada: modificaciones no autorizadas

Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

- **Activación del *SITRANS Probe LU*:**

1. Al conectar la alimentación eléctrica del sistema, el sensor *SITRANS Probe LU* accede directamente al modo *RUN*.



2. Para operar correctamente el *SITRANS Probe LU* debe funcionar lejos de computadoras, laptop, teléfonos celulares y asistentes digitales personales.


3. Pulsar la tecla *PROGRAM*  y *DISPLAY*  para visualizar el Modo *PROGRAM* y pulsar la tecla *PROGRAM*  para volver al modo *RUN*.


4. Teclear el número del parámetro, sin los ceros iniciales: ejemplo para acceder a P005, teclear 5.

▪ **Visualizar un parámetro.**

1. Pulsar la tecla *PROGRAM*  y *DISPLAY*  para visualizar el Modo *PROGRAM*.

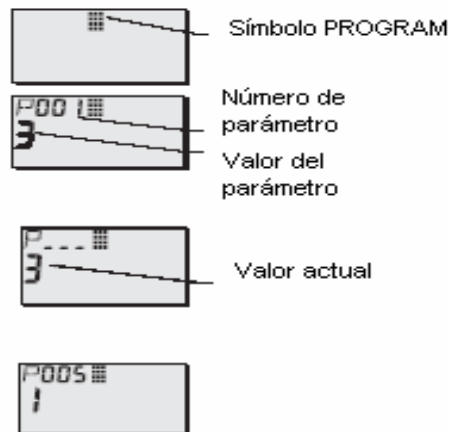
2. Con las FLECHAS   se accede a un parámetro diferente.

3. Pulsar la tecla *DISPLAY*  para acceder al campo Número de parámetro.

4. Teclear el número de parámetro deseado y pulsar *ENTER* .



5. El número y el valor del parámetro aparecen en la pantalla de cristal Líquido (*LCD*).

Figura 18. Pantalla para visualizar un parámetro





Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

▪ **Modificar el valor de un parámetro.**




1. Desactivar la seguridad para efectuar la programación: programar P000, Bloqueo desactivado (valor almacenado en P069).
2. El sistema descarta o limita las entradas no válidas.
3. Pulsar la tecla  para borrar los valores de la pantalla.
4. Teclar un nuevo valor.
5. Pulsar *ENTER*  para confirmar el valor ingresado.

▪ **Reinicialización de un parámetro al valor de fábrica.**

1. Acceder al parámetro o teclear la dirección correspondiente.
2. Pulsar *CLEAR*  y *ENTER* . Se almacena el valor predeterminado.

▪ **Puesta a Cero general (P999)**

Con esta función se obtiene la reinicialización de los parámetros (excepto P000 y P069) a los valores predeterminados.

1. Pulsar *PROGRAM*  y *DISPLAY*  para activar el modo *PROGRAM*.
2. Pulsar *DISPLAY*  para visualizar los campos de parámetros.
3. Teclar 999.



4. Pulsar **CLEAR**  y **ENTER**  para borrar todos los valores y activar la reinicialización. **C.ALL** aparece en la pantalla.

Figura 19. Pantalla reinicialización



Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

5. Reinicialización efectuada. (La puesta a cero requiere algunos segundos.)

Figura 20. Pantalla reinicialización efectuada



Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

2.1.4 Puesta en Marcha

1. Seleccionar el idioma (P010: idioma)

Tabla 3. Seleccionar idioma *SITRANS Probe LU*

Values	0	*	Numeric/None
	1		English
	2		German
	3		French
	4		Spanish

Fuente. Manual *SITRANS Probe*

2. Programar P001: Operación (modo de medición) de acuerdo a la variable a medir como se observa en la siguiente tabla.

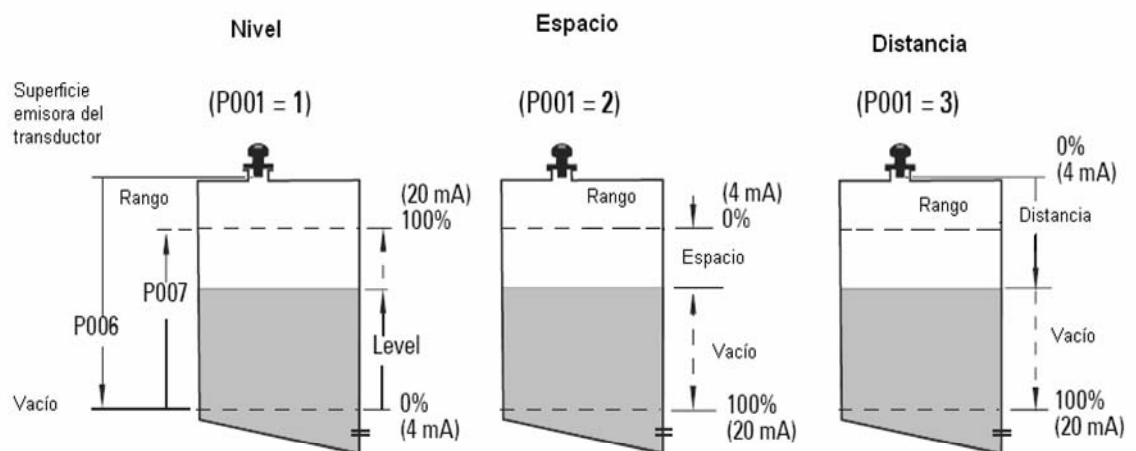
Tabla 4. Tipo de variables

1	Nivel: indica la distancia nivel 0%(tanque vacío)/material. Se visualiza la lectura en unidades de volumen (Depende de los ajustes de los parámetros P050-P055)
2	Espacio: indica la distancia nivel 100%(tanque lleno)/material
3	Distancia: indica la distancia punto de referencia (superficie emisora del transductor)/material

Fuente. Manual *SITRANS Probe*

Para el caso de nivel, que es al que corresponde este trabajo se grado, se asegura; P050 se fija a 0: La lectura vuelve la distancia del nivel vacío de proceso (vacío) al nivel actual.

Figura 21. Salida analógica funcionamiento en modo Nivel, Espacio, distancia



Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

3. Programar el Tiempo de Respuesta (P003)

Tabla 5. Descripción para programar el tiempo de respuesta del Sensor

Valores	1	*	Lento	0.100 m/ minuto
	2		Medio	1.000 m/ minuto
	3		Rápido	10.000 m/ minuto

Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

Ajustar P003 para obtener un tiempo de respuesta un poco mas rápido que la máxima velocidad de llenado / vaciado (o el valor más alto).

4. Seleccionar la Unidad de medida (P005)

Tabla 6. Descripción para seleccionar la unidad de medida

VALORES	1	*	metros
	2		centímetros
	3		milímetros
	4		pies
	5		pulgadas

Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

5. Ajustar el nivel de vacío (P006: 0%)

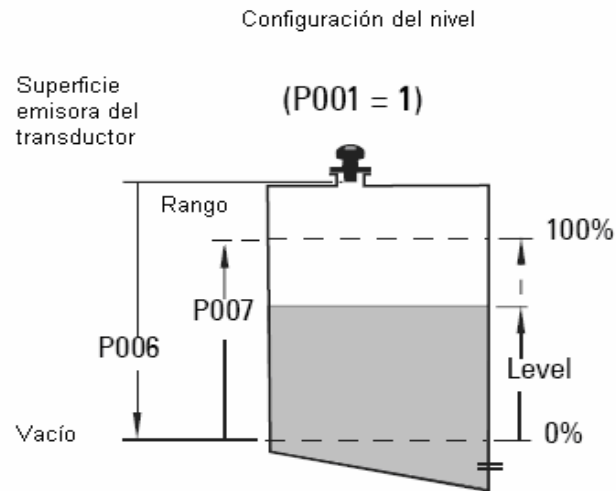
Tabla 7. Ajustar el nivel de vacío

VALORES	Rango	0.0000 a 6.000 m (20 ft) o 0.0000 a 12.000 m (40ft.)
	Valor predeterminado	Rango máximo

Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

Ajustar el punto 0% libremente: no necesariamente corresponde al fondo del tanque.

Figura 22. Configuración del Nivel



Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

6. Ajustar el rango de medida (P007: Rango)

Tabla 8. Ajustar rango de medida

Valores	Rango	0.0000 to 6.00 m (20 ft) or 0.0000 to 12 m (40 ft)
	Valor predeterminado	5.725 m (18.78 ft), or 11.725 m (38.47 ft)

Fuente. Manual *SITRANS Probe LU*

Ajustar el rango de medida libremente (distancia por encima del nivel de proceso vacío)

2.2 INTRODUCCIÓN DEL VISION OPLC

El *OPLC* es un micro-PLC con panel operativo integrado. Es decir, incorpora un *display LCD* y un teclado numérico completo. A diferencia de los PLC tradicionales, permite al

operador modificar fácilmente cualquier parámetro del programa vía un panel operativo *HMI*^{*}:

- El teclado numérico puede ser utilizado para introducir y modificar variables de la aplicación.
- El *display LCD* puede emplearse para monitorizar el estado de las E/S, temporizadores, estado de la comunicación, valores de los contadores y de las entradas analógicas. Mediante este *display* se observa información de las variables del sistema en tiempo real vía texto e imágenes.

Figura 23. Foto *Vision 280 Unitronics*



Fuente. Manual *Vision OPLC*

2.2.1 Especificaciones eléctricas del equipo (*VISION 280*)

- Fuente de Alimentación: El controlador requiere una fuente de alimentación de 12 o 24 VDC. El voltaje de entrada permisible está en el rango de 10.2 – 28.8 VDC, con menos del 10% de ondulación.

^{*} *HMI*: Interfaz hombre máquina

2.2.2 Especificaciones para el PLC del equipo (*VISION 280*)

- Entradas: Digital, Analógica.
- Salidas: Transistor o Relé, incluyendo alta-velocidad/PWM
- Hasta 128 I/Os adicionales, por medio de una variedad de módulos de expansión.
- Puertos serie RS-232 y un (1) puerto RS-485 opcional.
- Opciones de la comunicación: *Ethernet, GPRS, CDMA/SMS, GSM/SMS, MODBUS*, acceso del módem, *CANbus*.
- Software *Ladder Logic* basado en Windows
- Memoria de código *Ladder*: 96K
- Montaje: Panel o riel DIN
- Módulo opcional de E/S acoplable a la unidad principal (hasta 43 I/Os)
- Expansiones de E/S opcionales (hasta 171 I/Os)
- Contador Alta Velocidad
- RTC, habilitando operaciones controladas por fecha y hora
- Control PID de hasta 8 lazos.
- 2048 MB Memoria Bits
- 192 K de tamaño de programa.
- Tiempo de ejecución de operaciones de bit de 0.5 μ seg.
- Uso tamaño de la memoria: hasta 1000K

2.2.3 Especificaciones técnicas *HMI* (Interfaz Hombre Máquina)

- Panel operativo integrado, Muestra imágenes, texto y gráficos de barras de acuerdo a condiciones de ejecución.
- Display táctil *LCD* Gráfico FSTN de 320 x 240 pixels QVGA.
- Teclado numérico completo con 27 teclas, etiquetado por el usuario.
- 24 variables por *display*, se pueden enlazar a cada variable hasta 150 mensajes/imágenes
- Pantalla gráfica: 128 x 64 *pixels*
- Mensajes de texto: Hasta 8 líneas x 22 caracteres

- Pantalla *LCD* iluminada

2.2.4 Especificaciones técnicas del modulo *Snap – in V200-18-E1B*

Las entradas y salidas (I/Os) se integran en el sistema vía los módulos *snap-in I/O* y los módulos de expansión de I/O.

- Módulo *Snap-in I/O*: Estos módulos de I/O fácilmente entran en la parte posterior del controlador, proporcionando una configuración a bordo de I/O que pueda incluir I/Os análogas y digitales.
- Módulo Expansión I/O: Vía el puerto de expansión de I/O de los controladores, conectan hasta 8 I/O.

Tabla 9. Entradas digitales del modulo *Snap – in V200-18-E1B*

Entradas Digitales	
Número de entradas	16 (en dos grupos).
Tipo de Entrada	pnp o npn
Voltaje de entrada nominal	24V DC
Entrada de voltaje pnp	0-5VDC para la Lógica '0 ' 17-28.8VDC para la Lógica '1 '
Entrada de voltaje npn	17-28.8VDC para la Lógica '0 ' 0-5VDC para la Lógica '1 '
Corriente de entrada	6 mA -24 VDC para las entradas #4 - #15 8.8 mA -24 VDC para las entradas #0- #3
Tiempo de respuesta	10m Segundos típicamente
Resolución	32 bit

Frecuencia	10kHz máximo
Anchura del pulso mínimo	40µs

Fuente. Manual *Snap – in V200-18-E1B*

Tabla 10. Salidas de relés del modulo *Snap – in V200-18-E1B*

Salidas de relés	
Número de salidas	10; las salidas #1, #2, #3, y #4 contienen un signo en común. Todas las otras salidas tienen los contactos individuales.
Frecuencia máxima	10Hz
Voltaje nominal de operación:	24VDC
Voltaje que operación	: 20.4 a 28.8VDC

Fuente. Manual *Snap – in V200-18-E1B*

Tabla 11. Salidas de transistor relés del modulo *Snap – in V200-18-E1B*

Salida de transistor	
Número de salidas de tipo digital	4; Cada uno puede alambrarse individualmente como el pnp (la fuente) o npn.
Tipo de salida	pnp: P-MOSFET nnp: Abrir colector
Frecuencia máxima	Carga Resistiva: 20Hz Carga inductiva: 0.5Hz
Máximo de alta velocidad de la salida:	pnp: 2kHz
Frecuencia (Carga Resistiva):	nnp: 50kHz; pueden usarse las salidas #12 y #13 como las salidas de gran velocidad
Voltaje ON	pnp: 0.5VDC máximo

	npr: 0.85VDC máximo
Voltaje de operación	20.4 a 28.8VDC
Voltaje de operación nominal	24VDC

Fuente. Manual *Snap – in V200-18-E1B*

Tabla 12. Entradas análogas del modulo *Snap – in V200-18-E1B*

Entradas análogas	
Numero de entradas	3
Rango de entrada:	0-10V, 0-20mA, 4-20mA.
Resolución(excepto para 4-20mA):	10-bit (1024 unidades)
Resolución para 4-20mA	204 a 1023 (820 unidades)
Impedancia de entrada	>100K Ω - Voltaje 500 Ω - Corriente

Fuente. Manual *Snap – in V200-18-E1B*

3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO EN EL EMBALSE DE BOCAS

A continuación se presentará una descripción del montaje del Sistema de monitoreo de nivel en el Embalse de Bocas, para ello se implementó un sistema automatizado conformado por sensores ultrasónicos *SITRANS probe LU* y el *OPLC Vision 280*, todo esto con el fin de obtener alarmas para la supervisión continua del nivel en el embalse de bocas y el desarenador mejorando el proceso de generación hidráulica.

3.1 ¿POR QUÉ UTILIZAR SENSOR ULTRASÓNICO?

Para medir el nivel, no existe algo así como “un medidor universal” que sea aplicable a todos (o la mayoría) de los casos. Cada situación debe ser cuidadosamente analizada, debido a que existe un sinnúmero de condiciones a tener en cuenta como tipo de fluido, agresividad física o química, existencia de espuma, ángulos de talud en sólidos, etc*.

Para este caso el sensor escogido fue de tipo ultrasónico porque cumple con diferentes características que se mencionarán a continuación y que lo hacen adaptable a la situación en estudio.

- son adecuados en la medida de la mayor parte de líquidos, en particular de los líquidos con sólidos en suspensión y con mucha turbidez.
- La temperatura a manejar está dentro de los rangos establecidos por los Sensores de este tipo.
- Instalación directa sobre estanques y recipientes
- Entrega una buena Precisión de mas o menos 2%
- Libre de Mantenimiento

* UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN. Curso de Control de Procesos. Tipos de Sensores disponible en internet. http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/Tema_3/Tp3a.pdf

- Maneja señales de salida de 4-20 mA que son las más utilizadas en los procesos actuales.
- Es un transmisor de nivel continuo.
- El Rango de medición que manejan la mayoría de las empresas que ofrecen estos productos se adapta a las medidas de la Represa y Desarenador.

3.2 PARÁMETROS DE CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES

Para lograr obtener las variables de ajuste inicialmente de funcionamiento de los sensores, fue necesario tomar medidas correspondientes a profundidades en el embalse y el desarenador, para de esta forma determinar los puntos máximos, mínimos e intermedios del proceso.

Después de esto nos remitimos a los parámetros de calibración del sensor, los cuales se encuentran explicados en el capítulo 2 en el ítem 2.1.4, * estos parámetros junto a sus valores establecidos se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 13. Tabla Calibración Sensores

SENSOR ULTRASÓNICO REPRESA:	SENSOR ULTRASÓNICO DESARENADOR:
P000: 1954	P000: 1954
P001: 1 (Funcionamiento)	P001: 1 (Funcionamiento)
P002: 1 (Material)	P002: 1 (Material)

* Se hace referencia solo a los parámetros correspondientes a las aplicaciones de nivel, debido a que otros parámetros de fábrica incorporados para este tipo de sensor no corresponden a las variables a ajustar.

