

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA MECATRÓNICA**



**DISEÑO DEL SISTEMA SCADA PARA LA
EXTRACCIÓN ARTIFICIAL DE AGUA QUE DISPONGA
UN SISTEMA DE BOMBEO CON 40 LITROS POR
SEGUNDO Y ALTURA DINÁMICA TOTAL 213 ± 1
METROS PARA AGROLMOS**

**INFORME DE SUFIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

ALLEN DENNIS LAPA ARELLANO

PROMOCIÓN 2011-I

LIMA - PERÚ

2014

*Dedicado a mis Padres Paulina y Oscar,
por seguir de cerca mis pasos durante mi formación personal y profesional*

CONTENIDO

| | |
|---------------|---|
| Prólogo | 1 |
|---------------|---|

CAPITULO I

Introducción

| | |
|--------------------------|---|
| 1.1. Antecedentes | 3 |
| 1.2. Objetivos | 3 |
| 1.3. Justificación | 4 |
| 1.4. Alcance | 4 |
| 1.5. Limitaciones..... | 5 |

CAPITULO II

Marco Teórico

| | |
|--|----|
| 2.1. Conceptos fundamentales de Hidrogeología | 6 |
| 2.1.1 Hidrogeología..... | 6 |
| 2.1.1.1 Aguas Subterráneas..... | 6 |
| a. Importancia del agua subterránea | 6 |
| 2.1.2 Clasificaciones de las formaciones geológicas según su comportamiento hidrogeológico | 7 |
| 2.1.2.1 Acuífero | 7 |
| a. Acuífero libre | 7 |
| b. Acuífero confinado | 8 |
| 2.1.2.2 Acuicludo | 9 |
| 2.1.2.3 Acuitardo..... | 9 |
| 2.1.2.4 Funciones de un acuífero | 9 |
| 2.1.3 Ley de Darcy | 10 |
| 2.1.4 Permeabilidad y Transmisividad..... | 11 |
| 2.1.4.1 Permeabilidad..... | 11 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.1.4.2 | Transmisividad | 12 |
| 2.1.5 | Prueba de pozos de agua | 13 |
| 2.1.5.1 | Definición de Términos | 14 |
| a. | Nivel Estático del Agua | 14 |
| b. | Nivel de Bombeo | 14 |
| c. | Abatimiento | 14 |
| d. | Rendimiento del Pozo | 15 |
| 2.1.5.2 | Objetivos de las pruebas | 15 |
| 2.2. | Sistema de Levantamiento Artificial de agua | 15 |
| 2.2.1 | Sistema de bombeo electro sumergible..... | 16 |
| 2.2.1.1 | Principios en que se basa la bomba centrífuga | 16 |
| 2.2.1.2 | Hidráulica del sistema de bombeo | 17 |
| 2.2.1.3 | Consideraciones para la selección de las bombas..... | 26 |
| 2.2.2 | Sistema de monitoreo SCADA | 27 |
| 2.3. | Descripción General del Sistema SCADA | 28 |
| 2.3.1. | Hardware | |
| 2.3.1.1 | Unidad de Terminal Remota (RTU) | 28 |
| 2.3.1.2 | Unidad Central (MTU) | 28 |
| 2.3.1.3 | Sistema de Comunicaciones | 28 |
| 2.3.1.4 | Transductores | 29 |
| 2.3.2. | Software | 29 |
| 2.3.2.1 | Una interfaz Hombre - Máquina o HMI | 30 |
| 2.3.3. | Elementos del Sistema SCADA | 30 |
| 2.3.4. | Elementos de Comunicación | 30 |
| 2.4. | Funciones Principales del Sistema SCADA | 31 |
| 2.5. | Comunicación Digital | 31 |
| 2.5.1. | Red de comunicación | 31 |
| 2.5.2. | Topología de redes | 31 |
| 2.5.3. | Medios de Transmisión | 33 |
| 2.5.4. | Modos de Comunicación..... | 34 |
| 2.5.5. | Interfaces | 35 |

CAPITULO III

Cálculo y Selección del Sistema de Bombeo Pozo Profundo

| | |
|---|----|
| 3.1. Resultados de la prueba de Bombeo para pozos de agua | 37 |
| 3.1.1. Características del fluido a transportar | 37 |
| 3.1.2. Condiciones Generales de Operación | 37 |
| 3.1.3. Esquema del Sistema de pozo profundo | 37 |
| 3.1.4. Esquema del Sistema de pozo profundo | 39 |
| 3.2. Evaluación de ALTURA DINÁMICA y Pérdidas | 39 |
| 3.2.1. Altura Geométrica..... | 40 |
| 3.2.2. Presión de Salida..... | 40 |
| 3.2.3. Pérdidas por fricción en tuberías | 40 |
| 3.2.4. Evaluación del NPSH | 41 |
| 3.3. Selección del Sistema de bombeo Electro sumergible | 42 |
| 3.3.1. Componentes principales de fondo | 43 |
| 3.3.1.1 Electrobomba | 43 |
| 3.3.1.2 Sensores y Transmisores | 44 |
| 3.3.1.3 Cable eléctrico sumergible | 45 |
| 3.3.1.4 Válvula check vertical | 46 |
| 3.3.1.5 Tubería Flexible | 47 |
| 3.3.2. Componentes principales de superficie. | 49 |
| 3.3.2.1 Árbol de descarga | 50 |
| 3.3.2.2 Medidor de caudal | 50 |
| 3.3.2.3 Válvula Compuerta | 51 |
| 3.3.2.4 Válvula Dúo Check | 52 |
| 3.3.2.5 Manómetro | 53 |
| 3.3.2.6 Tablero eléctrico con variador de velocidad | 53 |

CAPITULO IV

Sistema de Monitoreo SCADA

| | |
|--|----|
| 4.1. Equipos de monitoreo, operación y control | 56 |
|--|----|

| | | |
|----------|--|----|
| 4.1.1. | ARDUINO MEGA ADK – microcontrolador ATMEGA 2560..... | 56 |
| 4.1.2. | Pantalla de Monitoreo -Computador..... | 57 |
| 4.2. | Software de Monitoreo, Operación y control | 58 |
| 4.2.1. | Software para Programación Arduino..... | 58 |
| 4.2.1.1. | Entorno de Desarrollo para Arduino | 58 |
| 4.2.2. | Software para Programación SCADA | 59 |
| 4.2.2.1. | Acimut Monitoriza for Arduino | 60 |
| 4.2.3. | Software para implementación de Base de Datos..... | 61 |
| 4.2.3.1. | SQL Server 2008..... | 61 |
| 4.3. | Sistema de Comunicación..... | 62 |
| 4.3.1. | Comunicación Serial | 62 |
| 4.3.1.1. | El protocolo ModBus-RTU | 62 |
| 4.3.1.2. | Modos de Transmisión | 63 |
| 4.3.1.3. | Comunicación Maestro-Esclavo en MODBUS | 63 |

CAPITULO V

| | | |
|--|--|----|
| Modo de Funcionamiento del Diseño del Sistema de Monitoreo SCADA para el Pozo Profundo | | |
| 5.1. | Descripción de funcionamiento del sistema de pozo profundo | 65 |
| 5.2 | Descripción de funcionamiento del sistema SCADA..... | 67 |
| 5.3 | Descripción del módulo ARDUINO MEGA ADK | 67 |
| 5.4 | Descripción Simulador de señales analógicas por medio del ARDUINO..... | 68 |
| 5.4.1 | Parámetros normales de las señales analógicas | 69 |

CAPITULO VI

Diseño del Sistema SCADA

| | | |
|--------|---|----|
| 6.1. | Diagrama de Flujo del Sistema SCADA | 70 |
| 6.1.1. | Control del Sistema de encendido y apagado de la Bomba..... | 70 |
| 6.1.2. | Lectura de los parámetros del Sistema de Extracción Artificial..... | 71 |
| 6.2. | Lista de variables | 73 |

| | |
|--|----|
| 6.3. Pantallas realizadas en MONITORIZA | 73 |
| 6.3.1. Usuarios | 74 |
| 6.3.2. Pantalla de Inicio..... | 75 |
| 6.3.3. Pantalla Principal del Pozo1 | 76 |
| 6.3.4. Pantalla de Lectura de datos..... | 76 |
| 6.3.5. Pantalla de Tendencia de Variables | 77 |
| 6.3.6. Pantalla Historial de Tendencias..... | 77 |
| 6.3.7. Pantalla Datos de Tendencia | 78 |
| 6.3.8. Creación de Tabla en SQL Server 2008..... | 79 |
| 6.3.9. Pantalla de Datos en SQL Server 2008..... | 79 |
| 6.4. Diagrama de flujo en el ARDUINO para leer las señales | 81 |

CAPITULO VII

Costos del Sistema SCADA de Extracción Artificial de Agua propuesto.

| | |
|--|----|
| 7.1. Costo total de la inversión del Sistema SCADA de Extracción Artificial..... | 83 |
| 7.1.1. Costos de bomba y equipos..... | 83 |
| 7.1.2. Costo de Sistema SCADA | 85 |
| 7.1.3. Costo de obras civiles | 85 |
| 7.1.4. Costo de mano de obra..... | 85 |
| 7.2. Costo de inspección de pozo profundo | 86 |
| 7.2.1. Costo de alquiler de cámara para inspección | 86 |

Conclusiones

Bibliografía

Planos

Anexos

PRÓLOGO

Mi experiencia en el diseño y selección de equipos para sistema de bombeo pozo profundo, me ha servido de base para elaborar el presente informe.

El proyecto para la instalación del equipamiento del pozo se inició en noviembre del 2013 y finalizó en marzo del 2014, con una inversión aproximada de 90 mil dólares fue ejecutado por IFLUTECH S.A.C. Éste proyecto engloba la parte de sistema de bombeo con 40 litros por segundo y altura dinámica total (ADT) de 213 ± 1 metros, quedando pendiente una propuesta para el Sistema Scada del pozo.

Por tanto el presente Informe detalla los lineamientos para implementar el Sistema Scada para la extracción artificial de agua que disponga un sistema de bombeo con 40 litros por segundo y ADT de 213 ± 1 metros en AGROLMOS. Para poder detallar dichos lineamientos se divide en siete capítulos.

En el Capítulo I se presentan los antecedentes, los objetivos, la justificación, los alcances y las limitaciones que nos llevan a desarrollar el presente informe.

En el Capítulo II se describe en forma breve los conceptos teóricos relacionados al tema de extracción artificial de agua. Se explica el concepto de la fuente natural de agua subterránea y conceptos relacionados. También se detalla el sistema de levantamiento artificial de agua, dando importancia a los conceptos relacionados a bombas y al monitoreo de los equipos. Finalmente en éste capítulo se brinda el fundamento teórico SCADA, la comunicación entre los dispositivos, la transmisión de la información y los elementos que intervienen en el monitoreo.

En el Capítulo III se considera los datos principales de la prueba de bombeo proporcionada por la empresa AGROLMOS y cómo éste resultado influye en el cálculo del ADT. Se detalla los Cálculos de la altura dinámica total. Finalmente se detalla la selección de componentes para el sistema de bombeo pozo profundo, el

cuál ha sido dividido en dos categorías: componentes principales de fondo y componentes principales de superficie.

En el Capítulo IV se describe los equipos que componen el sistema de monitoreo SCADA adicionalmente se explica las bondades del Software ARDUINO, y el Software Scada (MONITORIZA) para Arduino. Finalmente se menciona el sistema de comunicación a usar.