P003: 3 (Tiempo de Respuesta)	P003: 3 (Tiempo de Respuesta)
P005: 1 (Unidades)	P005: 1 (Unidades)
P006: 10.50 (Vacío)	P006: 8.15 (Vacío)
P007: 8.90 (Rango)	P007: 7.25 (Rango)
P010: 4 (Idioma)	P010: 4 (Idioma)
P050: 0	P050: 0
P051: 100	P051: 100
P054: 0,000 (m) 0,1	P054: 0,000 (m) 0,1
P069: 1954	P069: 1954
P070: 1,00	P070: 1,00
P071: Hold	P071: Hold
P073: 22, 6	P073: 22, 6
P201: 1	P201: 1
P210: 0, 00 (m)	P210: 0, 00 (m)
P211: 10,250 (m)	P211: 10,250 (m)
P212: 3, 8	P212: 3, 8

P213: 20, 5	P213: 20, 5
P214: 19, 0	P214: 19, 0
P300: 30	P300: 30
P342: 15	P342: 15
P343: 20, 4 0, 1	P343: 20, 4 0, 1
P346: 05284 01	P346: 05284 01
P650: 9,610 (m)	P650: 9,610 (m)
P651: 9,610 (m)	P651: 9,610 (m)
P652: 0,000 (m)	P652: 0,000 (m)
P654: 344, 1	P654: 344, 1
P660: 1	P660: 1
P661: 20, 0	P661: 20, 0
P664: 21, 8	P664: 21, 8
P700: 70,000 (m)	P700: 70,000 (m)

Fuente: Autor del Proyecto

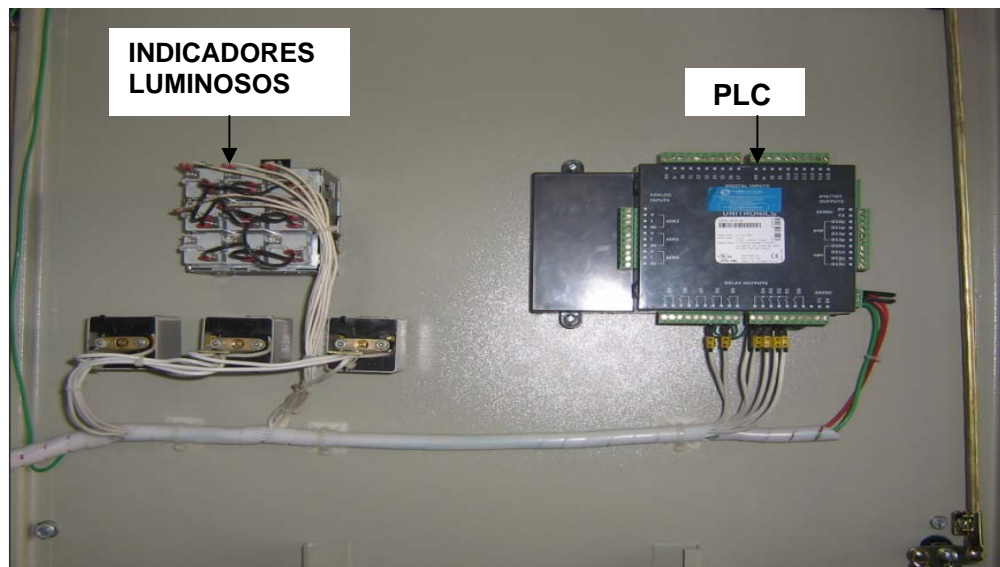
3.3 INSTALACIÓN OPLC

Para la implementación fue necesario estudiar las herramientas del software *Visilogic 4.6* con el fin de conocer la lógica programable referente a las alarmas de nivel de la represa y del desarenador. El programa se detalla en el anexo B donde se describe cada uno de los escalones que lo conforman.

Como complemento al montaje del PLC se diseñó un panel de alarmas conformado por relés de 127 V C.C, con el fin de obtener una indicación sonora y luminosa para los niveles establecidos como puntos críticos en el embalse.

En las siguientes dos fotos se muestra la instalación final del cableado del PLC en la cabina y el panel de alarmas.

Figura 24. Cableado del PLC (parte posterior)



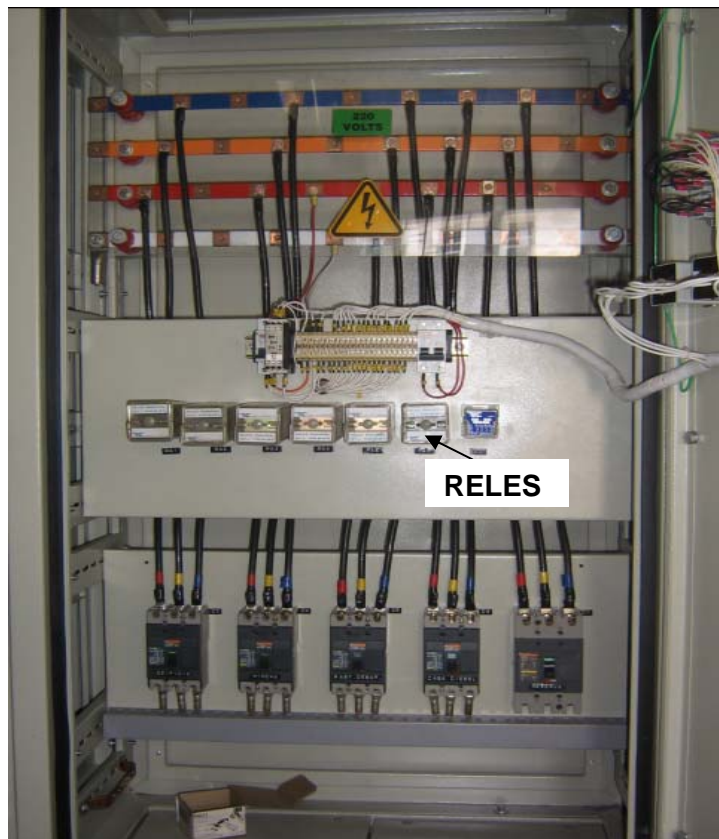
Fuente: Autor del Proyecto

Figura 25. Parte frontal



Fuente: Autor del Proyecto

Figura 26. Panel de alarmas



Fuente: Autor del Proyecto

En esta fotografía se observa, seis relés cada uno conectado a su respectiva alarma luminosa y un séptimo relé que es el que acciona la alarma sonora.

Para los planos del sistema de relés y alarmas remítase al anexo H. (vinculo Excel)

En las figuras 24 y 25 se observa el cableado del panel de alarmas junto con el cableado de PLC, además se adiciona a la cabina tres botones que son:

- Prueba lámparas
- Anulación timbre
- Reposición alarmas

3.4 CABLE Y TUBERÍA UTILIZADA.

A continuación se va a colocar el tipo de cable y tubería utilizada para conectar los Sensores desde su ubicación a la sala de control donde se encuentra el PLC. (Las distancias de los sensores a la sala de control no esta en línea recta)

- **Represa**

La distancia de la represa a la sala de control donde se encuentra el PLC es de cuatro metros y medio.

Cable de 2 * 16 Blindado

Tubería PVC de 2" para 3 metros

Tubería PVC de 1" para metro y medio

- **Desarenador**

La distancia del desarenador a la sala de control donde se encuentra el PLC es de 75 metros.

Cable de 2 * 16 Blindado

Tubería Conduit de 1" para 29 metros.

Tubería PVC de ¾ para 46 metros.

- **Relés**

Para el cableado de los relés, PLC y panel de alarmas se utilizó cable # 16 calibre AWG.

3.5 FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA EN PRESENCIA DE ALARMA

A continuación se describen los mecanismos de control en la Represa de Bocas y Desarenador cuando se presentan las alarmas de nivel (Alto-Alto, Alto y Bajo), especificando las consecuencias por los cambios en los niveles del agua.

- **Alarma Bajo Nivel Represa.**

Al disminuir el nivel en la represa se baja el nivel en el desarenador, por consiguiente llega insuficiente carga de agua para hacer funcionar las cuatro máquinas generadoras que se tiene en la Central Hidroeléctrica de Palmas, al ocurrir esto, el operador ubicado en la Represa de Bocas se comunica con el operador ubicado en la Central Hidroeléctrica de Palmas para que reduzca la entrada de agua a las máquinas y en si caso crítico sacar de funcionamiento una o varias de las máquinas dependiendo de la gravedad que se presente.

Figura 27. Pantalla de ajuste alarma bajo nivel Represa Bocas



Fuente. Autor del Proyecto

- **Alarma Alto Nivel Represa.**

Cuando se presenta un nivel alto, me indica que las máquinas generadoras pueden trabajar normalmente sin necesidad de reducir la entrada de agua. En épocas de altas afluencias hidrológicas ha llegado a generar 109.5 GWh en un año.

- **Alarma Alto-Alto Nivel Represa.**

Cuando el Sensor indica una alarma de nivel alto – alto, el operador tiene que recurrir a un plan de contingencia, y de acuerdo al caudal abrir compuertas de fondo para evitar una inundación y el daño de la estructura de la represa.

De igual forma avisar a las comunidades de los alrededores como es el caso de Conchal, Vanegas, Sabana, Palmas, Provincia y Remolinos. Para que tomen medidas preventivas ante el peligro de un desastre natural.

Figura 28. Pantalla de ajuste alarma Niveles Alto y Alto – Alto Represa Bocas



Fuente. Autor del Proyecto

- **Alarma Bajo Nivel Desarenador.**

Puede presentarse bajo nivel por taponamiento en el rastrillo de la entrada al desarenador debido a la gran aglomeración de todo tipo de basura que trae el río, por consiguiente se tienen que tomar medidas preventivas en Palmas debido a que el túnel no va a llevar la suficiente carga para hacer funcionar todas las máquinas generadoras.

Figura 29. Pantalla de ajuste alarma Nivel mínimo Desarenador



Fuente. Autor del Proyecto

- **Alarma Alto Nivel Desarenador.**

Puede presentarse un nivel alto por taponamiento en el rastrillo de salida del desarenador, al ocurrir esto obstaculiza la entrada de carga al túnel y por consiguiente no va a llegar la suficiente agua para el funcionamiento de las máquinas generadoras.

- **Alarma Alto-Alto Nivel Desarenador.**

Esta alarma podría ocurrir cuando el caudal del río aumenta y a su vez trae basura y arena que puede taponar el desarenador evitando el paso normal de la carga hacia el túnel, ocasionando pérdidas porque se tendría que sacar de trabajo una o varias de las máquinas generadoras.

Cuando el Sensor indica una alarma de nivel alto – alto, el operador tiene que recurrir a un plan de contingencia, y de acuerdo al caudal abrir compuertas de fondo para evitar una inundación y el daño de la estructura de la represa.

Figura 30. Pantalla de ajuste alarma Niveles Alto y Alto – Alto Desarenador



Fuente. Autor del Proyecto

3.6 PRUEBAS FINALES

Para corroborar el funcionamiento del sensor, se realizaron pruebas de campo donde se tomó la medida de nivel en forma teórica, la cual corresponde en la fórmula a la señal indicada por el instrumento (SI), seguido a esto se obtiene la corriente de salida (CS) en miliamperios.

$$CS = \frac{(SI * SMI)}{RMI} + 4mA$$

Donde:

CS: Corriente de salida del instrumento.

SI: Señal indicada del instrumento.

SMI: Salida máxima del instrumento. (16mA)

RMI: Rango máximo del instrumento (Calibración).

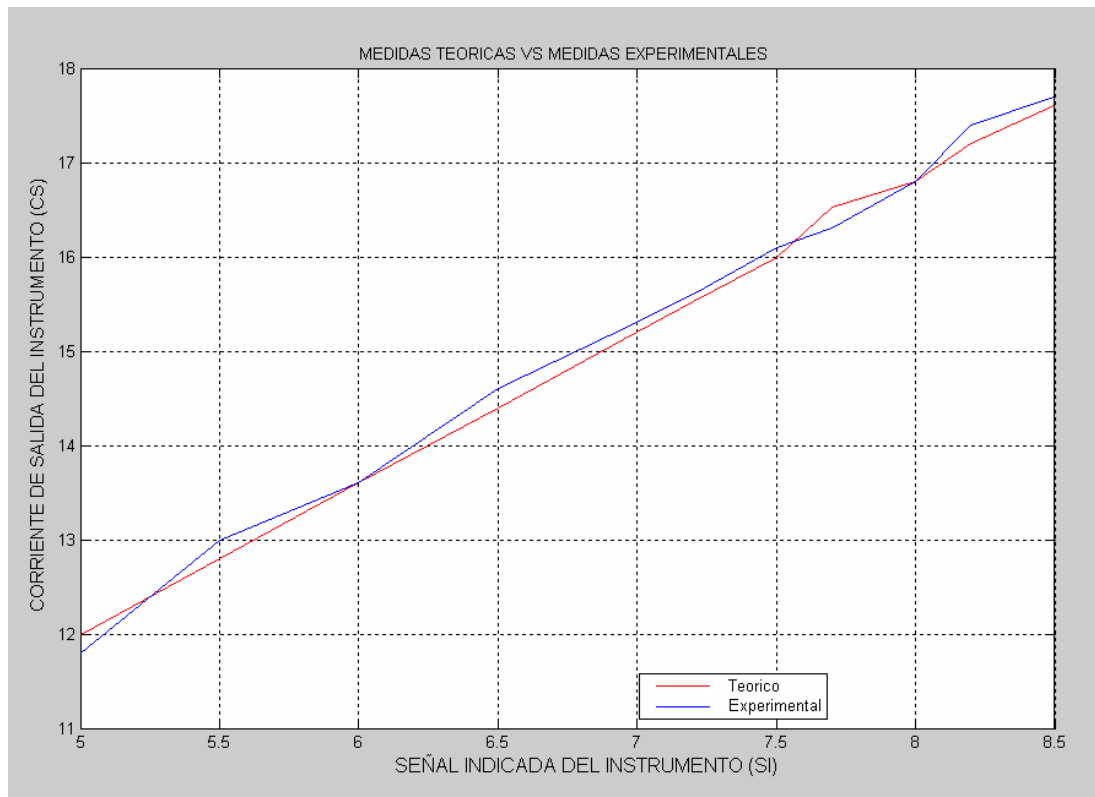
Tabla 14. Medidas teóricas vs experimentales (Sensor SITRANS Probe LU)

SEÑAL INDICADA EXPERIMENTAL	SEÑAL INDICADA TEÓRICA
11.8	12
13	12.8
13.6	13.6
14.6	14.4
15.3	15.2
15.50	15.52
16.1	16
16.3	16.5
16.8	16.8
17.4	17.2
17.7	17.6

Fuente. Autor del proyecto

Esta medida teórica se confronta con la medida visualizada por el equipo sensor *SITRANS Probe LU*, comprobando el buen funcionamiento del mismo al igual que porcentaje de error que esta alrededor de un 2%.

Figura 31. Grafica medidas teóricas Vs Medidas experimentales



Fuente. Autor del proyecto

3.6.1 Corrientes de salida Represa - Desarenador (CS): A continuación se obtienen los valores de las corrientes de salida en cada uno de las variables de ajuste que corresponden a cada una de las alarmas de nivel.

- **Alarma Alto – Alto nivel represa:**

SI: 8.50 m

SMI: 16 mA

RMI: 10 m

Se debe obtener como señal de salida del instrumento CS = 17,6 mA

- **Alarma Alto nivel represa:**

SI: 7.50 m

SMI: 16 mA

RMI: 10 m

Se debe obtener como señal de salida del instrumento CS = 16 mA

- **Alarma Bajo nivel represa:**

SI: 7 m

SMI: 16 mA

RMI: 10 m

Se debe obtener como señal de salida del instrumento CS = 15,2 mA

- **Alarma Alto-Alto nivel desarenador:**

SI: 7.25 m

SMI: 16 mA

RMI: 8 m

Se debe obtener como señal de salida del instrumento CS = 15,6 mA

- **Alarma Alto nivel desarenador:**

SI: 6.80 m

SMI: 16 mA

RMI: 8 m

Se debe obtener como señal de salida del instrumento CS = 14,88 mA

- **Alarma Bajo nivel desarenador:**

SI: 5,25 m

SMI: 16 mA

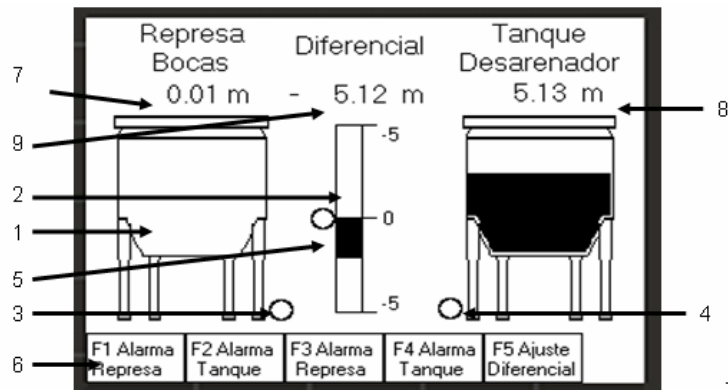
RMI: 8 m

Se debe obtener como señal de salida del instrumento CS = 12,4 mA

3.7 PRESENTACIÓN FINAL.

A continuación se observa el estado de la pantalla al momento de poner en marcha el PLC, donde se ilustra cada uno de los tanques junto a la señal emitida por el sensor

Figura 32. Pantalla Visualización del Nivel (*Display Vision 280*)



Fuente. Autor del proyecto

En esta pantalla se observa el nivel de cada uno de los tanques, además del valor diferencial entre ellos.

1. Comparación de los niveles de los tanques en las figuras.
2. Diferencia de nivel entre estos que puede ser positiva o negativa.
3. Alarma de Máximo nivel Represa Bocas.
4. Alarma de Máximo nivel Tanque Desarenador.
5. Alarma por diferencial cuando se excede este.
6. Llamada a los ajustes de alarmas con las teclas de función F1, F2, F3, F4 y F5.
7. Registro del nivel de la Represa Bocas.
8. Registro del nivel del Tanque Desarenador.
9. Registro del valor de diferencia entre los dos tanques

- **Ubicación sensor *SITRAN Probe LU* en la represa.**

Figura 33. Ubicación Sensor Represa Bocas



Fuente. Autor del Proyecto

- Ubicación sensor *SITRAN Probe LU* en desarenador.

Figura 34. Ubicación sensor en el Desarenador



Fuente. Autor del Proyecto

4. PROPUESTA PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE LA REPRESA Y LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PALMAS

Actualmente se tienen problemas para comunicar la sala de control de la represa de Bocas con la Central Hidroeléctrica de Palmas, debido a que el sistema de comunicación vigente presenta fallas continuamente. Dado que su transmisión es por cable físico en zona rural, y en condiciones de tormenta, esa comunicación se pierde siendo esta condición la más crítica dentro de la coordinación operativa entre represa y casa máquinas. Por tal motivo el proyecto a realizar tiene como objetivo estructurar diferentes alternativas de comunicación y escoger la que mejor se ajuste a todas las especificaciones técnicas y a las condiciones del terreno, optimizando de esta forma el funcionamiento de la Generación hidroeléctrica de Palmas.

4.1 PANORAMA ACTUAL

En la actualidad la Represa y la Planta de Palmas tiene comunicación por teléfono utilizando cable físico que normalmente en tiempos de lluvias falla continuamente, el único medio de comunicación que se ajusta a la condiciones topográficas es el radio, por éste transmiten voz en una banda de frecuencia de VHF (142-178) MHz, la empresa paga anualmente por esta banda de frecuencia.