En el Capítulo V se detalla el modo de funcionamiento del diseño del sistema Scada para el pozo profundo, para ello se describe al sistema y sus características de operación, se presenta al diseño del sistema SCADA, se explica las bondades del módulo electrónico Arduino MEGA 2560 ADK. Finalmente se presenta el modo de simulación de los parámetros del diseño.

En el Capítulo VI se detalla el diseño del Sistema Scada, para su posterior implementación. Se muestra un diagrama de flujo del Sistema, los planos PI&D, lista de variables a usar en el monitoreo, las pantallas realizadas en MONITORIZA, y el diagrama de flujo de la programación en ARDUINO

En el Capítulo VII, se detalla los costos del sistema Scada de extracción de agua propuesta. Para esto se considera costos del sistema de bombeo, costos del sistema Scada, costos de obras civiles, costos de mano de obra y se incluye los costos para la inspección del pozo profundo.

En la parte final del informe se presenta las conclusiones del informe y los anexos.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.

A finales del año 2012 la empresa AGROLMOS empieza los trámites para obtener la autorización de ejecución de estudios de aguas subterráneas para la obtención de licencia de uso de agua subterránea, con perforación, acorde a los Art. 109 y Art. 110 de la Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (ver ley en **ANEXO E**). Para ello envía una solicitud al Director de Autoridad Administrativa del Agua (ANA). A inicios del 2013 se aprueba la solicitud, para la realización del estudio de las pruebas de bombeo y perforación del pozo a empresas especialistas en el rubro hidrogeología y perforación de pozos.

1.2. Objetivos

Objetivo Principal

- Diseñar un Sistema Scada para la extracción artificial de agua que disponga un sistema de bombeo con 40 litros por segundo y altura dinámica total 213 ±1 metros en la agroindustria AGROLMOS.

Objetivo Secundario

- Seleccionar la bomba sumergible para 40 litros por segundo y altura dinámica total 213 ± 1 metros.
- Diseñar y seleccionar los componentes del sistema de bombeo.

1.3. Justificación

Cerca de los yacimientos de petróleo y ambientes remotos, la supervisión activa y en tiempo real de los sistemas de bombeo eléctrico sumergible aporta tanto tangible como intangible a los activos de la producción. Los datos de sensores de fondo de pozo, la conectividad, los poderosos programas de computación y los conocimientos técnicos oportunos ayudan a los operadores a evaluar el desempeño de las bombas, predecir fallas, identificar problemas de pozos y controlar las bombas a distancia. Estas nuevas capacidades se combinan para reducir los costos operativos e incrementar la producción.

La empresa agroindustrial AGROLMOS se encuentra en la etapa de ampliación de cultivos, esto porque tiene el objetivo de elevar la producción de azúcar.

La empresa IFLUTECH SAC, por encargo de la empresa AGROLMOS, del grupo GLORIA, tiene la responsabilidad de calcular, seleccionar y diseñar el Sistema Scada para la extracción artificial de agua que disponga un sistema de bombeo con 40 litros por segundo y altura dinámica total 213 ± 1 metros. Para el desarrollo del presente informe se demuestra la necesidad de tener un software SCADA que tenga un mínimo costo de adquisición del software, instalación y brinde confiabilidad en su funcionamiento de una planta para de esta manera lograr incrementar la productividad, siendo estos factores considerados primordiales por las empresas para tener un mejor posicionamiento y competitividad en el mercado.

1.4. Alcance

En el Presente Informe se detalla los lineamientos para poder implementar el Sistema Scada para la extracción artificial de agua que disponga un sistema de bombeo con 40 litros por segundo y altura dinámica total 213 metros en la agroindustria AGROLMOS. Para ello se realiza un análisis para una correcta y

óptima selección del sistema de bombeo pozo profundo para la agroindustria AGROLMOS. Partiendo del diagnóstico de los datos proporcionadas en la prueba de bombeo realizada por otra empresa, se plantea alternativas de solución, definimos todas las condiciones del sistema para realizar un cálculo de ingeniería y cómo resultado de ello determinamos el punto de operación del sistema de bombeo, realizamos el diseño del Sistema Scada considerando los el modo de funcionamiento del sistema de bombeo pozo profundo, luego hacemos una selección completa del sistema de bombeo con criterio técnico-económico.

El presente informe no considera el montaje del sistema Scada, ni la integración del sistema debido a que el proyecto está en curso.

Se debe de considerar que este informe no es una guía de programación por lo que no se hace énfasis en la programación del microcontrolador ni se detalla el software empleado, pero si se presenta un descripción rápida de lo anterior

Finalmente realizamos una evaluación económica del sistema completo propuesto que comprende los costos de sistema de bombeo y sistema Scada.

1.5. Limitaciones

No se cuenta con la configuración de los parámetros de comunicación del variador de velocidad debido a que el tablero eléctrico lo ha implementado otra empresa.

No se cuenta con la información detallada de las pruebas de bombeo y de perforación del pozo.

No se hará trabajos de obras civiles. La empresa Agrolmos queda a cargo de dichos trabajos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos fundamentales de Hidrogeología

2.1.1. Hidrogeológica

“La hidrogeología es la ciencia que estudia el origen y la formación de las aguas subterráneas, las formas de yacimiento, su difusión, movimiento, régimen y reservas, su interacción con los suelos y rocas, su estado(líquido, sólido y gaseoso) y propiedades (físicas, químicas, bacteriológicas y radiactivas); así como las condiciones que determinan las medidas de su aprovechamiento, regulación y evacuación.” (Mijailov, L. 1985. Hidrogeología. Editorial Mir. Moscú, Rusia. 285 pág.)

2.1.1.1. Aguas Subterráneas.

Sólo hay dos fuentes de agua a disposición del hombre, a saber: las de la superficie, que comprenden los lagos, ríos, áreas de drenaje que envían el agua hacia los embalses y los procedimientos que permiten captar y retener el agua de lluvia; y las subterráneas, que incluyen a los pozos, manantiales y galerías horizontales.

Siempre ha sido más fácil comprender las fuentes de superficie, puesto que se las puede ver y observar. Es alrededor del agua subterránea que se ha creado una aureola de misterio, de superstición y teorías

infundadas, que todavía persiste, más que nada, porque no se ha dispuesto de maneras rápidas de disiparla.

Una creencia era la que el agua del mar se convertía en agua dulce conforme ésta fluía desde el mar hacia los manantiales, por dentro de las cavernas subterráneas. Cuando un pozo excavado lograba éxito en producir agua, el fenómeno se explicaba diciendo que éste había interceptado una de las corrientes subterráneas de agua salada.

a. Importancia del agua subterránea

Puesto que las aguas de la superficie son tangibles y se han gastado sumas fabulosas de dinero en construir represas, acueductos y canales de riego, todas son obras visibles, resulta lo más natural que nos inclinemos a pensar que esta manifestación de agua constituye la mayor fuente para satisfacer las necesidades del mundo.

En realidad, algo menos de un 3 por ciento de la disponibilidad de agua dulce fluída, de nuestro planeta Tierra, corresponde a ríos y lagos. El 97 por ciento restante se encuentra en el subsuelo.

El agua dulce en estado líquido de lagos y ríos representa la parte que se halla en tránsito, en tanto que las fuentes subsuperficiales corresponden al agua almacenada. El agua subterránea se ha venido acumulando a través de varios siglos, aumentado ligeramente su volumen cada año por el efecto de la lluvia.

No toda la cantidad de agua que se encuentra por debajo de la superficie de la tierra puede extraerse de las formaciones que la contienen. Una parte se halla dentro de formaciones tan profundas que sólo los costos de bombeo invalidarían su extracción. Otra parte yace dentro de acuíferos que se oponen de diversas maneras a la extracción y desafían la acción de bombeo.

Aunque las cifras comparativas de los volúmenes de agua disponible tanto en la superficie como en el subsuelo no pueden adoptarse como índice de los recursos reales, sí nos revelan que la reserva subterránea es varias veces mayor que la de la superficie.

2.1.2. Clasificaciones de las formaciones geológicas según su comportamiento hidrogeológico

2.1.2.1. Acuífero

Proviene del latín fero que significa llevar. Es una formación geológica que contiene agua en cantidad apreciable y que permite que circule a través de ella con facilidad.

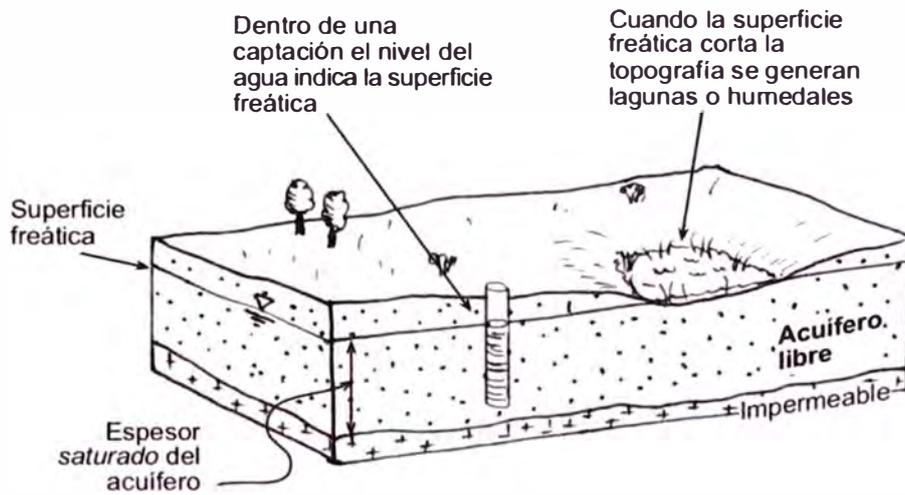
Ejemplo: Arenas, gravas. También granito u otra roca compacta con una fracturación importante.

Tipos de acuíferos:

a. Acuífero libre:

En éstos acuíferos el agua se encuentra relleno los poros o fisuras por gravedad, igual que el agua de una piscina llena el recipiente que la contiene. La superficie hasta donde llega el agua se denomina **superficie freática**; cuando esta superficie es acortada por un pozo se habla del **nivel freático** en ese punto.

Figura 2.1 Acuífero libre

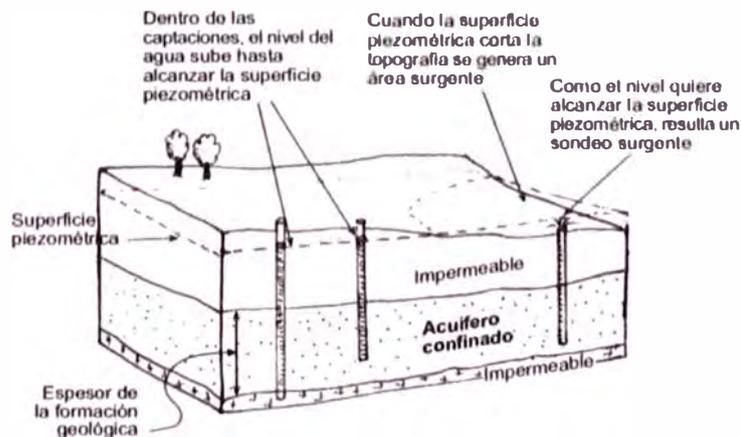


b. Acuífero confinado:

En éstos acuíferos el agua se encuentra a presión, de modo que si extraemos agua de él, ningún poro se vacía, la extracción procede de la descompresión del agua y en menor medida de compresión de la matriz sólida.

La superficie virtual formada por los puntos que alcanzaría el agua si se hicieran infinitas perforaciones en el acuífero, se denomina superficie piezométrica, y en un punto en concreto, en un pozo, se habla de nivel piezométrico (en griego: piezo=presión).