El radio utilizado es:

Radio Portátil *MOTOROLA PRO3150*, especial para sitios ruidosos el cual tiene las siguientes características técnicas:

- 2 Canales
- 2 Botones Programables

- Transmisión Interna Activada por Voz
- *LED* Tricolor
- Señalización *Quik-Call II* (Llamada Privada Limitada)
- Compresión de Voz *X-Pand*
- Niveles Ajustables de Potencia
- Rastreo con Prioridad
- Repetidor / Comunicación Directa
- Opción de Batería de Níquel Metal Hidruro (NiMH) o de Níquel Cadmio (NiCd)

4.2 PROPUESTA ENLACE DE COMUNICACIÓN

Ya que la empresa actualmente invirtió en los equipos de monitoreo de nivel en la Represa de Bocas y se logró implementar y probar su buen funcionamiento, se llegó a la conclusión que para la escogencia del sistema de comunicación primordialmente se basara en el envío de datos; esto con el fin de obtener la información en tiempo real del PLC (VISION 280) en la central hidroeléctrica de palmas. Por lo tanto, las alternativas de comunicación a investigar estaban enfocadas a este objetivo. Después de contemplar diferentes opciones de sistemas de comunicación que se ajustaran a las características de los sitios implicados, se concluyó que un enlace inalámbrico era la alternativa más viable para presentar en este proyecto, para tal fin se entregan dos propuestas que presentan las empresas *SISTEMAS DIGITALES* y *TECHLAN SOLUTIONS LTDA*. A continuación se describe cada una de ellas.

4.2.1 PROPUESTA # 1 (SISTEMAS DIGITALES)

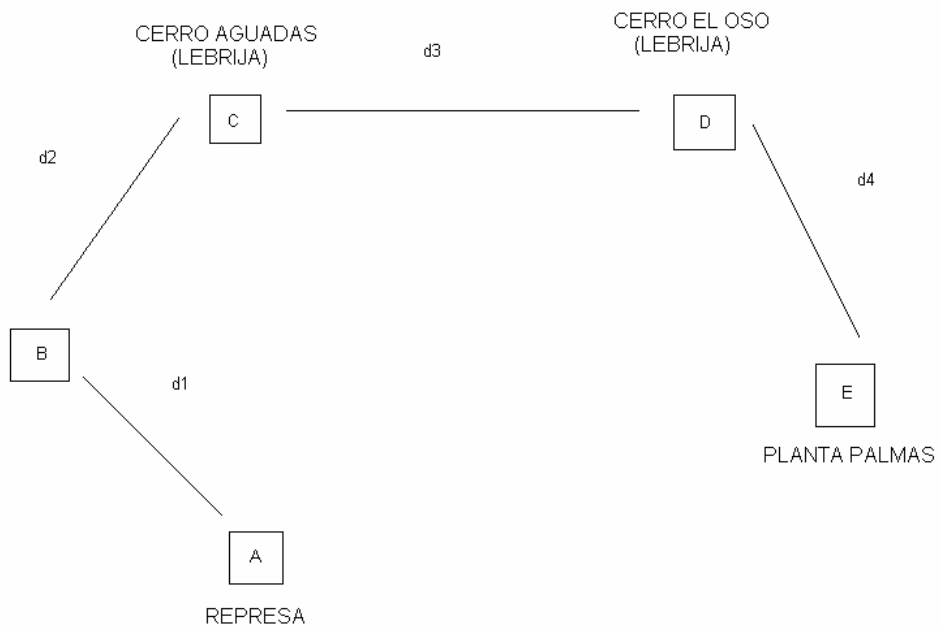
- **OBJETIVO.**

Enlazar por medio de comunicación inalámbrica la Represa de Bocas y la Planta Palmas, para transmisión *ON LINE* de datos de control e interfaz gráfica, para el controlador lógico programable *VISION 280* marca *Unitronics*.

- **PLANTEAMIENTO**

El sistema de comunicación a utilizar debe permitir el envío de transmisión de datos, esto con el fin de monitorear desde la Central Hidroeléctrica de Palmas el nivel de la Represa a través de un PC donde lleguen los datos que arroja el PLC las 24 horas. Los sitios a comunicar se encuentran a 8km pero como no existe línea de vista, se requiere el siguiente esquema para obtener enlace de comunicación.

Figura 35. Bosquejo Ubicación Puntos Línea de Vista



Fuente. Autor del Proyecto

- De A – B (350 metros)
- De B – C (800 metros)
- De C – D (4 Kilómetros)
- De D – E (3 Kilómetros)

El punto B tiene línea de vista con el punto A y con el punto C

El punto C tiene línea de vista con el punto B y D

El punto D tiene línea de vista con el punto C y E

- **EXPLICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA A UTILIZAR.**

Teniendo en cuenta que las condiciones topográficas de los dos puntos a comunicar (Represa Bocas y Planta Palmas), se determinó que era necesario encontrar varios puntos de enlace, debido a que este es una zona montañosa en donde no existe una línea de vista, por tanto se plantea como solución la implementación de un enlace múltiple (WDS) para poder acceder al PLC en mención y poder las 24 horas verificar el nivel de la Represa.

La zona donde se piensa implementar el sistema de comunicación inalámbrica es bastante despejada con una probabilidad muy mínima de tener interferencia. Por tal razón, se llegó a la conclusión que se va a utilizar la banda de frecuencia de 2.4Ghz que no necesita permiso para su uso (banda libre) por parte del ministerio de comunicaciones y opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, la cual utiliza el protocolo de comunicación 802.11g de la IEEE.

El diseño del sistema a implementar se hizo fundamentado teóricamente en las Redes de área local inalámbricas (WLAN), la configuración de la WLAN que se desea implementar tendría las siguientes especificaciones:

Para acceder el PLC a la red inalámbrica se necesita de un adaptador de comunicaciones para convertir el puerto serial en un puerto ethernet, esto con el fin de poder acceder a la red inalámbrica ya que siendo ethernet la tecnología de redes de computadoras de área local (LANs) basada en tramas de datos, estandarizada por la especificación IEEE 802.3, que define la forma en que los puestos de la red envían y reciben datos sobre un medio físico compartido que se comporta como un bus lógico,

actualmente maneja una tasa de transferencia de 100 Mbps. Además que tenga configuración vía TCP/IP esto con el fin de que el protocolo garantice que los datos sean entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron. Es de gran importancia incorporar este protocolo ya que permite la comunicación entre equipos que no pertenecen al mismo fabricante, siendo posible únicamente a través de reglas formales para su interacción las cuales las posee el protocolo.

En cada uno de los puntos se van a instalar enrutadores que incluyan switch de cuatro puertos, para nuestra implementación se busca que el router sea de banda ancha esto con el fin de proporcionar mayor velocidad de transmisión específicamente transmisión de datos full duplex (Transmisión bidireccional independiente) es decir transmisión de datos en ambas direcciones, además que soporte VPN (Virtual Private Network), este método permite enlazar la red simulando una única red privada, esto con el fin de garantizar seguridad en la transmisión de los datos obteniendo encriptación y encapsulación de los mismos de manera que hace que estos viajen codificados y a través de un túnel.

El destino de los datos transmitidos va a ser un PC el cual debe soportar el software del PLC y contener una tarjeta de red que maneje una tasa de transferencia de 10/100Mbps.

- **EQUIPOS A UTILIZAR**

1. Enrutadores de banda ancha con soporte para transmisión de datos full duplex y VPN así como transferencia de datos a 100Mb/seg y ancho de banda de 54 Mb/seg que incluyan switch de 4 puertos.

2. Adaptador de comunicaciones para PLC VISION 280, que sería un adaptador RS232 para Ethernet con configuración vía TCP/IP que maneje tasas de transferencia de 100 Mb/seg acoplable a uno de los puertos del enrutador.

3. Computador que cumpla con características mínimas y soporte el software del PLC e indispensable que contenga tarjeta de red con tasa de transferencia de 100Mb/ seg
4. Antenas de comunicación para 2.4 Ghz direccionables con mínimo 24 dbi de ganancia.
5. Postes de la empresa o en su defecto mástiles metálicos con mínimo 3 metros de largo para ubicarlos o que estén ubicados en los puntos A, B, C, D, E anteriormente mencionados.

- **DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS EN LOS PUNTOS DE ENLACE**

Punto A: Antena direccional y router ubicados en uno de los postes de la empresa. (Ganancia 14 dbi),

Punto B: Dos antenas direccionales (Una hacia Represa y otra hacia cerro Aguadas) y los dos routers. (Ganancia de 14 dbi)

Punto C: Dos antenas direccionales (Una hacia el punto B y la otra hacia el cerro el oso) y los dos routers (Una con ganancia de 14 dbi y la otra con ganancia de 24 dbi)

Punto D: Dos antenas direccionales (Una hacia el punto C y la otra hacia punto E) y los dos routers (Una con ganancia de 14 dbi y la otra con ganancia de 24 dbi)

- Punto E: Antena direccional y router, esta se instalaría en el puente de la Planta de Palmas y de allí se cabrearía unos 50 metros hacia la subestación (antena de 14 dbi)

4.2.2 PROPUESTA # 2 (TECHLAN SOLUTIONS LTDA)

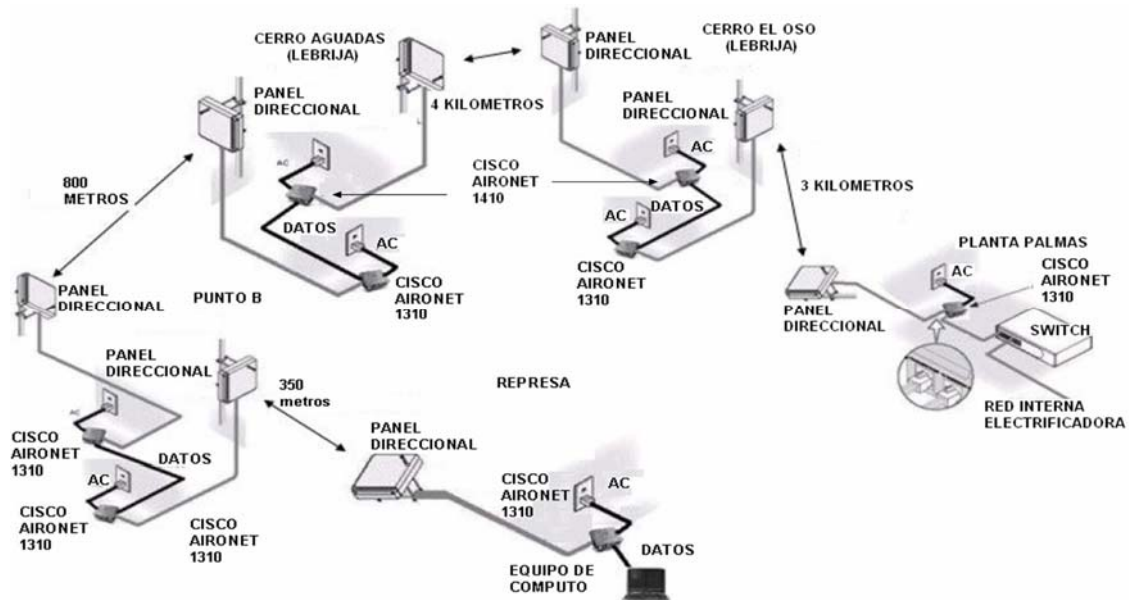
- **OBJETIVO**

Enlazar por medio de comunicación inalámbrica la Represa de Bocas y la Planta Palmas, utilizando *Access Point* para garantizar un enlace robusto, minimizando los riesgos de caídas en la red.

- **PLANTEAMIENTO**

El sistema de comunicación a utilizar debe permitir el envío de transmisión de datos, esto con el fin de monitorear desde la Central Hidroeléctrica de Palmas el nivel de la Represa a través de un PC donde lleguen los datos que arroja el PLC las 24 horas. Los sitios a comunicar se encuentran a 8km pero como no se tiene línea de vista, se requiere el siguiente esquema para obtener enlace de comunicación.

Figura 36. Diagrama de Ubicación de los *Access Point*



Fuente. Techland solutions Ltda.

▪ EXPLICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA A UTILIZAR

Teniendo en cuenta que las condiciones topográficas de los dos puntos a comunicar (Represa Bocas y Planta Palmas), se determinó que era necesario encontrar varios puntos de enlace pues uno solo era realmente imposible por ser una zona montañosa en donde no había línea de vista, de tal forma que se planteó utilizar *Access Point* para acceder a la red inalámbrica WLAN, básicamente ellos se van a comportar como un punto de acceso y también en modo *bridge* transmitiendo la información punto a punto hasta llegar al destino final.

De acuerdo a las distancias de cada punto de enlace se determinó que el *access point* debía tener más ganancia para los puntos más alejados, esto con el fin de no perder la señal. Además es importante aclarar que los sitios donde van a ser ubicados los equipos es bastante despejado con probabilidad de interferencia mínima, por tal razón se va a utilizar la banda de 2.4 GHz y la banda de 5 GHz, estas bandas de frecuencias son de libre funcionamiento llamadas bandas ICM certificadas por el ministerio de comunicaciones.

El presente diseño se proyecta bajo la marca comercial CISCO SYSTEMS con equipos de referencia:

AIRONET 1410 Para el enlace entre Cerro Aguadas y Cerro el Oso el cual contiene una distancia de 4 Kilómetros.

AIRONET 1310 Para el resto de los enlaces.

La comunicación entre *bridge* Aironet 1410 y 1310 se realiza punto a punto, para garantizar un enlace robusto, minimizando los riesgos de caídas en la red.

La potencia para una AIRONET 1410 en cuanto a radiación es de 24 dBm la cual proporciona un excelente rendimiento, con coberturas en distancias a lo máximo de 14Km para 54 Mbps y 26Km para 11 Mbps

La potencia para una AIRONET 1310 en cuanto a radiación es de 13 dBm la cual proporciona un excelente rendimiento, con coberturas en distancias a lo máximo de 2 Km para 54 Mbps y 15 Km para 11 Mbps.

▪ DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR

1. CISCO AIRONET 1400 SERIES WIRELESS BRIDGE

Figura 37. Foto (CISCO AIRONET 1400 SERIES WIRELESS BRIDGE)



Fuente. Empresa TECHLAN SOLUTIONS LTDA

Este equipo contiene el *Power Injector*, que es básicamente un modulo que me envía la corriente y los datos por el mismo cable; en este caso para estos equipos es un cable coaxial. (*Power Over Ethernet*).

Figura 38. Cisco Aironet Power Injector



Fuente. TECHLAN SOLUTIONS LTDA

Cada *Bridge* deberá utilizar un Kit (Soporte o Mástil) para su debida instalación.

Figura 39. Kit para instalación *Access Point*



Fuente. TECHLAN SOLUTIONS LTDA

2. CISCO AIRONET 1300 OUTDOOR ACCESS POINT/ BRIDGE

Figura 40. (CISCO AIRONET 1300 OUTDOOR ACCESS POINT/ BRIDGE)



Fuente. TECHLAN SOLUTIONS LTDA

Este equipo contiene el *Power Injector*, que es básicamente un módulo que me envía la corriente y los datos por el mismo cable; en este caso para estos equipos es un cable coaxial. (*Power Over Ethernet*). Este *Power Injector* viene con el equipo *Aironet 1310*.

Figura 41. *Cisco Aironet Power Injector*



Fuente. TECHLAN SOLUTIONS LTDA

Al igual que el AIRONET 1400 necesita de un kit (Soporte o Mástil) para su debida instalación. Cada Aironet 1410 y 1310 tienen una garantía ofrecida por el fabricante de 3 meses. Se debe adquirir un paquete de garantía SMART NET 8X5 NBD.

4.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES IMPLICADAS EN EL PROYECTO

Siendo el medio ambiente fuente de los recursos naturales que abastecen al ser humano para la satisfacción de sus necesidades es de gran interés reducir o remediar los impactos ambientales negativos producto de ejecutar una actividad o proyecto que de una u otra forma ponga en riesgo el equilibrio biológico de los diversos ecosistemas en base a la formulación de medidas de control.

Por tal motivo el proyecto presentado a la Electrificadora de Santander basado en la implementación de sensores Ultrasónicos y PLC para el monitoreo del nivel de la represa, junto a la propuesta de mejoramiento del sistema de comunicación entre la represa con Casa Máquinas; plantea el mejoramiento de los mecanismos de control actuales, porque al conseguir obtener la operación de apertura adecuada a tiempo en la

represa conlleva a disminuir la probabilidad de fallas estructurales en las instalaciones y alrededores del embalse que de llegarse a presentar ocasionaría afectaciones importantes sobre la fauna y la flora del río Lebrija aguas abajo por avalanchas de agua y lodo; todo esto debido a que los seres bióticos son vulnerables a los cambios drásticos de la velocidad del agua y variación en el PH.

4.4 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA DE COMUNICACIONES

El análisis financiero para la propuesta del mejoramiento del sistema de comunicaciones básicamente consta del valor de los equipos a implementar junto con el costo de la instalación y puesta en marcha.

Fundamentalmente se proponen dos alternativas que utilizan el mismo medio de comunicación y realizan la misma función pero con diferentes equipos y características; cumpliendo con el objetivo primordial que es el envío de datos del PLC a través de una infraestructura inalámbrica que utiliza enlace múltiple (WDS), debido a la similitud de ambas propuestas se tomo la determinación de realizar una comparación de las alternativas desde el punto de vista de la confiabilidad, mantenimiento y costo total.

Dentro de las diferentes alternativas se cuenta principalmente con la oferta de dos empresas *SISTEMAS DIGITALES* y *TECHLAN SOLUTIONS LTDA*.

- **Confiabilidad**

Analizando la capacidad que tienen los equipos a utilizar para la implementación desde el punto de vista de su buen desempeño; cada una de las empresas garantiza la buena funcionalidad de los mismos solo que *TECHLAN SOLUTIONS LTDA* maneja dentro de su propuesta equipos marca comercial CISCO SYSTEMS los cuales tienen un reconocimiento en el mercado por ser equipos robustos y con muy buen desempeño, estos equipos tienen una garantía ofrecida por el fabricante de 3 meses pero se debe adquirir un paquete de garantía SMART NET 8X5 NBD.

La empresa *SISTEMAS DIGITALES* no revela la marca de los equipos por cuestiones de confidencialidad pero garantiza su buen desempeño.

Las dos alternativas ofrecen la demostración de los equipos antes de realizar la compra para que el usuario observe el funcionamiento del sistema a implementar. Para esto *SISTEMAS DIGITALES* por estar ubicado en la ciudad de Bucaramanga presta el servicio sin ningún costo, mientras que con *TECHLAN SOLUTIONS LTDA* se tendría que pagar los viáticos del ingeniero que viene a hacer la demostración.

- **Mantenimiento**

En cuanto al proceso de mantenimiento o reparación de los equipos, la empresa *SISTEMAS DIGITALES* por encontrarse en Bucaramanga indiscutiblemente va a tener un costo menor tanto económico como de tiempo empleado para realizar esta labor, mientras que *TECHLAN SOLUTIONS LTDA* al encontrarse en Bogotá la Electrificadora de Santander tendría que correr con los gastos de viáticos del ingeniero o técnico encargado.

- **Costo**

PROPUESTA ECONÓMICA # 1

La oferta económica a continuación la ofrece la empresa *SISTEMAS DIGITALES* ubicada en Bucaramanga, la cual brinda el suministro de los equipos activos y pasivos como la configuración de los mismos, instalación, montaje final y puesta en funcionamiento, excepto la instalación del poste ubicado en el cerro el oso y suministro de energía en el mismo.

Tabla 15. Detalle de los equipos a utilizar

EQUIPO	CANTIDAD
Router	8
Convertidor RS232 a Ethernet	1
Tarjeta de red	1
Antena direccional de 14dbi	6
Antena direccional de 24dbi	2
Cables, amarres y demás elementos consumibles para la instalación.	Todos los elementos necesarios para la instalación.
armario metálicos de 25*25*30 cm.	8

Fuente. Empresa SISTEMAS DIGITALES

Nota: La descripción de cada uno de los equipos se encuentra al comienzo de la propuesta, es importante aclarar que el esquema planteado queda ampliable para transmitir adicionalmente imágenes (Sistema de vigilancia remota) u otro tipo de conexión; realizando una configuración adicional a los *routers*.

Tabla 16. Valor Total Propuesta *SISTEMAS DIGITALES*

DESCRIPCIÓN	VALOR
Enlace de comunicación inalámbrica entre la Represa de Bocas y la Planta Palmas, para transmisión ON LINE de datos de control e interfaz grafica, para el controlador lógico programable VISION 280 marca Unitronics.	\$ 16.783.600 (diez y seis millones setecientos ochenta y tres mil trescientos ochenta y un pesos)

Fuente. Empresa *SISTEMAS DIGITALES*

PROPUESTA ECONÓMICA # 2

La oferta económica a continuación la ofrece la empresa *TECHLAN SOLUTIONS LTDA* ubicada en Bogota, la cual brinda el suministro de los equipos activos y pasivos como la configuración de los mismos, instalación, montaje final y puesta en funcionamiento, excepto la instalación del poste ubicado en el cerro el oso y suministro de energía en el mismo.

Tabla 17. Valor Total Propuesta *TECHLAN SOLUTIONS LTDA*

Item	Equipo	No. de parte	Cant	Precio Unitario		Subtotal	
1	AIRONET 1410 Wireless Bridge	AIR-BR1410A-A-K9	2	USD	4.065	USD	8.130
2	AIRONET 1310 Wireless Bridge	AIR-BR1310G-A-K9	6	USD	1.712	USD	10.272
3	Servicio de Configuración de un (1) Cisco Aironet 1410	TLServ-BG	2	USD	95	USD	190
4	Servicio de Configuración de un (1) Cisco Aironet 1310	TLServ-BG	6	USD	95	USD	570
5	Aironet 1300 Roof Mount Kit	AIR-ACCRMK1300	6	USD	193	USD	1.158
6	SMARTnet 8x5xNext Business Day	AIR-ACCRWM1400	2	USD	214	USD	428
7		CON-SNT-AIRBR14A	2	USD	201	USD	402
8		CON-SNT-AIRBR13A	6	USD	136	USD	816
9		Viaticos Ingeniero Especialista (4 Dias)	TLServ-VT	1	USD	390	USD
				SubTotal		USD	22.356
				I.V.A		USD	3.577
				TOTAL		USD	25.933

Fuente. Empresa *TECHLAN SOLUTIONS LTDA*

5. CONCLUSIONES

Se logró adquirir familiaridad con el ámbito industrial, en donde el proyecto exigía tener un conocimiento previo del proceso de Generación Hidroeléctrica, estudiando el funcionamiento de cada uno de los elementos y equipos que los conforman.

El PLC Vision 280 de Unitronics, posee una pantalla de cristal líquido para visualizar de forma gráfica las variables y datos del proceso en tiempo real, característica que le permite ser un dispositivo lo suficientemente robusto para implementaciones de este tipo, convirtiéndose en una alternativa más económica y confiable; dado que la gran parte de los PLC que actualmente están presentes en el mercado necesitan de circuitos externos adicionales para realizar tareas como estas.

Con las pruebas realizadas para corroborar el buen funcionamiento del sensor ultrasónico SITRANS Probe LU se logró determinar que el margen de error es bastante pequeño alrededor de un 2%, lo que lo hace un dispositivo bastante completo para este tipo de aplicaciones; con la puesta en marcha de este equipo se adquirió destreza en el manejo de situaciones reales (calibración y programación) donde plenamente se observó el funcionamiento de un proceso, confrontándose los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad con los recibidos en la práctica empresarial.

A pesar que durante el transcurso de la actividad académica no se estuvo en contacto directo con el área de la automatización Industrial, se logra implementar y poner en marcha el equipo OPLC Vision 280 junto con su módulo de expansión Snap-in V200-18-E1B, para lo cual se hizo necesario conocer detalladamente las herramientas del software de programación Visilogic de Unitronics, con el propósito de presentarle a la Electrificadora de Santander una descripción del manejo del navegador de aplicación y del programa; ya que este software comprende muchas variables a manejar, durante este proyecto solo se hizo alusión a lo que comprendía el programa para dar alarmas de Nivel para la Represa como Desarenador, todo esto con el fin de que la empresa maneje el

programa y pueda en cualquier situación realizar modificaciones o adicionarle escalones para realizar otras funciones.

Debido a que los sitios (Represa y Central Hidroeléctrica de Palmas) implicados para establecer el sistema de comunicación se encuentran ubicados en un sector bastante montañoso donde no era posible obtener línea de vista; se realizaron salidas de campo para encontrar puntos que permitieran establecer dicho enlace de forma optima y confiable, para lo cual se tuvo en cuenta la seguridad del sector y la alimentación eléctrica en cada uno de los sitios encontrados.

Ya que la empresa actualmente invirtió en los equipos de monitoreo se llegó a la conclusión, que para la escogencia del sistema de comunicación primordialmente este se basara en el envío de datos con el fin de obtener la información en tiempo real del PLC (VISION 280) en la central hidroeléctrica de palmas, de manera todo que los operadores actúen oportunamente ante cualquier acontecimiento que pueda traer consecuencias irreparables en casa máquinas, debido a que la operación de las turbogeneradores dependen del nivel en la represa.

Dentro de las alternativas de comunicación en un comienzo se pensó en que se podría enviar los datos del PLC vía radio módem pues esta opción podría llegar a ser bastante económica y se obtendría aprovechar la banda de comunicación que actualmente maneja la empresa para transmisión de voz vía radio en este sector, pero se llegó a la conclusión que la transmisión de datos podría interferir en la transmisión de voz; además, como el envío de datos es durante 24 horas es muy probable que el sistema falle al presentarse mal tiempo. Dentro de las averiguaciones en el mercado, existen equipos que realizan esta función pero estos son equipos muy costosos porque son muy robustos; además manejan una banda de frecuencia que necesita de la autorización del ministerio de comunicaciones; por ultimo como otro factor de alto costo es que este tipo de equipos necesitan de una infraestructura adecuada para que el sistema pueda funcionar lo cual conlleva a pensar que esta alternativa no es la mas viable.

La alternativa de comunicación vía móvil se descartó por completo porque no se tiene señal en ninguno de los sitios y las empresas que prestan este servicio de comunicación no se comprometían en instalar antenas en este sector por cuestiones de rentabilidad.

Dentro del mercado de las comunicaciones una de las alternativas que proporcionan el mejor panorama para establecer comunicación se encuentra el sistema vía microondas, después de realizar diversas averiguaciones se encontró que *Ericsson* tiene un sistema vía microondas que no necesita línea de vista por tal motivo el sistema es bastante robusto lo cual conlleva a encarecer el costo. Aunque un sistema así mejoraría en un cien por ciento las comunicaciones en la represa, no es posible porque se tendría que exceder la inversión.

Después de analizar varias alternativas se llegó a la conclusión que de acuerdo a las necesidades y requerimientos el sistema que podría implementarse sería un sistema inalámbrico utilizando Access point el cual permita recibir y emitir datos; todo esto con el fin de utilizar los puntos encontrados para obtener línea de vista y de esta forma hacer posible el envío de la señal a través de un enlace múltiple (*WDS*).

Después de seleccionar el sistema de comunicación que podría implementarse se hicieron las respectivas cotizaciones; y en este proyecto se presentaron dos propuestas con su respectivo análisis financiero para que la *ELECTRIFICADORA DE SANTANDER. S.A.E.S.P* estudie cual es la más adecuada financieramente para ellos.

6. RECOMENDACIONES

Para aprovechar el funcionamiento del PLC en la sala de control, se podría conectar el equipo a un PC para que arrojará los datos y de esta manera se tuvieran reportes históricos del funcionamiento de la Represa, logrando suministrar toda esta información a la CDMB y la CAS entidad responsable de la gestión y protección de los recursos medio ambientales de la región; con el fin de tener pruebas escritas ante cualquier eventualidad en la que los operadores de la represa tengan que realizar alguna acción de control inesperada en épocas de lluvia.

Durante el transcurso de la ejecución de este proyecto solo se pudo inspeccionar las herramientas de programación de *Visilogic* enfocado al programa de monitoreo de nivel para la Represa; por cuestiones de tiempo no se pudo profundizar todos los elementos de programación que tenía el programa, se recomienda a la empresa inspeccionar todas las funciones que trae el equipo para el aprovechamiento al máximo del mismo.

Para cuando la empresa haya determinado cual propuesta escoger; es importante realizar una demostración de la Solución a implementar, esto con el fin de observar realmente la funcionalidad de los equipos; por la topografía del sector sería mejor corroborar que la señal llegue a su destino.

Si la empresa desea además de la transmisión de datos del PLC tener más servicios de comunicación aprovechando el sistema implementado, una de las propuestas queda ampliable para transmitir adicionalmente imágenes (sistema de vigilancia remota) u otro tipo de conexión; realizando una configuración adicional a los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

Allen-Bradley. Photoswitch Sensores Ultrasónicos. Disponible en Internet <http://www.ab.com/catalogs/C114-CA001A-ES-P/3ultrnic.pdf>

ARTOM, Auro. Principios de Transmisión de Datos. Madrid, c1994 184p

Bates, Bud. Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha. Aravaca Madrid. McGraw-Hill, 2003. 345p.

BENJAMÍN, Moisés. Comunicaciones Inalámbricas. Buenos Aires. 1956. 323p

BLANK, Leland T. Ingeniería Económica. ELAND T. BLANK Y ANTHONY J. TARQUIN. Bogotá. McGraw-Hill. 1988. 558p

CLEMENT, J.M. Introducción al Control e Instrumentación. Madrid: Alhambra 1970 225p

CREUS, Antonio. Instrumentación Industrial. Sexta edición México. Alfaomega; Barcelona Marcombo, 1998. 750p

Electrificadora de Santander S.A.E.S.P. Manual de Procedimientos (Generación Hidráulica ESSA) 1970. 180p

FOROUZAN, Behrouz A. Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones. Segunda Edición. McGraw-Hill, 2002. 887p

HELFRICK, Albert D. Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición. México Prentice Hall. 1991. 450

HUIDOBRO MAYA, José Manuel. Comunicaciones de Voz y Datos. Segunda Edición Madrid. Paraninfo 1996. 299p

IEEE Standard for information technology – telecommunications and information exchange between systems local and metropolitan area network – specific requirement part: wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications. N° 57 pages: i-67. Consultado Base de datos IEEE en Enero del 2006.

MARTÍNEZ, Jorge Redes de Comunicaciones. México alfaOmega 2004. 289p

PLAZAS PRADA, Ricardo. Instrumentación Industrial; Sistemas de Medición y Control Automático. 147p

SIEMENS. Sitrans Probe Lu. Disponible en Internet.
<https://pia.khe.siemens.com/index.asp?Nr=11157>

-- Quick Start Manual. March 2005. Siemens. Guía Para la Puesta en Marcha Rápida del Sitrans Probe LU.

UNITRONICS. Vision Series. Disponible en Internet www.unitronics.com

-- Manual Vision OPLC (Grafic operador Panel & Programmable Logic Controller)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN. Curso de Control de Procesos. Tipos de Sensores disponible en internet.

http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/Tema_3/Tp3a.pdf

ANEXOS A

ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A.E.S.P.

A.1 GENERALIDADES

Es una Empresa de servicios de administración, operación y distribución de energía eléctrica en la región de Santander que tiene como propósito brindarle a la comunidad el mejor servicio basado en tecnología, calidad, efectividad y rentabilidad, dentro de sus negocios se encuentra Generación, Distribución, Comercialización y Administración; Además la empresa cuenta con Acciones en beneficio de la Comunidad y Actividad empresarial en defensa del Entorno.

MISIÓN

Participar en negocios del sector energético con tecnología, efectividad, calidad y rentabilidad para el engrandecimiento y bienestar de nuestros clientes, empleados y accionistas.

Somos un factor de progreso de la región y del país, haciendo el mejor aprovechamiento de los recursos, preservando el medio ambiente y su desarrollo sostenible.

VISIÓN

La Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. será una empresa competidora en los mercados en que participe, modelo en el sector energético por su orientación al cliente, a la creación de valor para sus accionistas y en el uso de las mejores prácticas de gestión. Como consecuencia en el 2010 su rentabilidad deberá superar el costo de capital.

OBJETIVOS DE CALIDAD

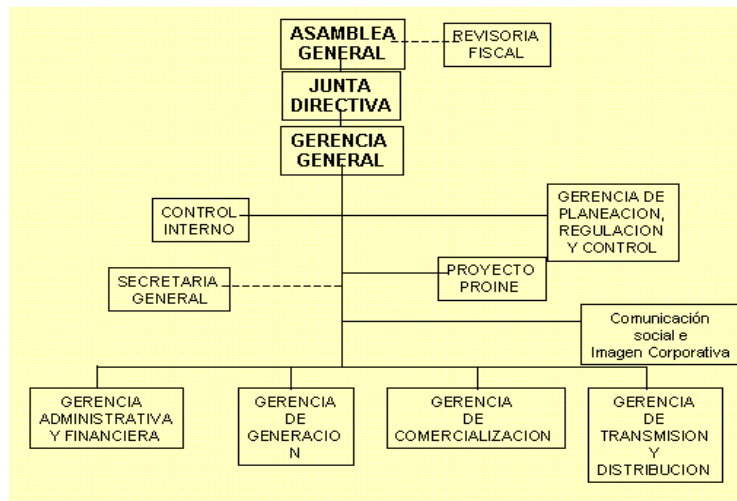
- Mejorar la calidad y oportunidad del servicio en la atención al cliente
- Cumplir con el nivel de disponibilidad de las unidades térmicas e hidráulica exigido por los clientes.
- Evaluar el desempeño de los procesos y generar acciones de mejoramiento
- Desarrollar las competencias empresariales requeridas
- Adecuar tecnologías que permitan el mejoramiento de los procesos
- Crecer con rentabilidad y flujo de caja para incrementar el valor de la empresa

POLÍTICA DE LA CALIDAD

Es política de la calidad de la ESSA E.S.P., lograr la satisfacción de los clientes suministrándoles energía eléctrica y servicios de alta calidad, mediante el cumplimiento de los procesos y la disposición permanente a su mejoramiento, el desarrollo integral del talento humano, la adecuación de tecnología, el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios, los cuales permiten incrementar el valor de la compañía, asegurar su desarrollo sostenible y crecer con rentabilidad.

A.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Figura A1. Organigrama



Fuente: Electrificadora de Santander

TRANSMISIÓN

El sistema de Transmisión de la ESSA lo constituyen las líneas de 220 Kilovoltios y su sistema de Distribución está conformado por las líneas de 115, 34.5 y 13.8 Kilovoltios.

GENERACIÓN

- **SISTEMA DE GENERACIÓN TÉRMICA**

La generación térmica es realizada en *TERMOBARRANCA* y *TERMOPALENQUE*. En *Termopalenque* la generación térmica se hace a través de la unidad turbogas y hace parte del Sistema de Interconexión Nacional., con una capacidad nominal de 15 MW, aunque siendo una de las más antiguas del parque térmico del país continúa hoy dándole condiciones de disponibilidad y respaldo al sector eléctrico colombiano, además de cumplir con las exigencias reguladoras del sector. Para el caso de Termobarranca la generación se hace por unidades térmicas a vapor que generan cada una hasta 12.5 MW – hora y constan de: caldera, turbina, generador, condensador de vapor y equipos auxiliares.

- **TERMOBARRANCA**

Termobarranca es una central térmica localizada en Campo Galán a siete kilómetros del casco urbano de Barrancabermeja, sobre la margen derecha del Río Magdalena.

La generación en TERMOBARRANCA, se inicia en 1970 con la puesta en operación de las unidades I y II, cada una de 12.500 kw/h. de capacidad y conectada al barraje de 34.500 voltios.

El creciente aumento de la demanda de energía en el departamento de Santander, y el deseo de lograr estabilidad en la prestación del servicio, hizo necesario montar otra unidad de generación, la cual entró en operación comercial en 1978 y se conoce como la unidad N° 3, con una capacidad de 66.000 kw/h, la cual fue conectada al sistema Nacional de 230.000 voltios.

La ESSA ha realizado en Termobarranca transformaciones significativas en su estructura organizativa, buscando con esto ponerse a tono con las condiciones de la competencia y el Mercado, se han generado políticas de optimización operativa y de mantenimiento con las que se espera continuar su participación activa.

- **TERMOPALENQUE**

Actualmente en Termopalenque se encuentran instalada la unidad conocida como la unidad turbogas No. 3, BROWN BOVERI tipo 11L cuya particularidad reside en la posición horizontal de la cámara de combustión, situada encima del turbo-compresor.

La potencia efectiva del generador actualmente es de 15000 kW a una tensión de 13800 V. Para su funcionamiento se utiliza gas natural.

Sus elementos constitutivos forman tres grupos a saber:

Turbina de gas y compresor de aire.

Alternador, motor de arranque y pupitre de mando.

Cámara de combustión con sus respectivos ductos de aire.

La máquina funciona según el ciclo abierto, es decir, sin refrigeración intermedia, ni calentador de aire. El ciclo termodinámico abierto se divide en cuatro fases, encargándose la atmósfera de la última.

La primera fase es la compresión del aire de combustión en el compresor de aire (tipo axial); por absorción de potencia, un volumen de aire determinado es puesto a la presión requerida en la cámara de combustión.

La segunda fase se caracteriza por la combustión. El aporte de calorías realizado por la combustión a presión constante del combustible inyectado, mezclado con una parte del aire comprimido, aumenta la entalpía de los gases que se dilatarán en la turbina.

La cantidad de aire de combustión es adecuadamente ajustada para asegurar el mayor rendimiento térmico posible. La cantidad de aire que queda se utiliza para enfriar las paredes de la cámara de combustión y luego se mezcla con los gases de combustión, cuya temperatura se reduce así a un valor admisible para la turbina.