Figura 2.2 Acuífero confinado



2.1.2.2. Acuicludo

Proviene del latín *cludo* que significa encerrar. Es una formación geológica que contiene agua en cantidad apreciable y que no permite que circule a través de ella.

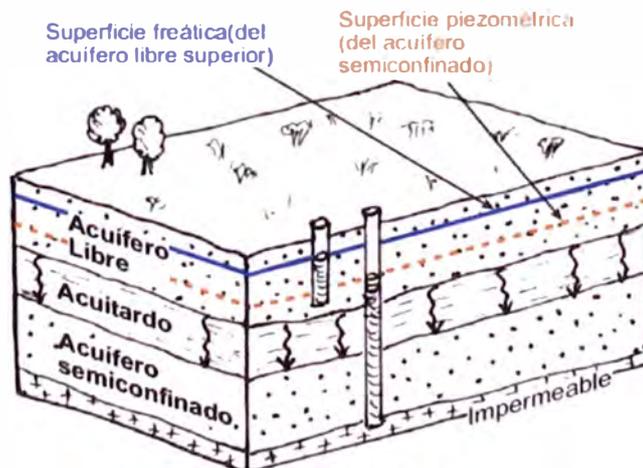
Ejemplo: Limos, arcillas. Un metro cúbico de arcillas contiene más agua que el mismo volumen de arenas, pero el agua está atrapada, y por tanto no podrá circular en el subsuelo ni en condiciones naturales ni hacia un pozo que esté bombeando agua.

2.1.2.3. Acuitardo

Proviene del latín *tardo* que significa retardar, impedir. Es una formación geológica que contiene agua en cantidad apreciable; pero que el agua circula a través de ella con dificultad.

Ejemplo: Arenas arcillosas, rocas compactas con alteración y/o fracturación moderada.

Figura 2.3 Fases subsuperficial



2.1.2.4. Funciones de acuífero

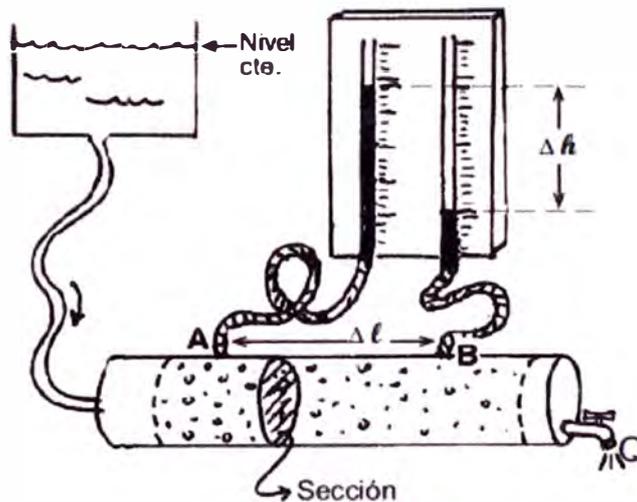
Dos son las funciones importantes que realiza un acuífero, a saber: una función almacenadora y otra transmisora. Este almacena agua, sirviendo como depósito y transmite agua como lo hace un conducto. Las

aberturas o poros de una formación acuífera sirven tanto de espacio para almacenamiento como de red de conducto.

2.1.3. Ley de Darcy

Henry Darcy Ingeniero Francés realizó un experimento sobre el movimiento del agua a través de un medio poroso que se encontraba dentro de una tubería puesta horizontalmente, con la cual analizó el movimiento del agua a través de la arena que actuaba como un filtro de agua, con este estudio Darcy encontró que la velocidad a la cual el agua fluye a través de la arena era directamente proporcional a la diferencia de altura entre los dos extremos de la tubería e inversamente proporcional a la longitud de esta.

Figura 2.4 Permeámetro de carga constante



$$Q = K \cdot \text{Sección} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta l}$$

K la constante de permeabilidad o la conductividad hidráulica es función de las propiedades del medio poroso y el fluido que pasa a través de él, de hecho es intuitivo pensar que un fluido muy viscoso, por ejemplo petróleo, se moverá a una tasa menor que agua en un mismo tipo de roca.

2.1.4. Permeabilidad y Transmisividad

2.1.4.1. Permeabilidad

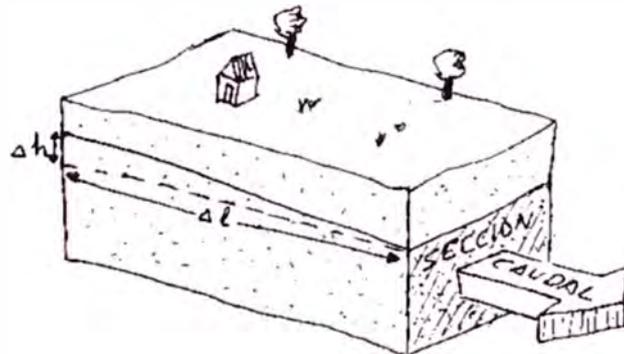
En Hidrogeología, la permeabilidad(o mejor: conductividad hidráulica, K). Es la facilidad que un cuerpo ofrece a ser atravesado por un fluido, en este caso el agua.

El caudal que atraviesa el medio poroso perpendicularmente a la sección señalada es linealmente proporcional al gradiente $\Delta h / \Delta l$.

Caudal por unidad de sección = K Gradiente hidráulico

$$\frac{\text{Caudal } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right)}{\text{Sección } (\text{m}^2)} = K \frac{\Delta h(\text{m})}{\Delta l(\text{m})}$$

Figura 2.5 Figura que esquematiza permeabilidad



La ecuación anterior es la Ley de Darcy, y la citamos aquí solo para definir el concepto de permeabilidad y obtener sus unidades: despejando la fórmula anterior se comprueba que las unidades de K son las de una velocidad (L/T). En el Sistema Internacional serían m/seg, pero para manejar números más cómodos, por tradición se continúa utilizando metros/día.

2.1.4.2. Transmisividad

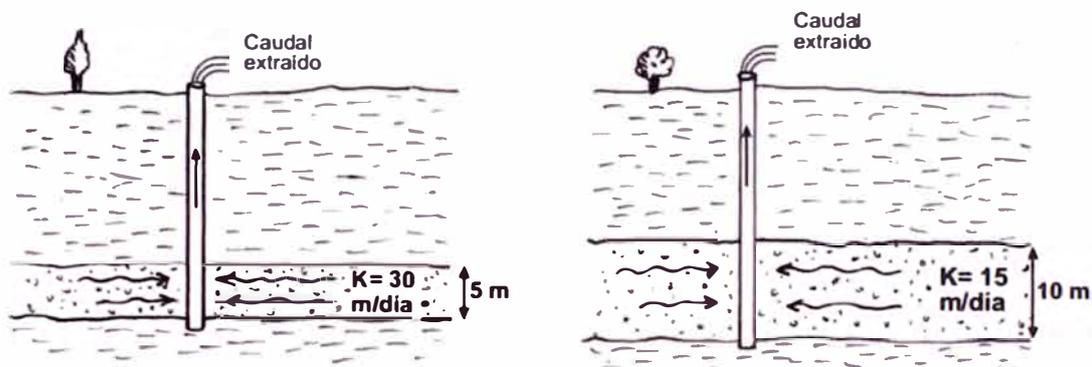
La Transmisividad se define como la cantidad de agua que circula a través de una sección vertical de un metro de anchura y de

altura igual al espesor saturado del acuífero, afectado por un gradiente hidráulico cuyo valor es igual a uno.

$$\text{Transmisividad} = \text{Permeabilidad} \cdot \text{Espesor}$$

Si observamos la **Figura 2.6** intuimos que los dos estratos deben proporcionar el mismo caudal: uno tiene la mitad de permeabilidad, pero el doble de espesor que el otro.

Figura 2.6 Figura que esquematiza permeabilidad



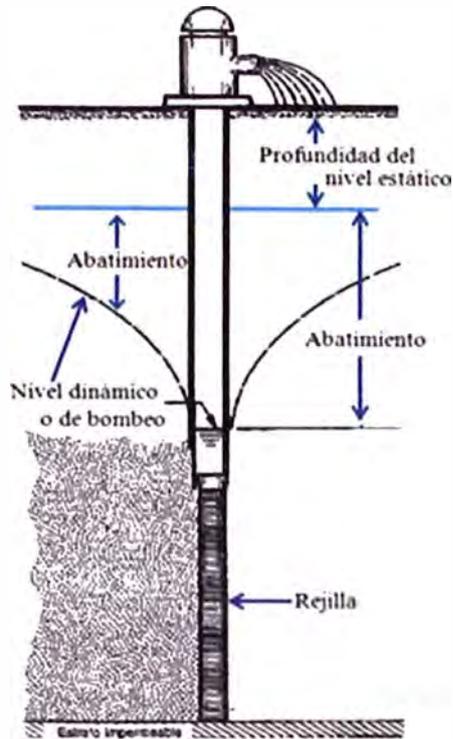
Como las unidades de la permeabilidad son L/T y las del espesor L , las unidades de la Transmisividad será L^2/T n .Por ejemplo: $m^2/día$ o cm^2/seg .

En el ejemplo mostrado en el dibujo anterior, la Transmisividad en ambos casos sería de $150 m^2/día$.

2.1.5. Prueba de pozos de agua

En la mayoría de los casos, la prueba de bombeo de un pozo se efectúa simplemente para observar cómo se comporta éste. Esto es importante, especialmente cuando conjuntamente con las observaciones del caudal se toman medidas del abatimiento producido. Estas dos magnitudes, rendimiento y abatimiento, tienen una aplicación directa en la selección de los elementos de un equipo permanente de bombeo que se ajuste a las características de operación del pozo.

Figura 2.7 Términos del pozo



2.1.5.1. Definición de Términos

a. Nivel Estático del Agua:

Es el nivel a que el agua permanece dentro de un pozo cuando no se está extrayendo agua del acuífero. Generalmente se expresa como la distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel del agua en el pozo.

b. Nivel de Bombeo:

Es el nivel a que se encuentra el agua dentro del pozo, conforme avanza el bombeo. El nivel de bombeo también se denomina nivel dinámico.

c. Abatimiento:

Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico El abatimiento en un pozo significa el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando.

d. Rendimiento del Pozo:

Es el volumen de agua por unidad de tiempo que el pozo está descargando ya sea por bombeo o por flujo natural. Se expresa por lo general en metros cúbicos por hora, litros por minuto, litros por segundo.

2.1.5.2. Objetivos de las pruebas

Un pozo de agua se prueba para lograr cualquiera de dos propósitos principales. El objetivo más usual es el de obtener información acerca del comportamiento y eficiencia del pozo mientras éste se bombea.

En tal caso, el resultado se reporta en términos de la descarga, el abatimiento observado y la capacidad específica calculada. La anterior información, analizada bajo ciertas condiciones, nos dará una medida de la capacidad productora del pozo terminado y nos permitirá tener una base para la selección del equipo de bombeo.

El otro objetivo de las pruebas, y que ha adquirido gran importancia, es el de suministrar datos de los cuales se obtienen los factores principales para calcular el comportamiento de los acuíferos. Ver tabla 2.1

Tabla 2.1. Tabla para obtener datos prueba de bombeo

| | | | | | | |
|------------------------|---------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|---------------|------------------------|
| POZO | | | | FECHA | | |
| EQUIPO: | | | | PROFUNDIDAD EQUIPO: | | METROS |
| NIVEL ESTÁTICO: | | | | ABATIMIENTO: | | METROS |
| NIVEL DINÁMICO: | | | | CAPACIDAD ESPECÍFICA: | | |
| HORA | TIEMPO | NIVEL DEL AGUA | ABATIMIENTO | TIEMPO DE LLENADO | CAUDAL | CALIDAD DE AGUA |
| | Minutos | Metros | Metros | Segundos | Litros /Seg | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

2.2. Sistema de Levantamiento Artificial de agua

Una vez, completado el pozo, habiéndose servido de la destreza y la experiencia de un perforador experto para construirlo de modo que modo que no se pudiera obtener el agua disponible en el acuífero de forma natural, es necesario aplicar algún tipo de levantamiento artificial para llevar el fluido hacia la superficie. El levantamiento artificial provee energía adicional o presión para incrementar el flujo de agua a la superficie. El método a desarrollar en el presente informe será el bombeo eléctrico sumergible.

Las técnicas de supervisión de la bomba, vigilancia rutinaria, diagnóstico y control, han contribuido a maximizar tanto la vida operativa del sistema de bombeo como el desempeño del pozo.

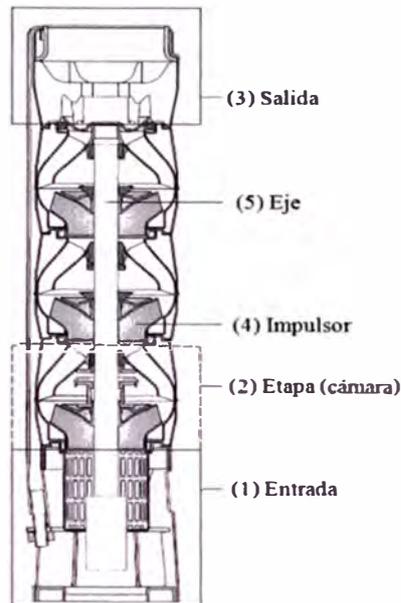
2.2.1. Sistema de bombeo electro sumergible.

La unidad de bombeo de la denominada bomba de pozo profundo se instala dentro del ademe del pozo y, por lo general, con la campana de succión sumergida por debajo del nivel dinámico o de bombeo. Por lo tanto, la captación se halla normalmente sometida a una carga positiva de presión.

2.2.1.1. Principios en que se basa la bomba centrífuga

La bomba a usar es una bomba centrífuga, cuyo principio de bombeo consiste en transformar la energía mecánica del motor en energía cinética en el fluido creando, por lo tanto, una diferencia de presión en el fluido entre la entrada y la salida de la bomba.

Figura 2.8 Principio de bomba sumergible



La bomba consta de una entrada (1), un número de etapas de bomba (2) y una salida de bomba (3). Cada etapa de la bomba crea una diferencia de presión y, cuanto más presión se requiera, más etapas deberán incluirse. Cada etapa de la bomba incluye un impulsor (4), los álabes del impulsor transfieren energía al agua en términos de incremento de velocidad y presión. Cada impulsor está fijo al eje de la bomba (5) mediante una conexión acanalada o una conexión de cono dividido.

2.2.1.2. Hidráulica del sistema de bombeo

Para determinar el tamaño de un sistema de bombeo, es necesario entender los conceptos básicos que describen las condiciones hidráulicas de una obra.

a. Altura(H):

La altura de elevación, o simplemente altura, de una bomba es una forma de expresar a qué altura puede elevar un líquido la bomba. La altura es independiente de la densidad del líquido. La siguiente fórmula muestra la relación entre presión (P) y altura (H).

$$H = \frac{P}{\rho \cdot g}$$

Donde:

H: altura en [m]

P: presión en [$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$]

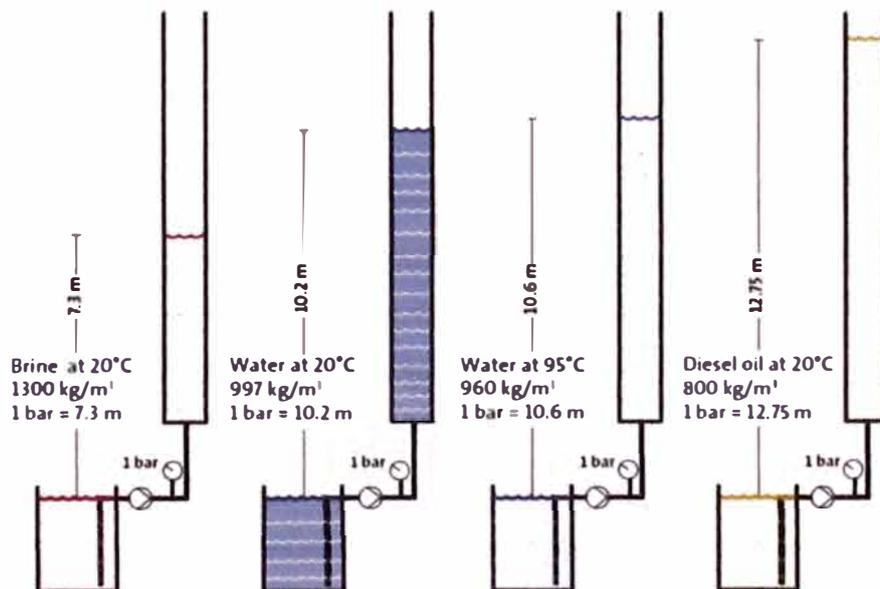
ρ : Densidad del líquido en [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$]

g : Aceleración de la gravedad en [$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$]

Normalmente, la presión P se mide en [bares] (1 bar = 10^5 Pa)

La relación entre presión y altura se muestra en la Figura 9, donde una bomba trabaja con cuatro líquidos distintos. Como se deduce de la Figura, el bombeo de distintos líquidos da como resultado distintas alturas y, por lo tanto, distintos puntos de servicio.

Figura 2.9 Bombeo de cuatro líquidos distintos



b. Succión Negativa:

Cuando la superficie de la fuente de abastecimiento está debajo del centro de la línea de la bomba. Así la altura estática de succión negativa es la distancia vertical de la línea central de la

bomba al nivel libre del líquido a bombeada tal como se muestra en la **Figura 2.10**.

c. Succión Positiva:

Cuando la superficie de la fuente de abastecimiento está sobre del centro de la línea de la bomba. Así la altura estática de succión positiva es la distancia vertical de la línea central de la bomba al nivel libre del líquido a bombeada tal como se muestra en la **Figura 2.11**.

d. Altura estática total:

Es la distancia vertical entre el nivel libre de la superficie de abastecimiento y el punto de descarga o la superficie del líquido en el tanque de descarga tal como se muestra en la **Figura 2.10 y 2.11**.

e. Altura estática de descarga:

Es la distancia vertical de la línea de la bomba y el punto libre de descarga libre o la superficie del líquido en el tanque de descarga.

f. Altura de fricción

Es la altura requerida para vencer la resistencia del flujo en la tubería y accesorios. Esto depende del tamaño, la condición, el tipo de tubería, la cantidad de accesorios, el caudal y la naturaleza del líquido. Las pérdidas por fricción se muestra en el **ANEXO A.4** y las pérdidas se muestra en el nomograma de pérdida de carga secundaria de la firma Goulds (Ver **ANEXO A.5**)

Figura 2.10 Succión negativa

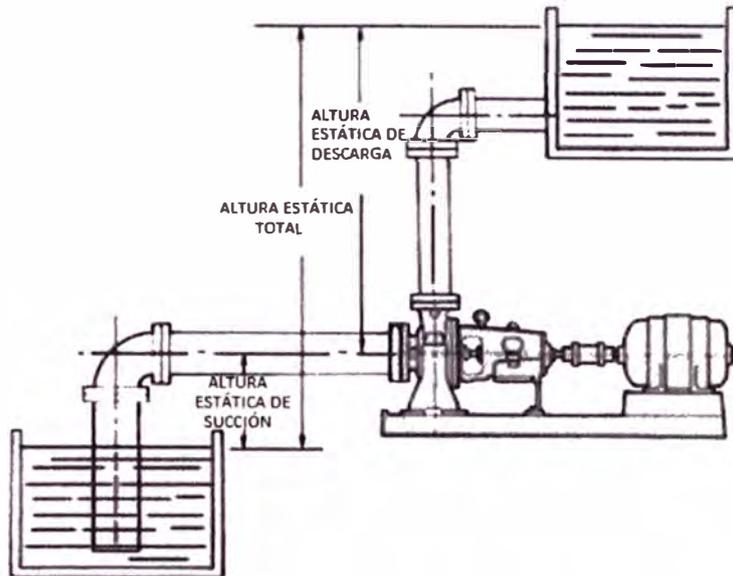
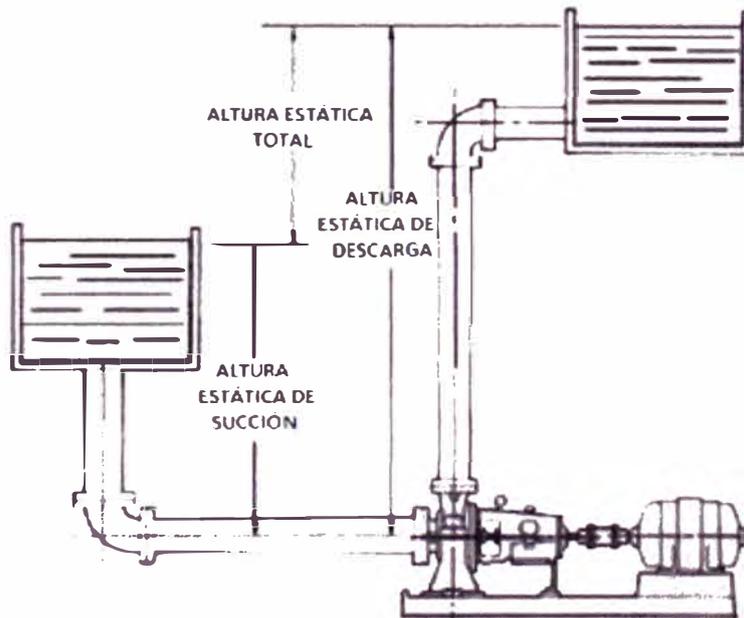


Figura 2.11 Succión positiva



g. Nivel de Bombeo:

Es el nivel a que se encuentra el agua dentro del pozo, conforme avanza el bombeo. El nivel de bombeo también se denomina nivel dinámico.

h. Altura Geométrica:

Es altura entre el nivel inferior y el superior del líquido.

i. Abatimiento:

Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico. El abatimiento en un pozo significa el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando.

j. Altura Dinámica Total (ADT)

La altura dinámica total de bombeo representa todos los obstáculos que tendrá que vencer un líquido impulsado por una máquina (expresados en metros columna del mismo) para poder llegar hasta el punto específico considerado como la toma más desfavorable.

En forma simple es la presión en la boca de descarga de la bomba.

Se obtiene del siguiente cálculo:

$$ADT = H_G + H_F + H_o$$

Donde:

ADT: altura dinámica total [m]

H_G : Altura geométrica [m]

H_o : Presión de salida [m]

H_F : Pérdidas por fricción en tuberías [m]

k. Capacidad

Normalmente expresada en galones por minuto (GPM), puesto que los líquidos son considerados esencialmente incompresibles. Hay una relación entre la capacidad de la tubería y la velocidad de flujo, esta relación es como sigue.

$$Q = 3600 * A * V$$

Donde:

Q : Capacidad $[\frac{m^3}{h}]$

V : Velocidad de flujo en $\left[\frac{m}{s}\right]$

A : Área de tubería $[m^2]$

l. Potencia y eficiencia

El trabajo realizado por una bomba es una función de cabeza total y del peso del líquido bombeado en un periodo de tiempo dado. La capacidad de la bomba en GPM por la gravedad específica del líquido se utiliza normalmente en las fórmulas en lugar del peso real del líquido bombeado.