La tercera fase se realiza por la expansión de los gases calientes en la turbina. La energía así producida acciona todo el grupo, y la diferencia entre la potencia desarrollada por la turbina y la absorbida por el compresor, es transformada en energía eléctrica por el alternador.

COMERCIALIZACIÓN

En el propósito de hacer la institución más competitiva, la ESSA en los últimos años ha implementado nuevas estrategias tendientes a fijar más la atención de los clientes en general mostrando una mayor disposición a la solución de sus inquietudes permitiendo con ello mantener una relación directa ESSA-CLIENTES.

ACCIONES EN BENEFICIO DE LA COMUNIDAD

A través del Dpto. de Control de pérdidas y la Oficina de Relaciones con la comunidad, la Electrificadora de Santander realiza una persistente acción de liderazgo para orientar a los habitantes de diversos sectores del departamento en relación con la manera de impulsar proyectos de desarrollo comunitario con el respaldo de las diversas instituciones del Estado y la empresa privada. Esta labor permite, además, recoger información sobre el impacto de la tarea institucional para el mejoramiento integral del servicio.

ACTIVIDAD EMPRESARIAL EN DEFENSA DEL ENTORNO

La Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. se encuentra interesada en recibir ofertas de predios donde se pueda adelantar un programa de reforestación en la modalidad de asociación, dentro de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander, provincias de Mares, Vélez, García Rovira, Comunera y Guanentá, y los municipios de Santa Bárbara y Los Santos en la Provincia de Soto.

El convenio de asociación implica por parte del propietario del predio, la destinación del terreno con el fin exclusivo de reforestación durante todo el turno del bosque, la vigilancia y cuidado de la plantación y sus costos de mantenimiento a partir del año 4, mientras que la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. aporta el costo del establecimiento y mantenimiento hasta el año 3. En el momento del aprovechamiento se estimará el valor actualizado de las inversiones para previa su deducción, repartir la utilidad en partes iguales.

ANEXOS B

PROGRAMA PLC VISILOGIC SETUP V4.6 (ALARMAS DE NIVEL)

Se presentara a continuación una descripción de la configuración y elaboración del programa para el PLC Visión 280 de Unitronics, en primer lugar se explicara el manejo del programa VisiLogic y por ultimo se exhibirá el programa junto con la descripción de cada uno de los escalones que lo conforman. Solo se realizará la explicación referente a la configuración del programa de la represa, debido a que el relacionado con el control en el desarenador tiene la misma estructura. Es de gran interés recalcar que el supervisar el nivel a través de la automatización conlleva a la optimización del proceso de Generación Hidráulica para la Electrificadora de Santander.

B.1 PROGRAMA REALIZADO EN VERSIÓN 4.6

La elaboración del programa se realizó en la versión 4.6 ya que es la más reciente, es de gran importancia tener en cuenta la versión al momento de realizar cualquier cambio en el programa ya que el PLC puede rechazar una versión antigua o más nueva.

B.1.1 ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA

Antes de dar inicio se identificaran las entradas y salidas del sistema de medición de nivel de Represa – Desarenador.

▪Entradas Análogas al Sistema:

1. Sensor Ultrasónico Sitrans Probe LU ubicado en la represa de Bocas.
2. Sensor Ultrasónico Sitrans Probe LU ubicado en el Desarenador.

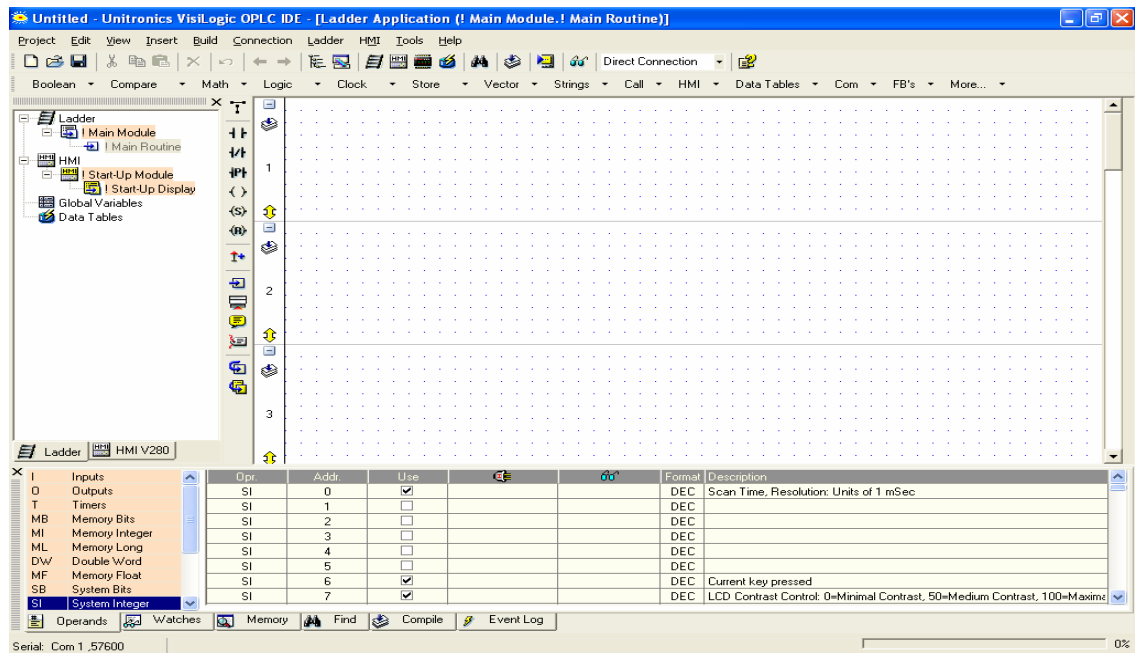
▪Salidas Digitales de Relé:

1. Alarma nivel Alto – Alto Represa Bocas
2. Alarma nivel Alto Represa Bocas
3. Alarma nivel Bajo Represa Bocas
4. Alarma nivel Alto – Alto Desarenador
5. Alarma nivel Alto Desarenador
6. Alarma nivel Bajo Desarenador

B.2 INICIO DEL PROGRAMA

En el menú se escoge Project y luego new, después de esta acción se observa la pantalla del Hardware de configuración donde se escogerá el tipo de entradas y salidas del sistema ya sean análogas o digitales; las especificaciones técnicas del PLC se explicaron en el capítulo anterior.

Figura B1. Pantalla principal



Fuente: Programa Visilogic V4.6

A continuación se mostrara el Navegador de aplicación en donde se puede acceder a la configuración del dispositivo, al programa y a las variables; a través de él se puede hacer todo tipo de modificación por tal motivo es importante, explorar más a fondo las opciones o carpetas a las cuales se tiene acceso por medio del Navegador, pues el buen manejo del mismo será favorable para el correcto diseño y elaboración del programa que se requiere transferir al autómeta. En este informe se proporcionara características específicas de las opciones de las cuales se hizo uso en la realización del programa correspondiente a la aplicación para las alarmas de Nivel para la Represa como para el Desarenador.

B.2.1 CONFIGURACIÓN

En el menú su busca el modulo Snap-in I/O con la referencia V200-18-E1B el cual se utilizo en la aplicación, a continuación se despliega la ventana del Hardware de configuración.

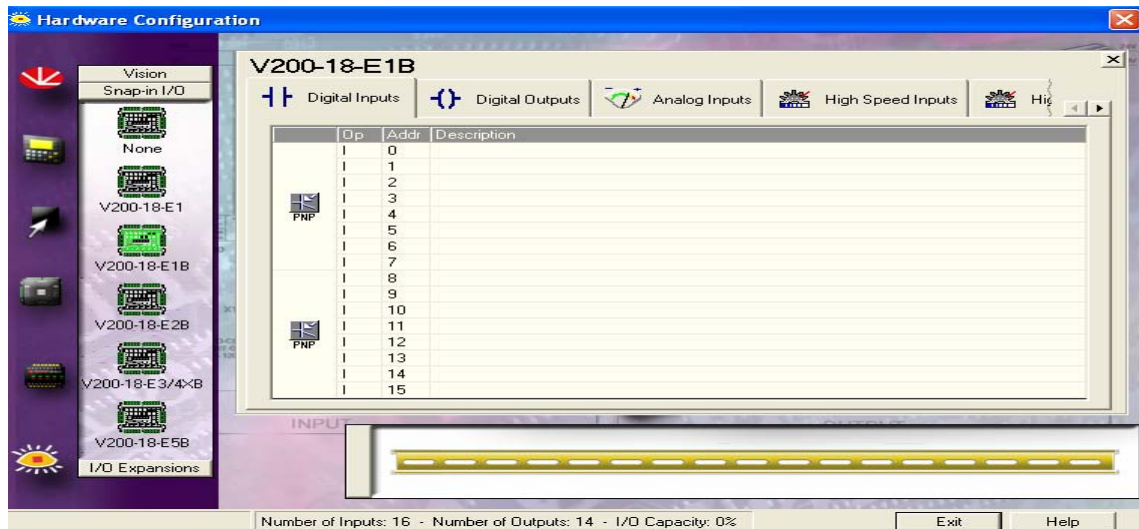
Figura B2. Ventana para acceder al Hardware Configuration



Fuente: Programa Visilogic V4.6

Las opciones para configurar las entradas y salidas se pueden observar inmediatamente después de escoger el modulo snap-in i/o con la referencia v200-18-e1b.

Figura B3. Ventana para ingresar las I/Os



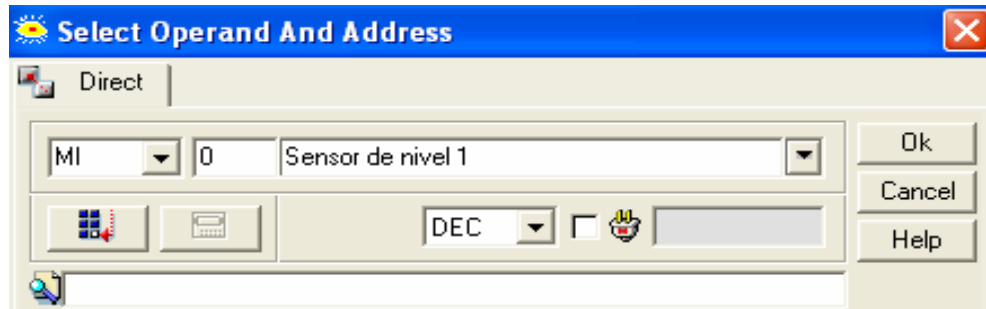
Fuente: programa visilogic V4.6

Al seleccionar las entradas del sistema se despliega una ventana donde se especifica los siguientes parámetros:

- **Tipo de Operación:** Cada uno de los elementos y funciones que se encuentran en la programación en lenguaje ladder se ligan al tipo de operación. Cada operando tiene una dirección y una descripción de acuerdo a la función que realice dentro del programa. En el anexo A se encuentra la información completa de todos los tipos de operación y sistema de operación con su respectiva descripción.
- **Dirección de operación:** Es la localización física en la memoria del PLC en donde se almacenan los datos.
- **Descripción de la operación:** Se describe muy brevemente que acción hace el elemento o función.

A continuación un ejemplo de la Ventana que se despliega al seleccionar un elemento.

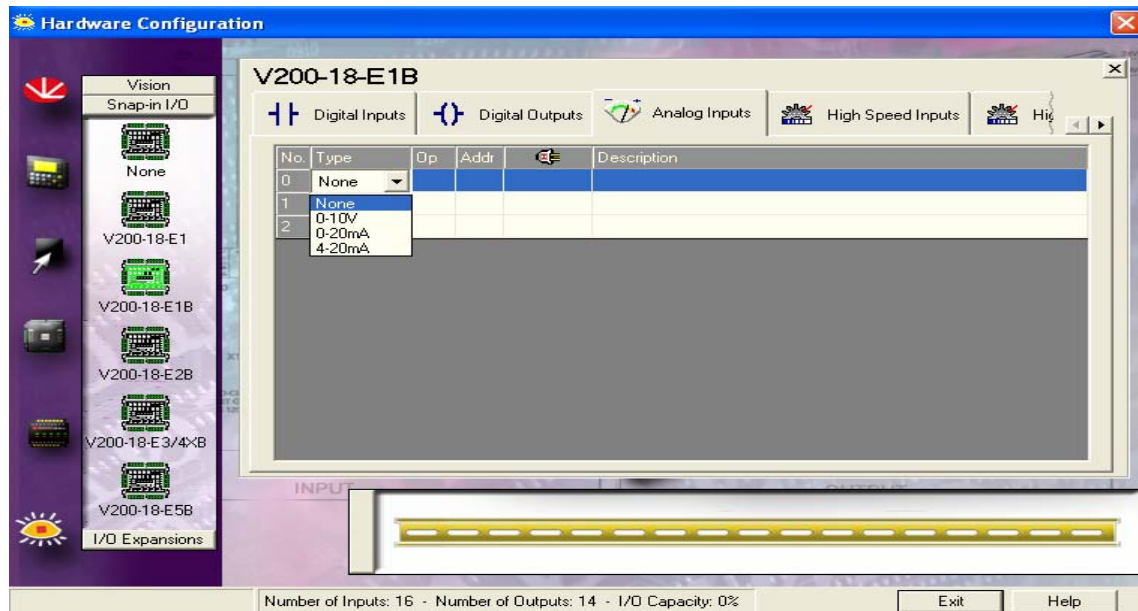
Figura B4. Dirección y descripción de operación



Fuente: Programa Visilogic V4.6

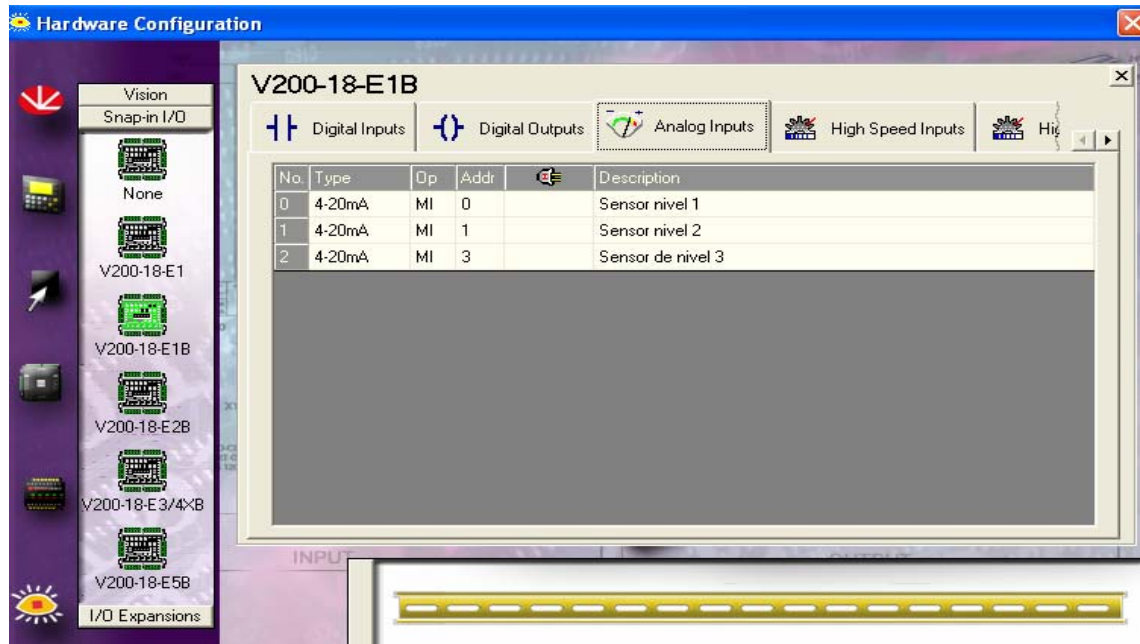
Para la configuración de las entradas análogas se especifica si son de (4-20mA), (0-20mA), (0-10V), para esta aplicación las entradas va a ser de (4-20mA).

Figura B5. Tipo de entrada análoga



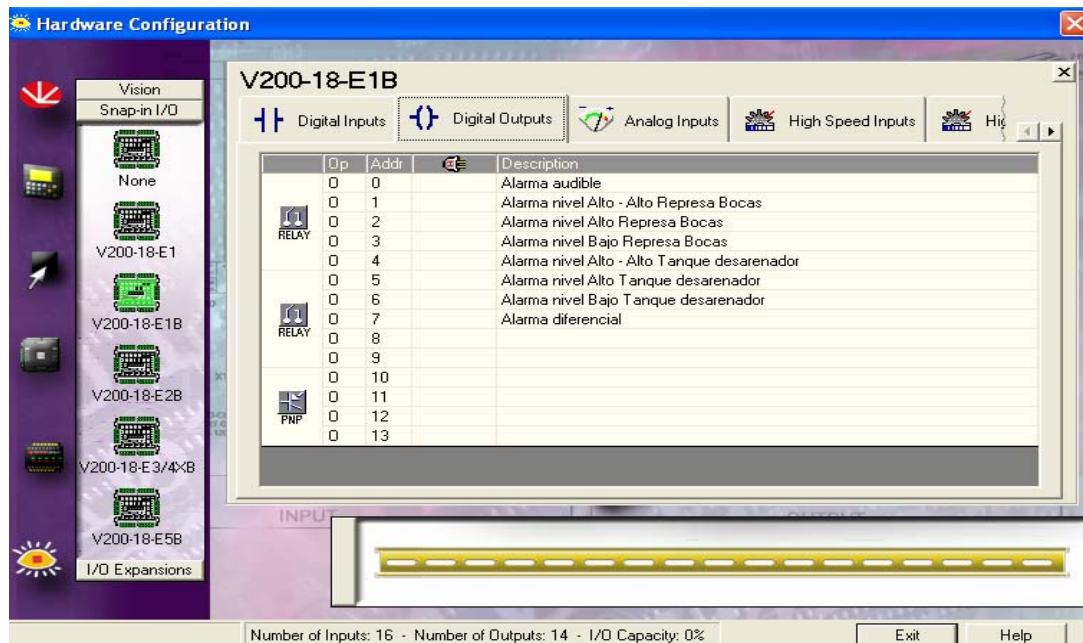
Fuente: Programa Visilogic V4.6

Figura B6. Configuración Entradas del sistema



Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Figura B7. Configuración Salidas del sistema

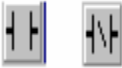




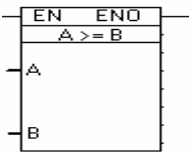
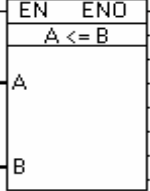
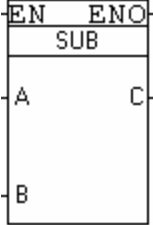
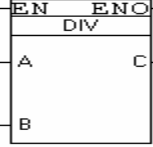
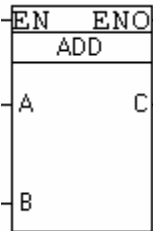
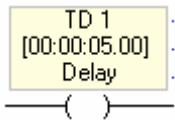
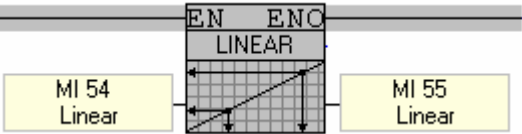
Fuente: Programa Visilogic V4.6

B.3 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN LADDER

Un programa escrito en lenguaje Ladder se compone de una serie de escalones (más adelante se mostrará un ejemplo de escalón) los cuales se encuentran entre dos barras de potencial y constan de un conjunto de elementos gráficos que están vinculados entre sí, por conexiones horizontales y verticales. A los elementos gráficos se les asocian los objetos de lenguaje con los que cuenta el programa *VisiLogic*, Los elementos gráficos que se emplearon en el programa para las alarmas de nivel, se encuentran en la barra de herramientas, al colocarlos sobre la pantalla se activa el seleccionador de tipo, dirección y descripción de la operación. Estos elementos que se van a emplear en el programa de la aplicación del Medidor de Nivel Represa- Desarenador, se relacionan en la tabla 15, junto con una descripción breve de sus características principales

Tabla B1. Lenguaje Ladder – Elementos gráficos

ELEMENTO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN
	Contactos abiertos o cerrados, tipo de operación MB ó SB(0 ó 1) y Timer (T)
	Un contacto positivo de la transición da un solo pulso paso a paso cuando su dirección de la referencia se levanta de APAGADO (lógica 0) a ENCENDIDO (la lógica 1). Un registro negativo del contacto de la transición la caída en estado de ENCENDIDO ha APAGADO.
	Una carga directa se activa cuando las condiciones netas precedentes están ENCENDIDO, permitiendo que el flujo de energía alcance la carga de la red. Si las condiciones netas precedentes están apagadas, una carga directa no se activa.

	<p>Bloque comparador, si la entrada A es mayor o igual que la entrada B entonces la energía atravesará el bloque de la función</p>
	<p>Bloque comparador, si la entrada A es menor o igual que la entrada B entonces la energía atravesará el bloque de la función</p>
	<p>La función matemática realiza la substracción del bloque y continuamente a esta acción la energía atravesara el bloque.</p>
	<p>La función matemática realiza la división del bloque y continuamente a esta acción la energía atravesara el bloque.</p>
	<p>La función matemática realiza la operación de adición del bloque y continuamente a esta acción la energía atravesara el bloque.</p>
	<p>El temporizador utilizado es el TD (en retraso), remítase al anexo B donde se explica su funcionamiento.</p>
	<p>Esta función linealiza un solo valor de la fuente, y después lo almacena en el registro, remítase al anexo C donde se explica su funcionamiento.</p>

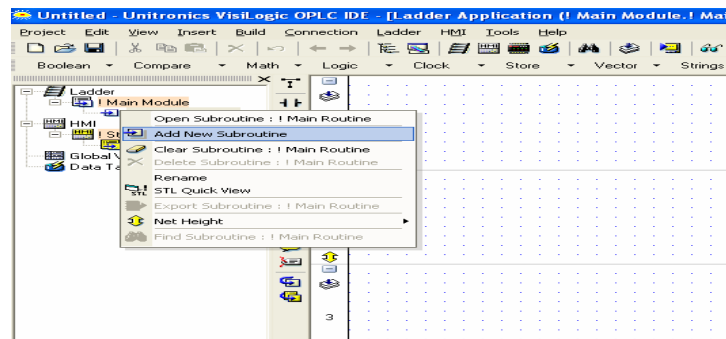
Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

B.3.1 CREACIÓN DEL PROGRAMA EN LENGUAJE LADDER

▪ Crear subprogramas:

El programa cuenta con módulos que a su vez contienen Subprogramas estos se van a utilizar para dividir la aplicación en bloques de programa de tal forma que desde cualquier punto de la aplicación se puede acceder a un subprograma determinado; Para crear el Subprograma se da click derecho al módulo y se escoge la opción *Add New Subroutine* y seguido de esto se escoge *rename* para colocarle el nombre.

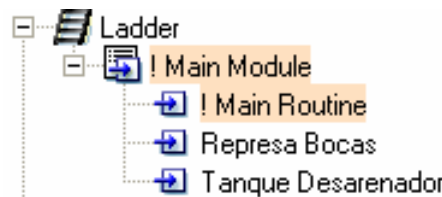
Figura B8. Ventana para crear un Subprograma



Fuente. Visilogic V4.6

Finalmente queda de la siguiente forma.

Figura B9. Subprograma

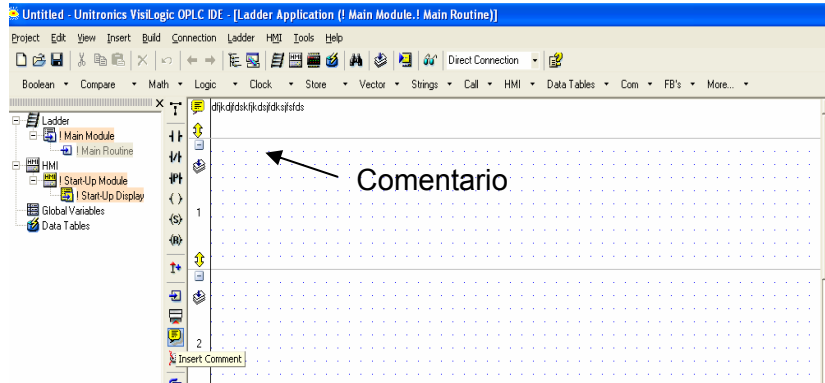


Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6


▪ Herramienta de Comentarios:

El escalón además de contener elementos gráficos, consta de un cuadro de texto que le permite colocar comentarios acerca del programa.

Figura B10. Comentarios del Programa




Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Se hace click sobre el icono  luego se coloca el cursor en la pantalla y se escribe el comentario.

▪ **Registro de la programación:**

Cada una de las variables a utilizar queda consignada en el siguiente cuadro que se observa en la parte inferior del Navegador de la aplicación, donde se puede observar el tipo, dirección y descripción de la operación.

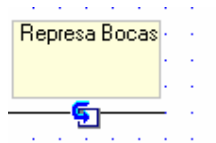
Figura B11. Registro de la Programación

X	Inputs	Opr.	Addr.	Use		Description
O	Outputs	I	0	<input checked="" type="checkbox"/>		
T	Timers	I	1	<input checked="" type="checkbox"/>		
MB	Memory Bits	I	2	<input checked="" type="checkbox"/>		
MI	Memory Integer	I	3	<input checked="" type="checkbox"/>		
ML	Memory Long	I	4	<input checked="" type="checkbox"/>		
DW	Double Word	I	5	<input checked="" type="checkbox"/>		
MF	Memory Float	I	6	<input checked="" type="checkbox"/>		
SB	System Bits	I	7	<input checked="" type="checkbox"/>		
SI	System Integer					

Fuente .Tomado de programa Visilogic V4.6

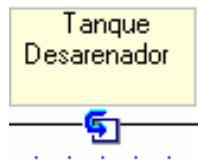
B.3.2 DESCRIPCIÓN PROGRAMA PARA MEDIR NIVEL REPRESA BOCAS- TANQUE DESARENADOR:

Figura B12. Subroutine Represa Bocas



Fuente: Programa Visilogic V4.6

Figura B13. Subroutine Desarenador



Fuente: Programa Visilogic V4.6


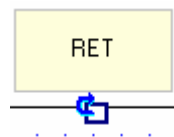
Este símbolo recibe el nombre de *call subroutine*  se encuentra en el menú de herramientas y se emplea para retornar al programa principal, el módulo principal tiene dos subprogramas Represa Bocas – Tanque Desarenador. Al igual al final del programa y subprogramas vamos a encontrar este símbolo de la siguiente forma, siempre se debe colocar para hacer efecto el retorno.

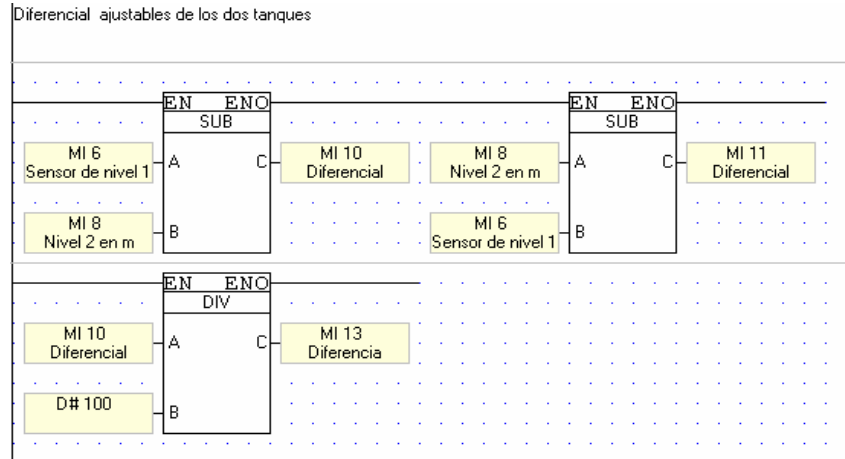
Figura B14. Símbolo de Retorno



Fuente: Programa Visilogic V4.6

Para mas detalle remítase al anexo C.

Figura B15. Diferencial Ajustable de los tanques

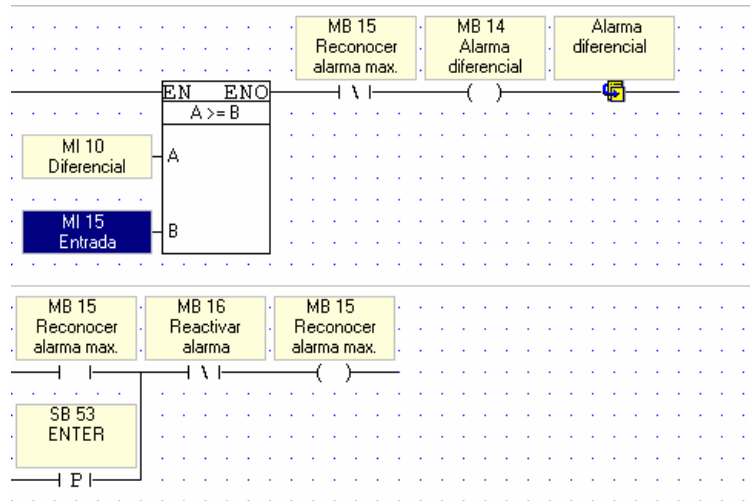


Fuente. Programa Visilogic V4.6


Se compara los niveles de los tanques mediante un bloque comparador de substracción para obtener un diferencial de los mismos y saber si se ajustan a la diferencia máxima de niveles de agua que debe existir entre los tanques.

Los valores MI 10 diferencial y M11 diferencial tienen unidades en metros, para obtener la unidad en centímetros utilizamos un comparador de división.

Figura B16. Activación alarma diferencial



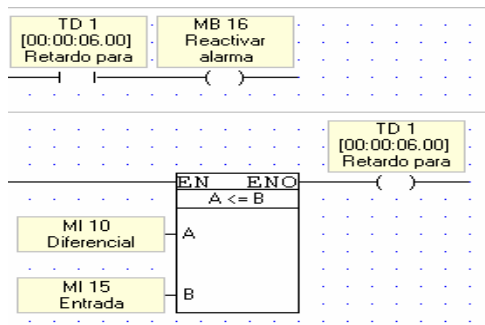
Fuente: Programa Visilogic V4.6

Si el diferencial ajustable de los tanques es mayor o igual que la entrada diferencial y el contacto MB 15 (Reconocer alarma máx. diferencial) se encuentra cerrado, se activa la alarma diferencial y con el símbolo 

Load HMI display, permite cargar al display, haciendo una exhibición en el controlador como respuesta a una condición de la escala. Remítase al anexo C para más detalle.

En la segunda escalera, reconocemos la alarma máx. Para esto internamente el PLC tiene programada una salida de relé; a la que se puede instalar una sirena o bocina y para callar la sirena se oprime la tecla enter; por consiguiente se desactiva la alarma porque el contacto MB 15 del primer escalón se abre y no deja energizar la salida MB 14.

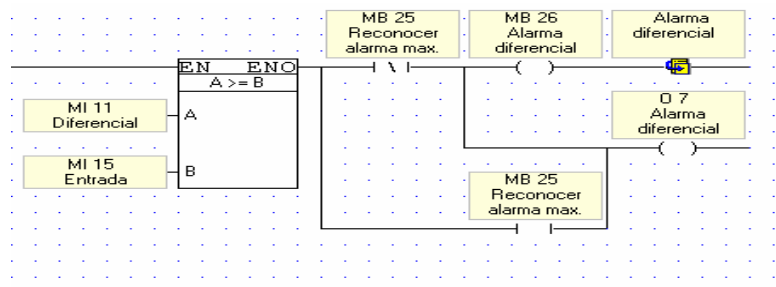
Figura B17. Retardo para evitar olas



Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Con el propósito de evitar que el sensor Ultrasónico proporcione falsos ecos que puedan activar una alarma, debido a falsas olas ó basuras presentes en el agua se programó un temporizador (TD 1) con seis segundos de retardo para verificar el valor real.

Figura B18. Diferencial ajustable de los tanques

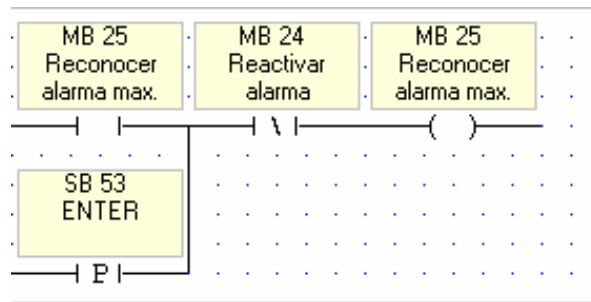


Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Si el diferencial ajustable de los tanques es mayor o igual que la entrada diferencial y el contacto MB 25 (Reconocer alarma máx. diferencial) se encuentra cerrado, se activa la alarma diferencial.

Cuando se activa la salida Alarma Diferencial, es porque se ha energizado la salida Reconocer alarma máx. Diferencial y por consiguiente sus contactos asociados. Y por programación ladder sabemos que una salida activada cambia de estado los contactos asociados a ella, de tal forma que si se encuentra abierto se cierre o si se encuentra cerrado se abra el contacto.

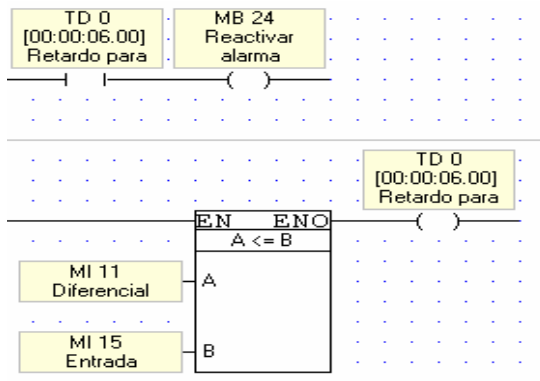
Figura B19. Reconocer alarma máxima diferencial



Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Cuando reconocemos la alarma máx., para callar la sirena se oprime la tecla enter; por consiguiente se desactiva la alarma porque el contacto MB 25 del primer escalón se abre y no deja energizar la salida MB 26.

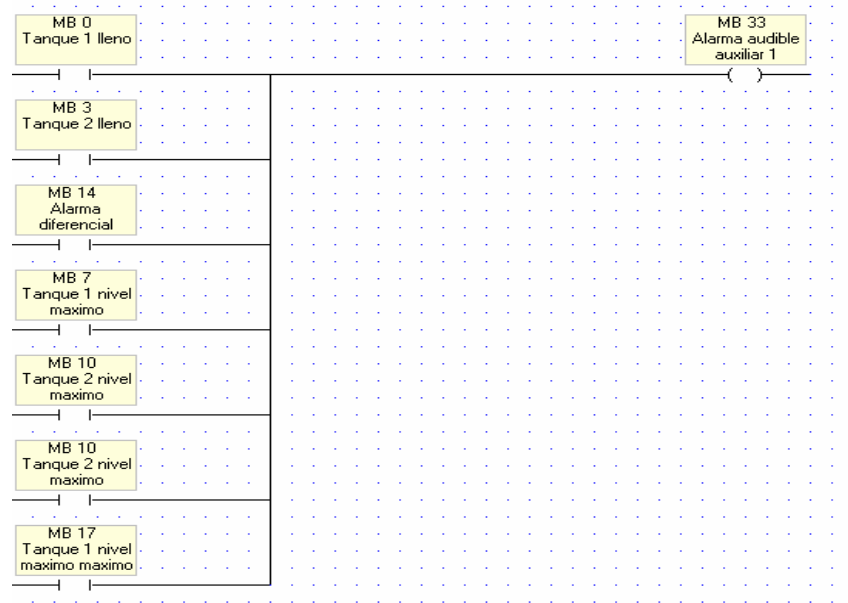
Figura B20. Retardo para evitar olas



Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Con el propósito de evitar que el sensor Ultrasónico proporcione falsos ecos que puedan activar una alarma, debido a falsas olas ó basuras presentes en el agua se programó un temporizador (TD 0) con seis segundos de retardo para verificar el valor real.

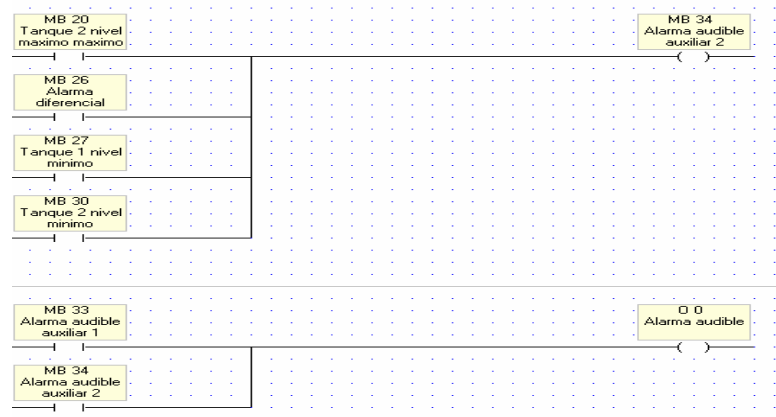
Figura B21. Alarma audible auxiliar



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

La salida (MB 33 Alarma audible auxiliar 1) se activa si: El tanque 1 esta lleno, Tanque 2 lleno, Alarma diferencial (MB 14), Tanque 1 nivel máximo, Tanque 2 nivel máximo, Tanque 1 nivel máximo -máximo.