En la entrada de la bomba, la potencia al freno (BHP) es la potencia real entregada al eje de la bomba. En la salida de la bomba la potencia hidráulica (WHP) es la potencia entregada por la bomba al líquido. Éstos dos términos son definidos en las fórmulas siguientes:

$$WHP = \frac{Q * ADT * g * e}{3960}$$
$$BHP = \frac{Q * ADT * g * e}{3960 * \eta}$$

Donde:

ADT: Altura Dinámica Total en [m]

P: Presión en $\left[Pa = \frac{N}{m^2}\right]$

ρ : Densidad del líquido en $\left[\frac{Kg}{m^3}\right]$

g : Aceleración de la gravedad en $\left[\frac{m}{s^2}\right]$

m. Curva Característica

La performance de una bomba centrífuga se puede mostrar en una gráfica denominada curva característica. La cual muestra la altura de elevación dinámica, el caudal, la potencia de freno, la eficiencia, el NPSHr y el diámetro del impulsor.

n. Curva del sistema

Un “sistema” es el conjunto de tuberías y accesorios tales como codos, válvulas, uniones, etc. Que forman parte de la instalación de una bomba o conjunto de bombas centrífugas.

Cuando se analiza un sistema en particular, con el propósito de seleccionar una bomba o grupo de bombas, se debe calcular con precisión la resistencia al flujo de líquido que presenta el sistema completo a través de todo sus componentes (tuberías y accesorios).

La curva del sistema es una representación gráfica de la resistencia total del sistema, que son la suma de cargas fijas y variables y tiene mucho que ver con la selección de bombas.

o. Ley de afinidad

Las leyes de afinidad expresan la relación matemática entre las variables que implican el funcionamiento de la bomba. Se aplican a todos los tipos de bombas de flujo centrífugo y radial, son las siguientes:

Manteniendo constante el diámetro del impulsor

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

$$\frac{BHP_1}{BHP_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$$

Manteniendo constante la velocidad

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1}{ND_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

$$\frac{BHP_1}{BHP_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$$

Donde:

Q: capacidad

H: Altura total

D: Diámetro del impulsor

BHP: potencia entregada por la bomba

N: Velocidad del motor

p. NPSH y Cavitación en bombas centrífugas

La altura neta positiva en la aspiración (Net Positive Suction Head, por sus siglas en inglés) es un parámetro de suma importancia en el funcionamiento de una bomba. Se relaciona con la presión del fluido a la entrada de la bomba y por lo tanto influye en el fenómeno de la cavitación.

Presión de vapor: Es la presión (en escala absoluta) a la cual un fluido empieza a ebulir a una temperatura dada. A cada temperatura le corresponde una presión de vapor (también llamada presión de saturación, P_{sat}) y viceversa.

Al **augmentar la temperatura** de un líquido la presión de saturación también aumenta. De lo anterior se deduce que un líquido caliente ebulle a una presión más alta que el líquido frío (del mismo modo que se ocupa mayor temperatura para vaporizar un fluido a mayor presión, principio utilizado en las ollas de presión) Desde otro punto de vista, si se comenzara a reducir la presión que actúa sobre un fluido caliente se encontraría que empieza a ebulir antes que el mismo líquido a menor temperatura.

En la entrada a una bomba la presión del fluido debe disminuir (succión) para poder mantener el flujo del fluido pero se debe tener cuidado de que en todo momento se mantenga por encima de la presión de vapor del mismo. Si se permite que la presión del líquido descienda por debajo de P_{sat} se forman burbujas en la corriente del fluido que posteriormente colapsan al alcanzar las zonas de mayor presión de la bomba causando

vibración y picaduras en el rodete o impulsor. Este es el fenómeno de la cavitación.

En la práctica **la cavitación** se evita garantizando que el $NPSH_{requerido}$ por la bomba sea MENOR el $NPSH_{disponible}$ en el sistema.

El $NPSH_{requerido}$ es un parámetro de la bomba y lo debe dar el fabricante. Se puede interpretar como la succión que produce la bomba para poder manejar el caudal y la cabeza para las cuales fue seleccionada.

El $NPSH_{disponible}$ es un parámetro del sistema y debe calcularse. Nos dice que tanta succión se puede tolerar antes que la presión alcance P_{sat} . De ahí el requerimiento

$$NPSH_{requerido} < NPSH_{disponible}$$

Se calcula de la siguiente manera

$$NPSH_{disponible} = (H_b + H) - (H_f + H_v + H_s)$$

Donde:

H_b : Presión atmosférica del lugar

H : Altura de carga (positiva o negativa si debe succionar)

H_f : Pérdida de carga por fricción en la tubería de aspiración

H_v : Presión de vapor saturado del líquido a la temperatura de trabajo

H_s : Altura de seguridad propuesta entre 0.5 a 1 metro.

Figura 2.12. Altura dinámica total

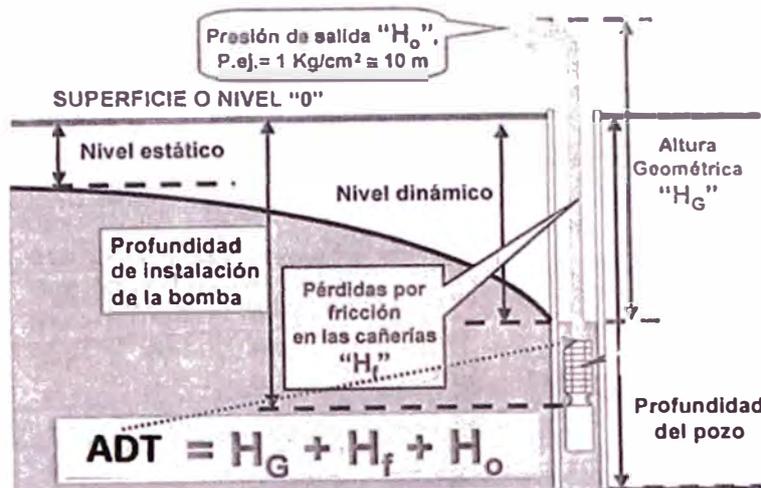
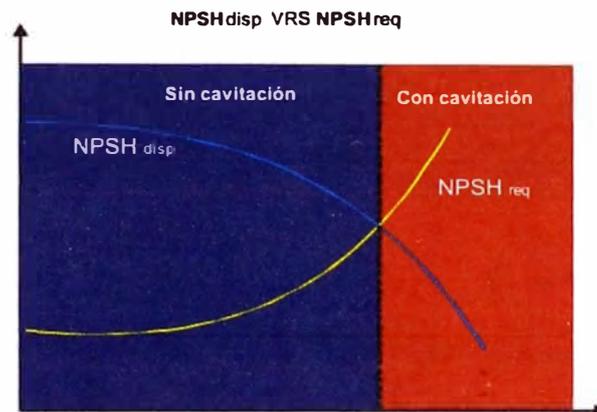


Figura 2.13 $NPSH_{disp}$ y $NPSH_{req}$

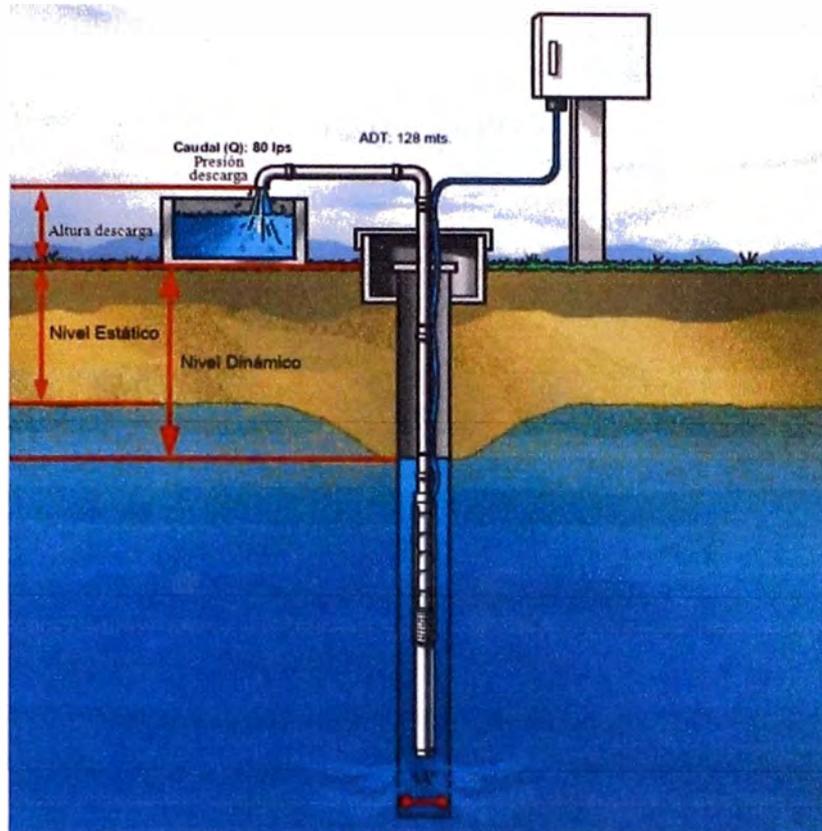


2.2.1.3. Consideraciones para la selección de las bombas sumergibles

Para seleccionar una bomba, primero es necesario calcular el caudal y la Altura Dinámica Total. Debemos considerar los siguientes parámetros:

- Nivel Estático
- Nivel Dinámico
- Presión a la salida
- Pérdidas en las tuberías, válvulas y recodos

Figura 2.14 Cálculo Altura elevación total



2.2.2. Sistema de monitoreo SCADA

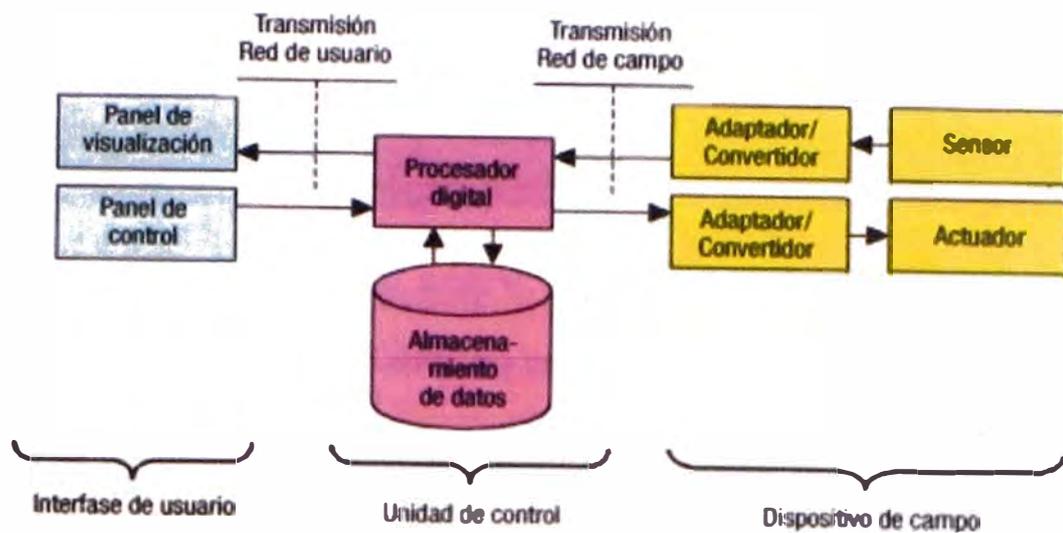
El objetivo principal de la automatización industrial consiste en gobernar la actividad y la evolución de los procesos sin intervención continua del operador humano.