Figura B22. Alarma audible



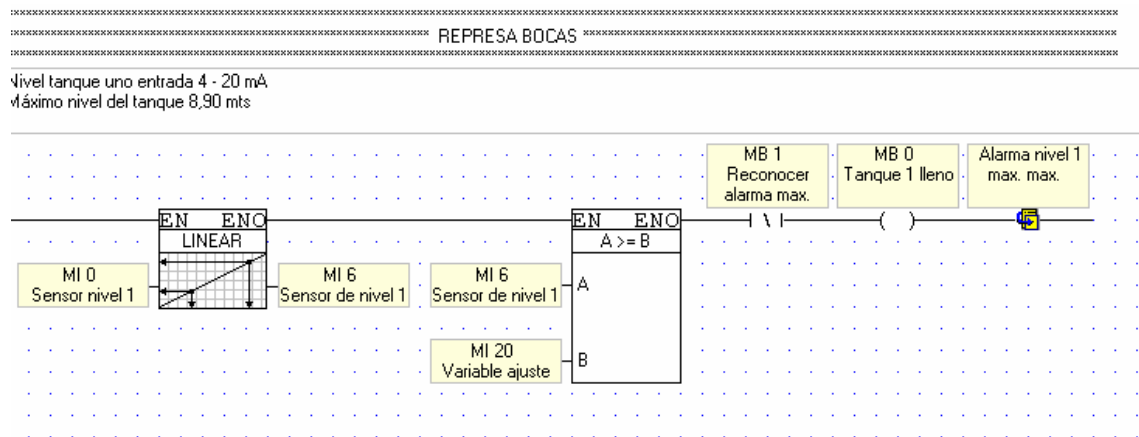
Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

La salida (MB 34 Alarma audible auxiliar 2) se activa si: El Tanque 2 nivel máximo máximo, Alarma diferencial (MB 26), Tanque 1 nivel mínimo, Tanque 2 nivel mínimo.

Al energizarse la salida (MB 33 Alarma audible auxiliar 1 ó MB 34 Alarma audible auxiliar 2), los contactos asociados cambian de estado y activan la alarma audible.

B.4 DESCRIPCIÓN SUBPROGRAMA REPRESA BOCAS:

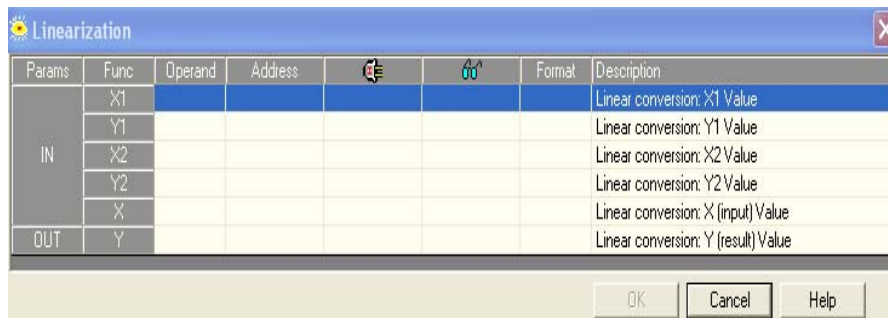
Figura B23. Linealización de las entradas del sensor



Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

El sensor ultrasónico tiene una salida de 4 – 20 mA, el PLC para interpretar esta medida la debe convertir a unidades, o sea bits para esto se utiliza el linealizador, a continuación se despliega la ventana donde se dan las especificaciones.

Figura B24. Ventana de Linealización



Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Se busca el rango para entradas análogas de acuerdo al modelo a utilizar

Tabla B2. Rango para entradas análogas

Model number	Resolution	Range
V200-18-E1 (Snap-in I/O module) V120-12-R1, V120-12-R2C	10 bit (0-10V, 0-20mA, 4-20mA)	0-1023, 1024 units (except at 4-20mA) 204 to 1024, 820 units (at 4-20mA)
M90 controllers (analog input)		
M91-19-R1, M91-19-R2, R2C		

Fuente.Tomado de programa Visilogic V4.6

En la tabla anterior me dice que debo utilizar para X1 un valor de 204 unidades es decir 4 mA; para X2 debo utilizar 1024 Unidades es decir 20 mA; cada vez que yo programo un computador reviso que los valores sean correctos, por consiguiente genero 4-20 mA y compruebo que la información sea correcta; para este computador 20 mA (X2) es igual a 1023 unidades.

Las especificaciones que nos proporciona la tabla 16 se puede encontrar en la barra de herramientas el menú de ayuda buscamos la pestaña Contenido, allí seleccionamos el libro Hardware configuration; el libro se despliega y buscamos el capítulo Analog I/O Ranges.

En la variable "X" se coloca el sensor de nivel 1 en mA, y en la variable "Y" el sensor de nivel 1 en metros.

Después de linealizar el valor de salida del sensor, este se compara con la Variable de ajuste Nivel máximo máximo tanque 1 y si llega a ser mayor o igual hay energización y se activaría la alarma de nivel 1 máx. máx.


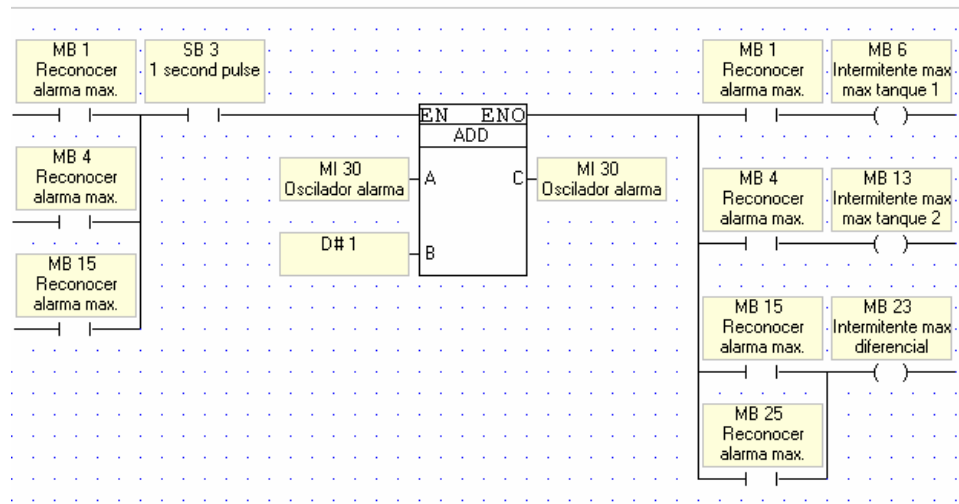
El icono  carga la alarma máx.-máx. al display HMI, remítase al anexo C para más detalle.

Figura B25. Alarma intermitente para programa Represa Bocas

Alarma intermitente

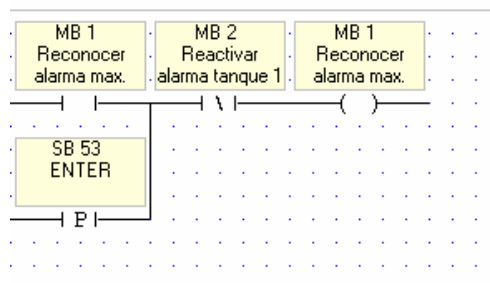


Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Al activarse cualquiera de las siguientes salidas: Reconocer alarma máx. máx. Nivel tanque 1, Reconocer alarma máx. Nivel tanque 2, Reconocer alarma máx. Diferencial, estas activan a su vez los contactos asociados energizándose las salidas de Intermitente máx. máx. tanque 1, Intermitente máx. máx. Tanque 2, Intermitente máx. diferencial, con el bloque comparador se realiza la oscilación, la cual me garantiza que los íconos de alarma me encienda y apague cada segundo; si colocase una lámpara o piloto indicador este prenderá durante un segundo y se apagará un segundo.

Figura B26. Reconocer alarma para programa Represa

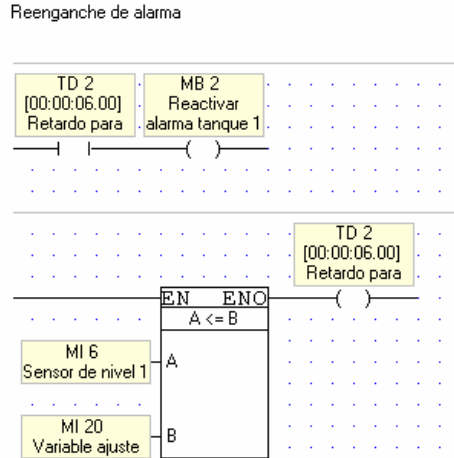
Reconocer alarma



Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Cuando reconocemos la alarma máx. máx. nivel tanque 1, se cierran los contactos asociados a este, en el escalón anterior se observa que al cerrarse el contacto MB 1 (reconocer alarma máx. máx nivel tanque 1) se energiza la salida MB 6 (Intermitente máx máx tanque 1) cuando se quiere finalizar esta alarma se oprime la tecla enter.

Figura B27. Reenganche de alarma para programa Represa

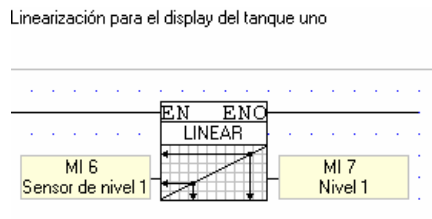


Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Con el propósito de evitar que el sensor Ultrasónico proporcione falsos ecos que puedan activar una alarma, debido a falsas olas ó basuras presentes en el agua se programo un temporizador (TD 2) con seis segundos de retardo para verificar el valor real.

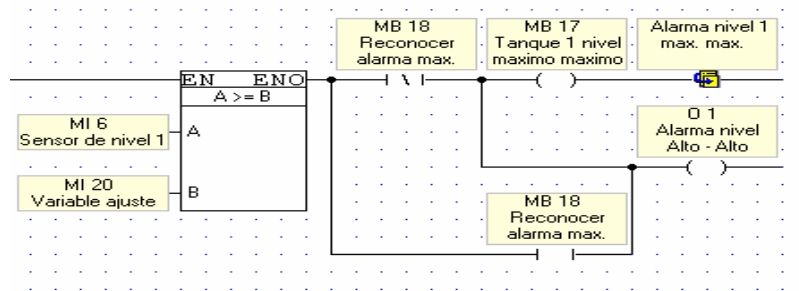
Este se activa cuando en el bloque comparador se cumpla que el resultado de la lectura del nivel del Sensor de nivel 1 en m sea menor o igual que la Variable de ajuste Nivel máximo máximo tanque 1

Figura B28. Representación de Nivel 1 linealizado



Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Figura 42. Alarma de nivel máximo-máximo para Represa

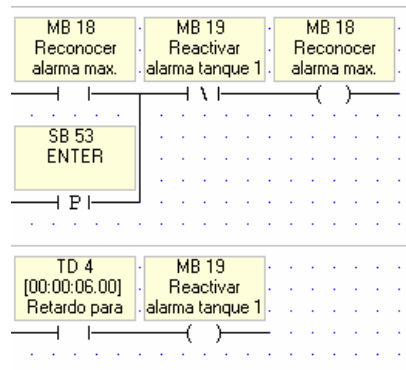


Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Si el Sensor de nivel 1 en m es mayor o igual que la Variable de ajuste Nivel máximo máximo tanque 1 y el contacto MB 18 (Reconocer alarma máx. máx. nivel tanque 1) se encuentra cerrado, se activa la salida Tanque 1 nivel máximo máximo y se exhibe en el display.

Cuando se activa la Alarma nivel Alto - Alto Represa Bocas, es porque se ha energizado la salida reconocer alarma máx. máx. Nivel tanque 1 y por consiguiente sus contactos asociados.

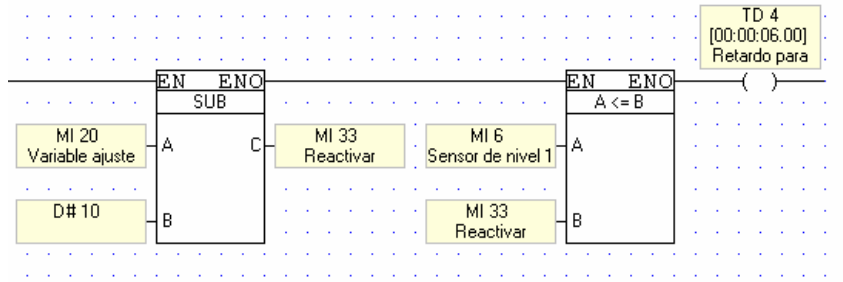
Figura B30. Reconocer alarma máxima Represa



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Como se menciona anteriormente cuando se quiere finalizar la alarma intermitente se oprime la tecla enter y con el propósito de evitar que el Sensor Ultrasónico proporcione falsos ecos que puedan activar una alarma, debido a falsas olas o basuras presentes en el agua, se programo un temporizador (TD 4) con seis segundos de retardo.

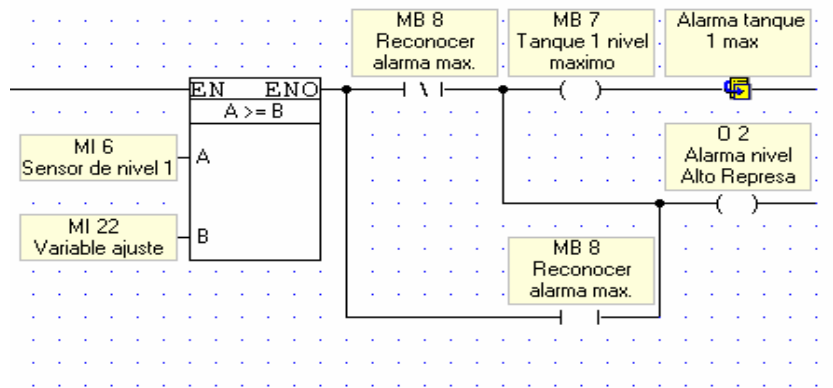
Figura B31. Reactivar alarma para Represa



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Si la variable de ajuste del equipo para nivel máximo-máximo tanque 1, reactiva una alarma, por medio de un bloque comparador se confronta el valor de nivel del sensor, con el valor que reactiva la alarma y si el valor del sensor es menor o igual al valor de reactivar alarmas máx. máx. Nivel tanque 1, se activa el temporizador para lograr obtener una lectura correcta del nivel.

Figura B32. Alarma de nivel máximo tanque 1

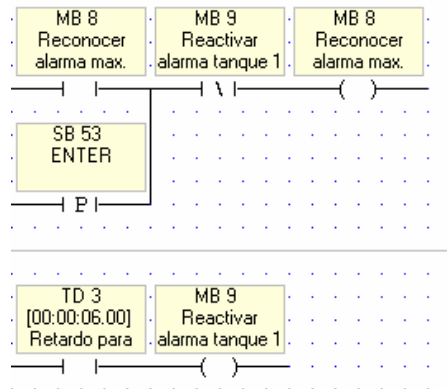


Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Si el Sensor de nivel 1 en m es mayor o igual que la Variable ajuste Nivel máx. tanque 1 y el contacto MB 8 (Reconocer alarma máx nivel tanque 1) se encuentra cerrado, se activa la salida Tanque 1 nivel máximo y se exhibe en el display.

Cuando se activa la Alarma nivel Alto Represa Bocas, es porque se ha energizado la salida reconocer alarma máx. nivel tanque 1 y por consiguiente sus contactos asociados.

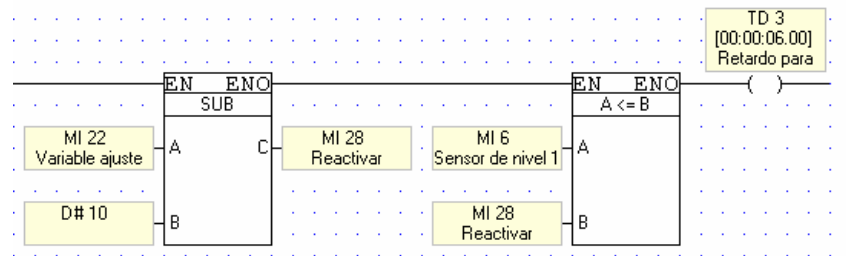
Figura B33. Reconocer alarma programa represa



Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Como se menciona anteriormente cuando se quiere finalizar la alarma intermitente se oprime la tecla enter y con el propósito de evitar que se active la alarma cuando el agua no se encuentra libre de elementos o con presencia de olas que proporcionen un equivocado signo de alarma se programo un temporizador (TD 3) con seis segundos de retardo.

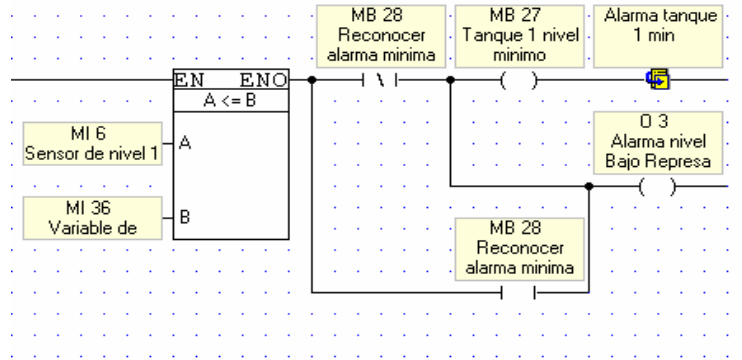
Figura B34. Reactivación alarma y temporizador



Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Si la variable de ajuste del equipo para nivel máximo-máximo tanque 1, reactiva una alarma, por medio de un bloque comparador se confronta el valor de nivel del sensor, con el valor que reactivó la alarma y si el valor del sensor es menor o igual al valor de reactivar alarmas máx. máx.Nivel tanque 1, se activa el temporizador para lograr obtener una lectura correcta del nivel.

Figura B35. Alarma por mínimo nivel del tanque

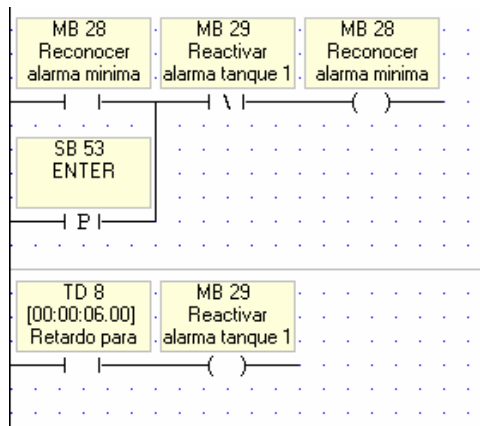


Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Si el Sensor de nivel 1 en m es menor o igual que variable de ajuste Nivel mínimo tanque 1 y el contacto MB 28 (Reconocer alarma mínima nivel tanque 1) se encuentra cerrado, se activa la salida Tanque 1 nivel mínimo y se exhibe en el display.