Bajo ésta premisa se plantea que el operador interactúe con el proceso en forma dinámica, mientras observa la evolución del proceso a lo largo del tiempo. La visualización de la evolución de la variable se puede hacer mediante un computador. En la pantalla del computador se mostrará un esquema que reemplace al proceso, así de ésta forma se visualiza al proceso.

En ese sentido se recurre al significado de SCADA:

SCADA: Es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition. Un sistema SCADA está basado en computadores que permiten supervisar y controlar a distancia una instalación, proceso o sistema de características variadas.

Figura 2.15 Esquema básico un sistema SCADA



2.3. Descripción General del Sistema SCADA

El sistema está formado por dos partes fundamentales que podemos ver como los extremos del mismo, las cuales son:

2.3.1. Hardware

2.3.1.1. Unidad de Terminal Remota (RTU) :

La RTU se conecta al equipo físicamente y lee los datos de estado como los estados abierto/cerrado desde una válvula o un interruptor, lee las medidas como presión, flujo, voltaje o corriente.

2.3.1.2. Unidad Central (MTU):

Conocido como Unidad Maestra. Ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo puede tener acceso a ellos.

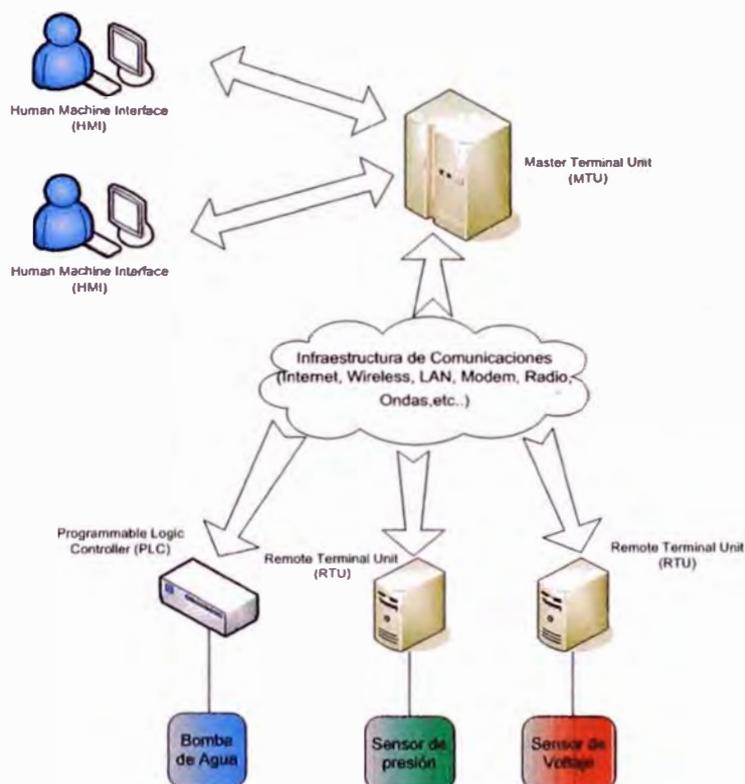
2.3.1.3. Sistema de Comunicaciones:

Se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación.

2.3.1.4. Transductores:

Son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica (y viceversa). Su calibración es muy importante para que no haya problema con la confusión de valores de los datos.

Figura 2.16 Descripción general de los sistemas



2.3.2. Software

2.3.2.1. Una interfaz Hombre - Máquina o HMI

Conocido también como HMI ("Human Machine Interface"), y es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso.

Los sistemas HMI podemos pensarlos como una "ventana de un proceso". Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en un ordenador. Los sistemas HMI en ordenadores se los conoce también como software HMI o de monitorización y control de supervisión.

Figura 2.17 Software de monitoreo



2.3.3. Elementos del Sistema SCADA

- Unidad de Terminal Remota (RTU)
- Unidad Central (MTU)
- Sistemas de comunicaciones
- Transductores
- Interfaz Operador Máquinas (HMI)

2.3.4. Elementos de Comunicación

En una comunicación deben existir tres elementos necesariamente:

1. Un medio de transmisión, sobre el cual se envían los mensajes.
2. Un equipo emisor que puede ser el MTU.
3. Un equipo receptor que se puede asociar a los RTU's.

2.4. Funciones Principales del Sistema SCADA

- Adquisición de datos, para recoger, procesar y almacenar la información recibida.
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control.
- Control, para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (alarmas, menús, etc.) bien directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.
- Automatización de procesos.

2.5. Comunicación Digital

Actualmente se viene usando, cada vez más, los equipos con capacidad de comunicación y éstos a la vez se comunican con algún otro dispositivo, es por ello, la importancia de conocer el principio de funcionamiento de las redes para estar en condiciones de identificar las posibles averías.

2.5.1. Red de comunicación

Una red es la conexión de dos o más elementos a través de algún medio de transmisión. Cuando hablamos de un conjunto de elementos nos referimos a computadoras, PLC y otros dispositivos conectados para compartir recursos.

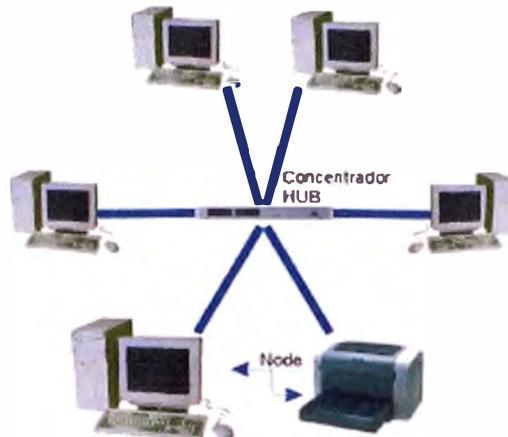
2.5.2. Topología de redes

a. Topología Estrella:

Todos los nodos están conectados a un nodo central a través del cual pasan todos los datos. El nodo central es común para todos y normalmente posee mayor capacidad de proceso; en algunos casos, tiene únicamente la función de conmutación y diagnóstico.

En la **Figura 2.18** notamos que la topología estrella tiene un control centralizado, si falla la inteligencia central, la red falla, además posee limitado número de conexiones.

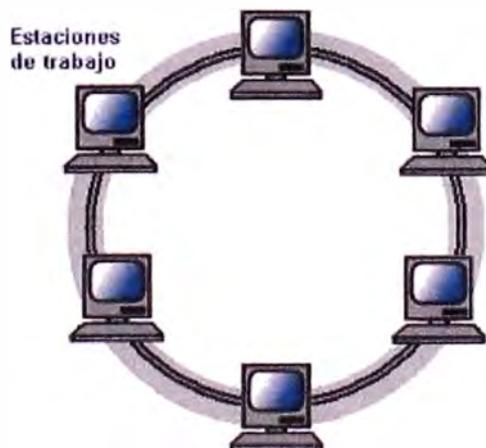
Figura 2.18 Topología estrella



b. Topología Anillo:

Está constituido por un conjunto de estaciones conectados en serie y formando un anillo cerrado. Cada estación conectada a la red a través de una interface que tiene la función de retransmitir datos que no están destinados a ese nodo, leer los datos destinados a ese nodo e insertar los datos enviados por él. Ver **Figura 2.19**

Figura 2.19 Topología anillo

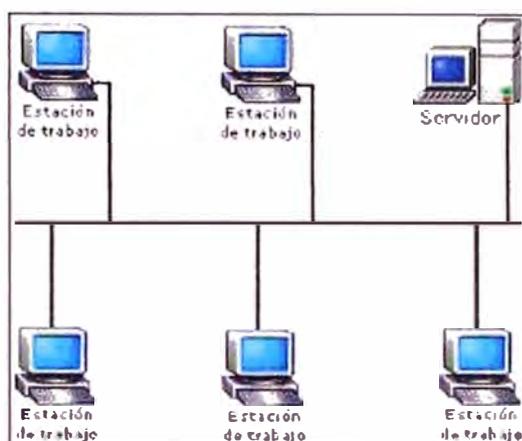


c. Topología tipo Bus:

En esta distribución todas las estaciones se conectan a un medio de transmisión común a través de interfaces pasivas. Su alta fiabilidad radica en que las interfaces de alcance pasivas, no afectando el funcionamiento global de la red en caso de falla. Cuando se desea insertar más estaciones es necesario tener presente las características físicas del medio de transmisión.

Ver **Figura 2.20**

Figura 2.20 Topología tipo Bus



2.5.3. Medios de Transmisión

El Soporte que permite conectar fácilmente las estaciones y el medio por donde viajan las señales que representan los datos que se transmiten de una estación a otra.

El medio de transmisión seleccionado para una red influye en las características de velocidad de transmisión y cantidad de información.

a. Cable par trenzado:

Este cable está compuesta por dos conductores trenzados entre sí con la finalidad de reducir el ruido y mantener constante las propiedades eléctricas del medio a lo largo de su longitud. Los hilos conductores son generalmente de cobre, pudiendo estar blindado.

Se usa en topologías estrella, anillo y bus; su constitución física la hace vulnerable a ruidos eléctricos, son económicos, no

son adecuadas para altas velocidades a largas distancias, siendo apropiadas para una comunicación punto a punto.

b. Cable coaxial:

Está constituido por dos conductores concéntricos y separados por un dieléctrico, donde el conductor externo va conectado a tierra. Este cable permite una mayor velocidad de transmisión; puede transportar varios mensajes simultáneamente. El costo es ligeramente mayor al cable de par trenzado.

Se usa frecuentemente en redes con topología de bus, físicamente es fuerte y resistente, son sensibles a los ruidos, temperatura y maltrato.

c. Fibra óptica:

Está compuesta por un haz de finos hilos de fibra de vidrio, cuya transmisión se efectúa a través de la señal de luz codificada emitida por diodos emisores o láser de semiconductores. La capacidad de transmisión es mayor a la del cable coaxial, durante la transmisión, las señales eléctricas son convertidas en señales de luz. Esto evita que la interferencia electromagnética influya en la información a transmitir.

Recomendable en topología estrella o anillo; buena fiabilidad, necesitan ser tratados con mucho cuidado ya que si son doblados o presionados pueden sufrir daño y perjudicar la comunicación. El costo es alto con respecto al cable coaxial.

2.5.4. Modo de Comunicación

La manera de comunicación es la manera como dialogan los diversos elementos conectados en una red.

a. Comunicación Simplex:

La información fluye en un solo sentido. No es posible confirmar la recepción de mensaje.

b. Comunicación Half Dúplex:

La información fluye en ambas direcciones. Primero transmite un elemento y después que este ha finalizado, transmite el elemento que responde. Este es el nodo de comunicación preferida para los elementos de campos en una red industrial.

c. Comunicación Dúplex:

La información puede ser transmitida y recibida simultáneamente. Un ejemplo es la conversación telefónica entre dos personas. Sin embargo, para comunicaciones entre máquinas se requieren líneas separadas para transmisión y recepción debido a que de otra manera la información no podría ser codificada.

2.5.5. Interfaces

Son elementos que permite la transmisión de información de un equipo de datos hacia un Modem o hacia el medio de transmisión para el cual va a comunicarse con otro tipo de datos.

La transmisión de datos está sujeta a estándares internacionales para asegurar la compatibilidad entre equipos de diferentes fabricantes.