Cuando se activa la Alarma nivel Bajo Represa Bocas, es porque se ha energizado la salida reconocer alarma mínima nivel tanque 1 y por consiguiente sus contactos asociados.

Figura B36. Reconocer alarma mínima represa

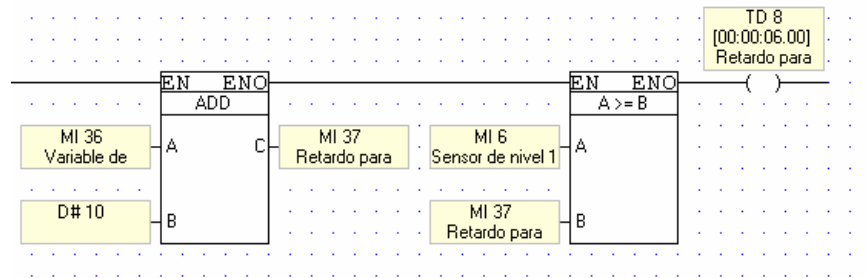


Fuente: Tomado de programa Visilogic V4.6

Como se mencionó anteriormente cuando se quiere finalizar la alarma intermitente se oprime la tecla enter y con el propósito de evitar que se active la alarma cuando el

agua no se encuentra libre de elementos o con presencia de olas que proporcionen un equivocado signo de alarma se programo un temporizador (TD 8) con seis segundos de retardo.

Figura B37. Retardo para evitar olas represa



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Si la variable de ajuste del equipo para nivel mínimo tanque 1, proporciona un retardo para alarma nivel tanque 1, por medio de un bloque comparador se confronta el valor de nivel del sensor 1, con el valor de retardo para alarma y si el valor del sensor es mayor o igual al valor de retardo alarmas nivel tanque 1, se activa el temporizador para lograr obtener una lectura correcta del nivel.

ANEXOS C

COMANDOS DEL PROGRAMA

Tabla C1. Tipos de operación y símbolos

Type	Symbol	Quantity	Value	Address Range
<u>Input</u>	I	544	Bit	I0-I543
<u>Output</u>	O	544	Bit	O0-O543
<u>Timer</u>	T	192	32-bit	T0-T191
<u>Counters (C)</u>	c	24	16-bit	C0-C24
<u>Memory Bit</u>	MB	4096	Bit	MB0-MB4095
<u>Memory Integer</u>	MI	2048	<u>16-bit</u>	MI0-MI2047
<u>Memory Long Integer</u>	ML	256	32-bit	ML0-ML255
<u>Double Word (unsigned)</u>	DW	64	32-bit	DW0-DW63
<u>Memory Floating Point Integer</u>	MF	24	32	MF0-MF24
<u>Constant Value</u>	#	Dynamic		Dynamic

Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

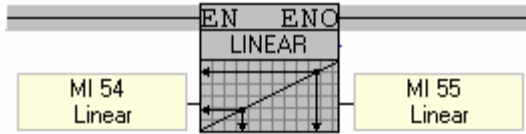
Tabla C2. Operandos del sistema

Type	Symbol	Quantity	Value	Address Range
System Bit	SB	512	Bit	SB0-SB511
System Integer	SI	512	<u>16-bit</u>	SI0-SI511
System Long Integer	SL	56	32-bit	SL0-SL63
System Double Word (unsigned)	SDW	64	32-bit	

Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Linealizar un solo valor. Esta función linealiza un solo valor de la fuente, y lo almacena en el registro.

Figura C1. Linealización de un valor

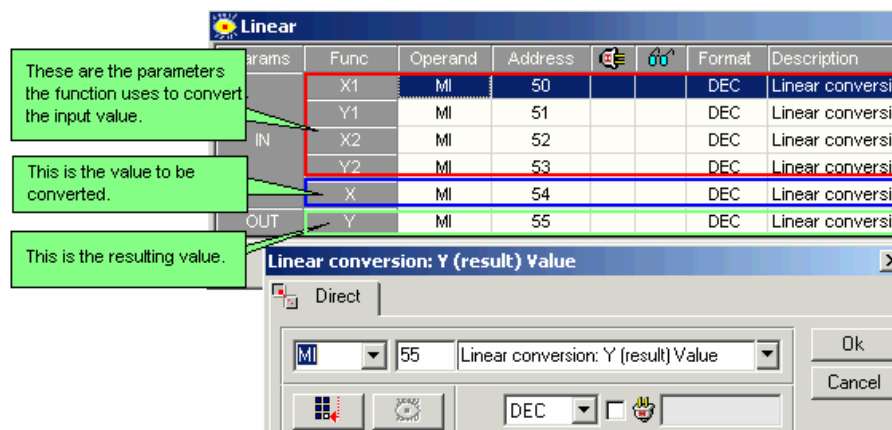


Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

La función de linealización localizada sobre el menú de matemáticas en la barra de herramientas, habilita para convertir un valor; para esta aplicación las entradas análogas que van a ser las señales de los sensores Ultrasónicos van a arrojar los datos de medición de nivel en mA, estos se va a linealizar para hacer la conversión de los datos a metros para que puedan ser leídos por el programa.

Al darle Click sobre la pantalla se despliega una ventana donde se ingresa valores enteros alrededor del valor que se quiere linealizar para hacer la pendiente de la misma, al igual se ingresa el valor de entrada a convertir y el valor de salida convertido.

Figura C2. Ingreso de Valores



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6


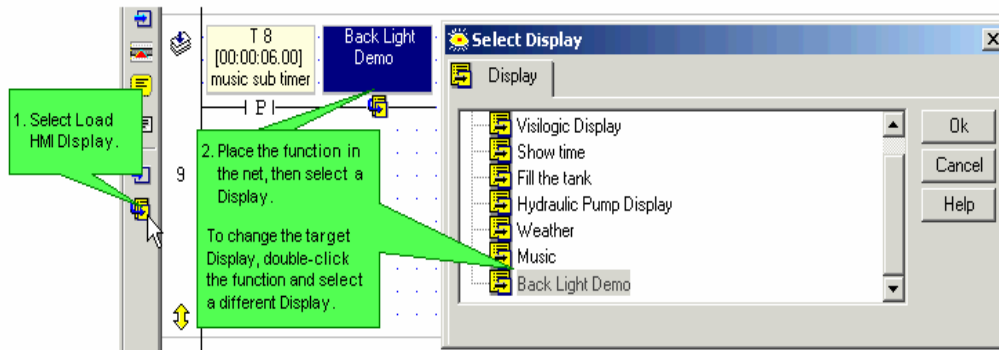
Load HMI display  : permite cargar al display, haciendo una exhibición en el controlador como respuesta a una condición de la escala.

Figura C3. Load HMI display

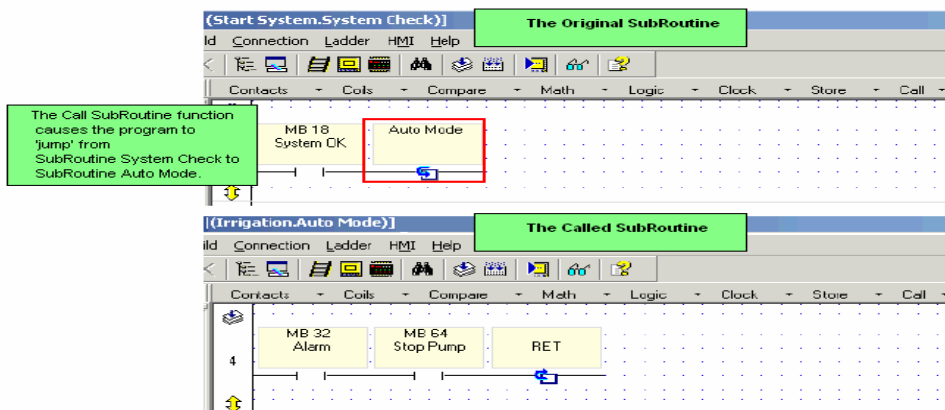


Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Las funciones de carga del display no se deben poner directamente en el carril de la escala, o llamar por las condiciones que llaman continuamente la exhibición cuando todavía se carga en la pantalla del controlador. Utilice estas funciones para cargar inicialmente la exhibición, después para restaurarla cuando su uso requiere, as, por ejemplo, cuando usted desea poner al día la exhibición variable. Exhibición De la Carga HMI.

Call Subroutine: Esta función origina un Subprograma para correr en respuesta de una condición ladder.

Figura C4. call subrutina



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

El llamar una función de subprograma origina en el programa un salto de un Subprograma a otro.

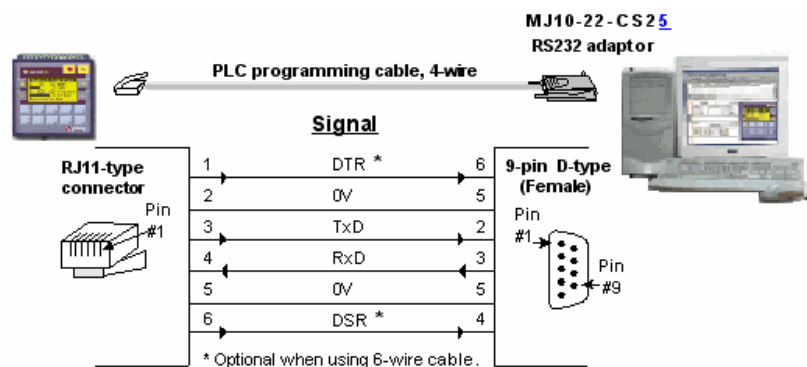
ANEXOS D

UPLOAD / DOWNLOAD PROGRAMA

▪ PARA DESCARGAR EL PROGRAMA DEL PLC:

1. Conecte el PLC con el computador por medio del cable de programación MJ10-22-CS25.

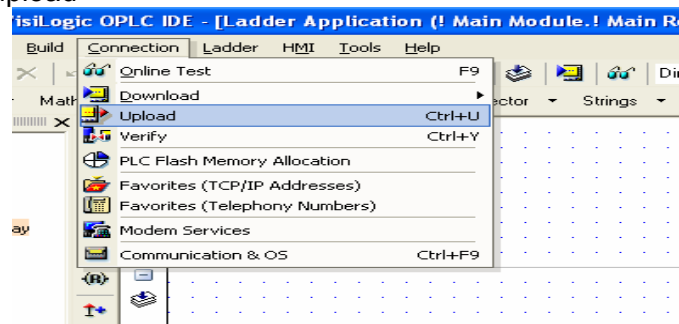
Figura D1. Conexión Cable de programación MJ10-22-CS25.



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

2. Si va a descargar el programa del PLC al computador, le da en menú la opción **UPLOAD**

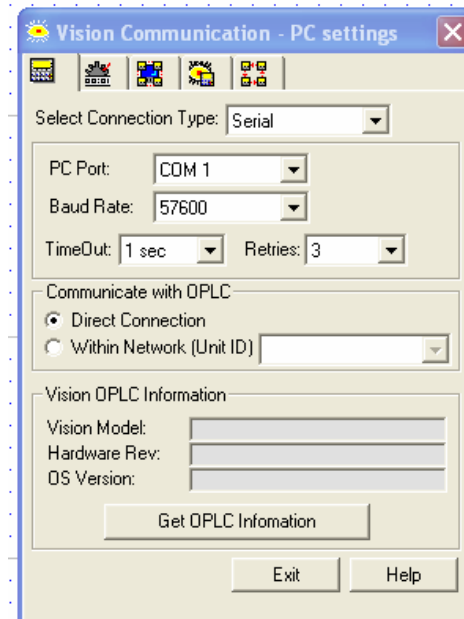
Figura D2. Menú upload



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

3. Después de darle UPLOAD se despliega la siguiente pantalla con sus respectivas características, luego de esto le da Exit y empieza a descargar el programa

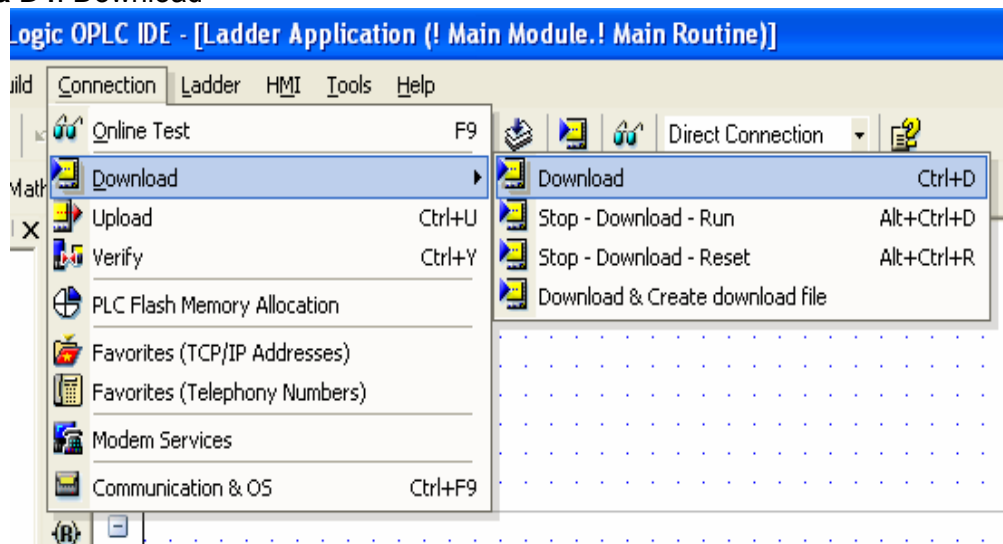
Figura D3. PC setting



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

4. Para cargar un nuevo programa utiliza la opción DOWNLOAD (del PC al PLC)

Figura D4. Download

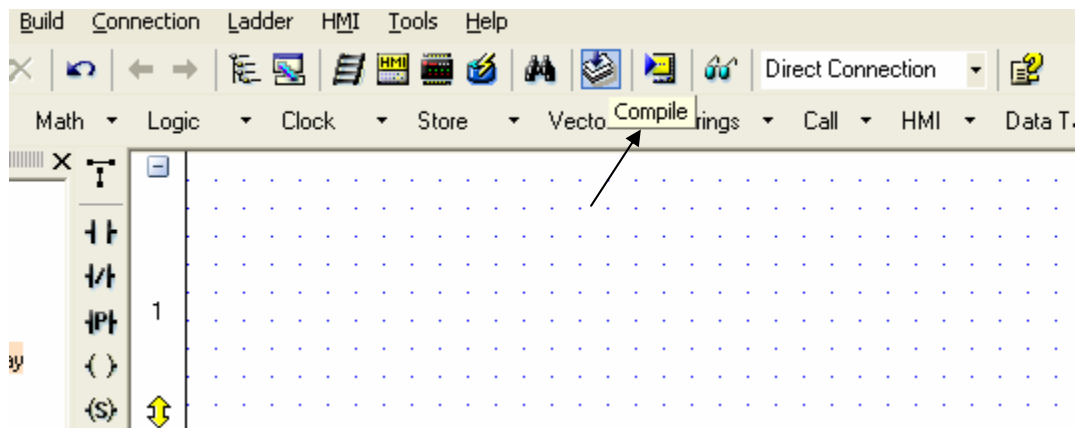


Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

5. Si se quiere hacer cambios sobre el programa original del PLC, primero se descarga con UPLOAD se hacen los cambios respectivos se guardan y se compila el programa para asegurarse que este no tenga errores.

Para compilar el programa lo hace en la siguiente opción en menú

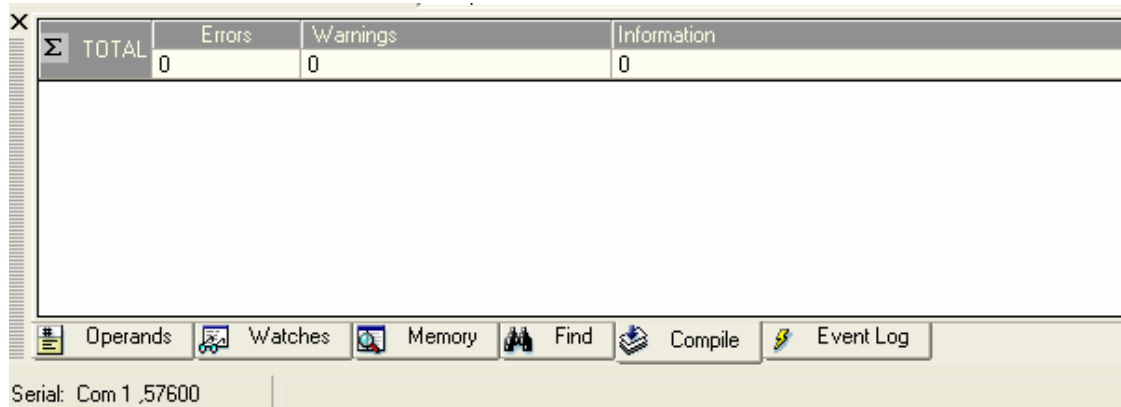
Figura D5. Menú Compile



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Después de que se haya compilado, en la parte inferior del programa aparece si se tienen o no errores.

Figura D6. Resultados de la compilación



Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Si el programa no tiene errores, esta listo para subirlo al PLC, esto se hace con la opción DOWNLOAD (del PC al PLC)

NOTA: Hay que tener en cuenta al momento de subir un programa nuevo al PLC que este tenga la misma versión de software ya que el PLC admite la version 4.6 y si fuese otra version no permite descargar el programa al PLC.

Cuando sucede esto se observa el siguiente mensaje en la pantalla del display

Figura D7. Mensaje Error de versión v4.00

```
v4.00 (B25) HW:A  
O/S - application  
version mismatch.  
Download NEW  
VisiLogic app.
```

Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Figura D8. Mensaje Error de versión v3.73

```
v3.73 (B19) HW:A  
ERR - OLD TOPIC  
1-0x0000 2-0  
3-0x0000 4-0x0000  
5-0x00000000
```

Fuente. Tomado de programa Visilogic V4.6

Esto significa la incompatibilidad entre la versión de VisiLogic del nuevo proyecto en el PLC, se puede solucionar poniendo al día el proyecto actualmente en el PLC con uploading y después descargándolo al PLC con download.

ANEXOS E

DESBLOQUEAR EL SENSOR SITRANS Probé LU

Fije P000 a -592 y después vaya a P069, P069 exhibirá el valor de la cerradura que se ha utilizado previamente en P000. Utilice el valor en P069 para abrir los parámetros.

A continuación se pueden hacer todos los cambios necesarios en los parámetros incluso dejar P000 Y P069 con lo valores de fábrica quedando:

P000 = 1954

P069 = 1954