Una consideración primaria a nivel de campo es que las líneas de transmisión de datos son económicas y sencillas. El tipo de interface estándar en el nivel de campo industrial es serial. Los bajos costos de instalación (cables y conectores), grandes longitudes de los cables y la seguridad de la información compensan las bajas velocidades de transmisión que la caracterizan.

Las siguientes interfaces seriales son la de mayor aplicación industrial:

a. Interface RS 232:

Es una interface común a la actualidad, sobre todo en aplicaciones informáticas. La interface RS 232 es un interface de tensión ± 12 V definida para las transmisiones seriales.

Es usada cuando se desea conectar a dos equipos mediante cable multipar, usualmente una computadora a un servicio periférico o módem.

b. Interface RS 422:

La interface RS 422 cubre solamente los requerimientos físicos y eléctricos para la transmisión. Emplea señales diferenciables que permiten elevadas velocidades de transmisión de hasta 10Mbits/S.

c. Interface RS 485:

Es una interface a diferencia de la RS232 se define como interface de tipo balanceada y con transmisión diferencial. Una interface balanceada consiste en que la transmisión de cada señal se realiza a través de un circuito exclusivo de dos hilos. Con cable de par trenzado se puede transmitir a 100 Kbps a una distancia de 1000 m. Posee alta calidad de transmisión, enlaces multipunto, modo de comunicación Half-Dúplex.

d. TTY (lazo de corriente de 20 mA):

Es usado como alternativa a la interface RS-232. Su principal ventaja radica en su insensibilidad a la interferencia, de modo que se puede cubrir grandes distancias. TTY también es utilizado cuando existen grandes fuentes de campo electromagnético cerca de las líneas de transmisión. Trabaja con una corriente de 20 mA que es activada y desactivada (“1” y “0”) en el tiempo durante la transmisión. Así cada terminal tiene dos lazos; uno para transmisión y otro para recepción. Permite solamente la conexión de un transmisor y un receptor. A una distancia de 100m permite una velocidad de transmisión de 19200 bps.

Es usada cuando se desea conectar a dos equipos mediante cable multipar, usualmente una computadora a un servicio periférico o módem.

CAPITULO III

CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE

BOMBEO POZO PROFUNDO

3.1. Resultados de la prueba de Bombeo para pozos de agua

La prueba de bombeo fue realizada por otra empresa especialista en el rubro y los resultados fueron entregados al Ingeniero del proyecto AGROLMOS. Y nos proporcionaron los siguientes datos para realizar la selección de la bomba:

- Caudal requerido : 40 litros por segundo
- Nivel Dinámico : 180 metros
- Altura desde la superficie a la descarga : 20 metros

3.1.1. Características del fluido a transportar

- Fluido : Agua de pozo
- Temperatura: 26 °C
- Rango pH : 6.5 – 7
- Máximo tamaño de partículas : 0.08 mm

3.1.2. Condiciones Generales de Operación

Las condiciones en donde operará la bomba es:

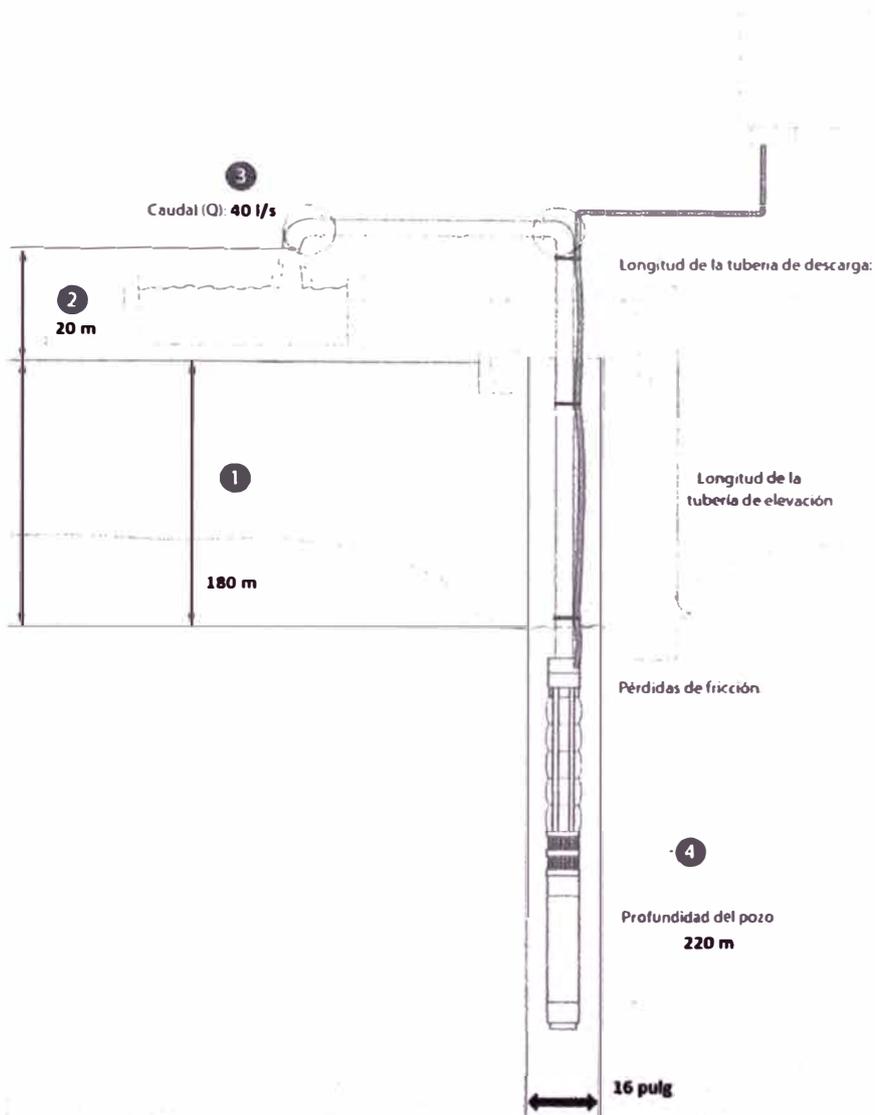
- Totalmente sumergida en pozo de agua.
- Se requiere una Presión a la salida de 3 a 3.5 PSI.
- Diámetro de tubería de descarga 6 pulgadas
- Profundidad del pozo 220 metros.
- Pozo tiene casing de 16”.
- El pozo requiere de una inspección con cámara antes de la instalación del sistema.

3.1.3. Esquema del Sistema de pozo profundo

De los datos proporcionados por la empresa interesada (AGROLMOS) se realiza el siguiente esquema para considerar nuestra referencia de cálculos.

1. Nivel Dinámico: 180 metros
2. Altura desde la superficie a la descarga: 20 metros
3. Caudal requerido: 40 litros por segundo
4. Profundidad: 220 metros

Figura 3.1 Esquema de pozo profundo



3.2. Evaluación de ALTURA DINÁMICA TOTAL y Pérdidas

El cálculo de la altura dinámica total del sistema es el parámetro más importante en la selección de una bomba centrífuga, por consiguiente se deberá tener mucho cuidado en determinarlo.

La altura dinámica total para nuestro caso estará dada por la siguiente relación:

$$ADT = H_G + H_F + H_D$$

Donde:

ADT: altura dinámica total [m]

H_G : Altura geométrica [m]

H_O : Presión de salida [m]

H_F : Pérdidas por fricción en tuberías [m]

3.2.1. Altura Geométrica:

Nivel dinámico: 180 metros

Altura desde la superficie a la descarga: 20 metros

$$H_G = 180 + 20 = 200 \text{ metros} \dots (1)$$

3.2.2. Presión de salida:

Se requiere una presión a la salida de 3 a 3.5 PSI

$$H_O = 3.5 \text{ PSI} \cong 2.5 \text{ m H}_2\text{O} \dots \dots (2)$$

3.2.3. Pérdidas por fricción en tuberías:

Para esta evaluación se está tomando en consideración el Manual de GRUNDFOS Bombas Sumergibles, motores y accesorios.

a. Línea de succión:

En el caso específico de bomba sumergible no se cuenta con línea de succión debido a que la bomba se encuentra sumergida.

b. Línea de descarga:

La siguiente información puede ser obtenida de las curvas o tablas de las pérdidas por fricción en el ANEXO A.1 para tubería flexible de 6 pulgadas, se tiene:

$$\text{Caudal: } Q = 40 \frac{l}{s} \cong 144 \frac{m^3}{h}$$

$$h_F \cong 2 \text{ m por cada 100 metros de tubería}$$

$$h_F \cong 2 * \left(\frac{190}{100}\right) \approx 4 \text{ m}$$

Los coeficientes de resistencia de los accesorios pueden ser obtenidos del ANEXO A.

| | |
|------------------------|---------------------|
| Válvula check vertical | 2.5 (ver ANEXO A.3) |
| Válvula dúo check | 1.5 (ver ANEXO A.2) |
| Válvula de compuerta | 0.6 |
| Codos bridados | 0.25 |

El coeficiente de resistencia total es:

$$K_t = 2.5 + 1.5 + 0.6 + 0.25 = 4.85$$

De la fórmula de Capacidad, se tiene: $Q = V * A$ (Ver Cap. 2.2.1.2)

$$Q = 40 \frac{l}{s} \cong 144 \frac{m^3}{h}$$

$$A = \pi * \frac{(0.15)^2}{4} \cong 0.01766 m^2$$

$$Q = V * A$$

$$V \cong 2.27 m/s$$

Las pérdidas por fricción en los accesorios son:

$$h = K_t * \frac{V^2}{2 * g} = 4.85 * \frac{2.27^2}{2 * 9.81} = 1.27 m$$

$$H_F = h_F + h = 4 + 1.27 = 4.27 m$$

$$H_F = 5.27 m \dots (3)$$

Por lo tanto la altura dinámica total es la suma de (1), (2) y (3):

$$ADT = 200 + 5.27 + 2.5 + 1.5(\text{factor de seguridad})$$

$$\cong 210 \text{ metros}$$

El punto de operación del sistema para seleccionar la bomba es de:

Caudal: 40 l/s

Altura Dinámica Total: 210 metros

3.2.4. Evaluación del NPSH

En vista que en toda la selección de bombas, un parámetro importante a considerar, sobre todo si la selección se realiza para operación a 3600 m.s.n.m., es el análisis del NPSH (net positive Suction head) que resulta en muchos casos un factor limitante en la selección de bombas ya que la presión atmosférica disminuye con la altitud, por consiguiente el NPSH disponible decrece.

Para nuestro caso la bomba se encuentra sumergida 10 metros bajo el nivel dinámico y se determina de la siguiente forma.

$$H_b : 10 \text{ m}$$

H : 10 m de succión positiva. Esto porque la bomba está 10 metros más profundo que el nivel dinámico.

$$H_f : 0, \text{ No tiene tuberías en la succión}$$

$$H_v : 0.215 \text{ m a } 18.3 \text{ }^\circ\text{C (ver ANEXO K)}$$

$$H_s : 0.5 \text{ metros.}$$

Por lo tanto:

$$NPSH_{disponible} = (10 + 10) - (0 + 0.215 + 0.5)$$

$$NPSH_{disponible} = 19.285 \text{ metros}$$

La siguiente relación es muy usada en sistemas de bombeo para que la bomba no Cavite:

$$NPSH_{disponible} \geq NPSH_{requerido} +$$

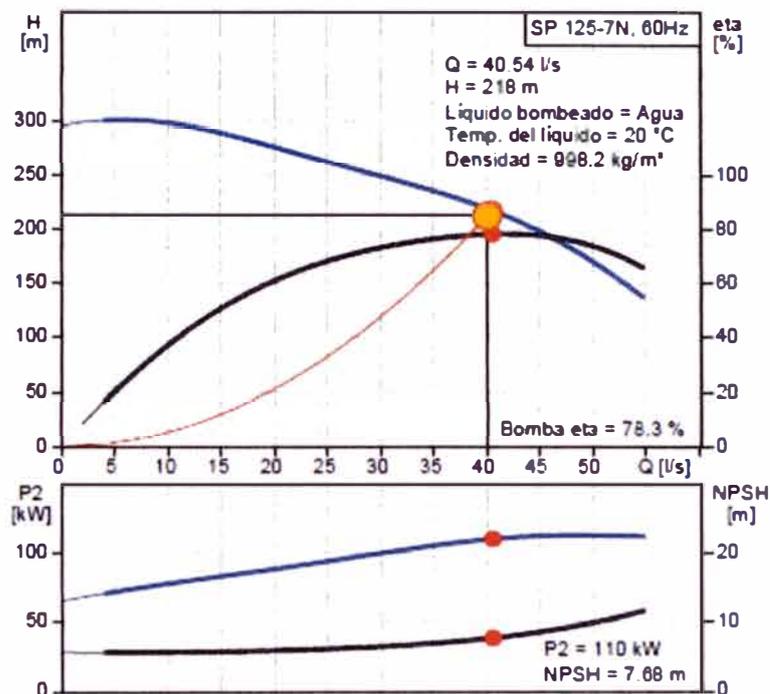
$$2 \text{ pies}(0.61 \text{ metros})$$

$$NPSH_{requerido} \leq 18.675 \text{ metros}$$

3.3. Selección del Sistema de bombeo Electro sumergible

Tras calcular obtener los datos de caudal y la altura de elevación necesarias y teniendo en cuenta la limitación del NPSH y las características de la instalación. La selección de la bomba puede realizarse usando WinCAPS/WebCAP de la empresa GRUNDFOS (ver detalles de la selección en ANEXO B.2).

Figura 3.2 Curva característica de la bomba seleccionada



A continuación se empieza a describir cada componente del sistema de bombeo considerando la curva de la bomba seleccionada.

3.3.1. Componentes principales de fondo

3.3.1.1. Electrobomba

a. Bomba:

- Marca: GRUNDFOS
- Modelo: SP 125-7N
- Etapas: 7
- Bomba con válvula de retención integrada
- Material: Acero inoxidable AISI 316
- Procedencia: Dinamarca
- Descarga: Rosca Rp 6
- Dimensiones: 1585 mm de largo y diámetro externo 218 mm (ver detalle ANEXO B.1)

b. Motor:

- Marca: FRANKLIN
- Norma: NEMA
- Potencia nominal –P2: 110kW (ver detalle de “P2” en **ANEXO J**)
- Frecuencia de alimentación: 60 Hz
- Tensión Nominal: 3x460V
- Tipo de Arranque: directo (se considera un variador de velocidad)
- Factor de trabajo: 1.15
- Corriente Nominal: 221 A
- Factor de potencia: 0.85
- Velocidad nominal: 3525 rpm
- Grado de protección: IP 58(ver detalle **ANEXO H**)
- Clase de aislamiento : F
- Transmisor de temp. Incorporado: si
- Dimensiones: 1976 mm de largo y diámetro externo 196mm (ver detalle **ANEXO B.1**)

3.3.1.2. Sensores y Transmisores:

a. Transmisor de presión 4-20 mA -:

La medición que realiza el sensor es la distancia que se encuentra el agua con respecto a la superficie, que indica la columna de agua en la tubería de descarga. Éste sensor es fácilmente adaptable a los sistemas SCADA y registradores de datos, el 4-20 mA proporciona mediciones de alta precisión del nivel líquido.

- Marca: HERON INSTRUMENTS
- Transductor: Silicio Piezoresistivo
- Rango de profundidad hidrostática: 0-200 metros
- Precisión: 0.1%

- Rango de Temperatura de Compensación: 0°C – 50 °C
- Temperatura de funcionamiento: -20°C a 80°C
- Señal: 4-20 mA
- 2 hilos de conexión
- Incluye
- Dimensiones: 135 mm de largo y diámetro externo 22.5mm (ver detalle ANEXO B.3)
- Material: Acero inoxidable, Viton
- Voltaje de alimentación: 7.5 VDC-35VDC

Figura 3.3 Transmisor de presión que mide el Nivel de agua



b. Sensor de Temperatura del Motor:

El motor FRANKLIN tiene 3 sensores de temperatura PT100 de tres hilos cada uno. (Ver detalle ANEXO B.4)

Figura 3.4 Sensor de Temperatura PT100



3.3.1.3. Cable eléctrico sumergible:

El dimensionamiento del cable se hizo usando las tablas que recomienda el fabricante de motores FRANKLIN.

Con los siguientes datos se recurre a la tabla de la página 20 del MANUAL (ver detalle en ANEXO F)

- Potencia : 150 HP
- Longitud : 200 metros < > 657 pies
- Tipo de arranque: Directo

En las tablas no figura arranque con Variador de Velocidad, y por cuestiones de seguridad se elige arranque directo (Ver detalle del tipo de arranque en ANEXO G)

Con esos datos se obtiene el cable de calibre **3x1/0 AWG +Tierra**

- Marca: CABLE PAIGE
- Especificación: P7271M-SP
- Tipo: Cable plano
- Aplicación: Bomba Sumergible
- Voltaje que soporta: 600/2000 voltios
- Aislamiento: Polivinilo y nylon
- Recubrimiento: Polivinilo, goma
- Dimensiones: 3x2/0 AWG +6 AWG Tierra
- Código: 020096

Figura 3.5 Cable plano sumergible-Paige



3.3.1.4. Válvula check vertical:

El uso de ésta válvula en sistemas de pozo es para facilitar el desmontaje de la bomba. La válvula tiene un pin de rotura, que al romperse, el agua se evacúa por el agujero.

La selección se hace por recomendación del fabricante de válvulas FLOMATIC. Al usar variador de velocidad el flujo variará por ende el agua al tener contacto con la válvula check, este soportará las presiones nominales y el flujo del sistema indicados y, además, para soportar el peso de la bomba sumergible, las tuberías y el agua en la tubería ascendente. Además, las válvulas están diseñadas exclusivamente para absorber algunos golpes hidráulicos de agua asociados con el bombeo de agua de pozo.

- Marca: FLOMATIC VALVES
- Familia: 80MS6VFD
- Material cuerpo : Acero inoxidable 316
- Material de resorte: Acero inoxidable 316
- Pin de rotura : Viton
- Sello: Viton
- Dimensiones: 6 pulg macho x 6 pulg hembra.
- Peso: 29 Kg

(Ver detalles en ANEXO B.7)

Figura 3.6 Válvula check vertical -Danfoss



3.3.1.5. Tubería Flexible:

La tubería Flexible Boreline está diseñada para reemplazar los rígidos elevadores utilizados con las bombas sumergibles. Es ideal para utilizarla en instalaciones permanentes y temporales. Boreline es una

tubería de alta presión y alta fuerza. Las bombas se pueden colocar en una longitud continua entre 120 y 300 metros, sin un cordón o cable de soporte.

Los beneficios incluyen: Instalación y extracción simple, resistencia total a la corrosión, ideal para áreas de acceso restringido.

- Marca: BORELINE-HOSE SOLUTIONS
- Tamaño: 6 pulg.
- Presión de rompedura: 800 PSI
- Presión de operación: 310 PSI
- Fuerza teórica de Tensión: 20 000 Kg
- Peso del Boreline: 2.5 Kg/m
- Peso del Agua: 21 Kg/m
- Peso del Accesorio de unión: 16 Kg

Realizamos un cálculo para verificar la fuerza teórica de tensión (ver ANEXO B.6)

Tabla 3.1: Peso de los componentes de fondo del pozo

| Accesorio | Cantidad | Peso (Kg) |
|---------------------------|----------|-----------|
| Motor y bomba | 1 | 446 |
| Válvula check vertical | 1 | 29 |
| Boreline (2.5 Kg/m) | 200 | 500 |
| Peso del Agua (21 Kg/m) | 200 | 4200 |
| Accesorios coplas (16 Kg) | 2 | 32 |
| TOTAL | | 5207 |

De lo anterior observamos que Fuerza teórica de tensión es mayor que el peso total de los componentes de fondo, por lo tanto la tubería flexible aplicable en éste caso.

Figura 3.7 Tubería Flexible -Boreline con sus accesorios



Figura 3.8 Boreline y la bomba conectadas



3.3.2. Componentes principales de superficie

3.3.2.1. Árbol de descarga

- Material: Acero Inoxidable 316
- Salida: 6 pulg tipo brida
- Entrada: 6 pulga rosca NPT
- Incluye toma para manómetro
- Incluye toma para purga de aire
- Incluye carrete bridado: 6 pulg
- Ver plano 1

Figura 3.9 Muestra Árbol de descarga



3.3.2.2. Medidor de Caudal

- Marca: EUROMAG
- Modelo: MUT 2200EL
- Conexión: 6 pulg Bridada
- Cuerpo: Acero al carbono
- Principio de funcionamiento: Principio de Faraday
- Grado de protección: IP68
- Precisión: 0.2 %
- Temperatura de proceso: -25 °C a 80 °C
- Incluye Convertidor MC608 A (ver detalle **ANEXO C.1**)
- Alimentación: 90 -264 VAC 12/24 VDC
- Pantalla LCD 128x64 pixeles
- Entrada: 6 pulga rosca NPT
- Teclado
- Señal de Salida: 4-20 mA (requiere alimentación externa 24 VDC)
- Salida digital en frecuencia activa 0-10kHz
- Frecuencia de muestreo: Programable 5 a 1/480 Hz

- Fluido de proceso: Aguas superficiales o subterráneas

Figura 3.10 Medidor de Caudal MUT2200EL-Euromag



3.3.2.3. Válvula Compuerta

Válvula compuerta de acero inoxidable con bonete emperrado al cuerpo.

- Marca: REX
- Procedencia: China
- Tipo: Compuerta
- Cuerpo: ASTM A216 WCB
- Disco : Acero inoxidable
- Volante: ASTM A216 WCB
- Conexión: bridada ANSI B16.5 RF
- Vástago: ASTM A182F6

(Ver detalle **ANEXO C.2**)

Figura 3.11 Válvula compuerta REX

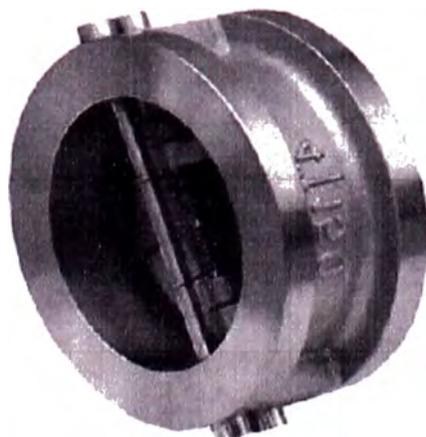


3.3.2.4. Válvula Dúo Check

Válvula Dúo Check de acero inoxidable tipo Wafer.

- Marca: FLOMATIC
 - Procedencia: USA
 - Tipo: 888 WAFER
 - Cuerpo: Acero inoxidable 316
 - Disco : Acero inoxidable 316
- (Ver detalle ANEXO C.3)

Figura 3.12 Válvula dúo check



3.3.2.5. Manómetro

La medición se hace en el sitio donde se debe realizar una indicación in situ y simultáneamente una transmisión de señal al puesto de mando central.

- Marca: WIKA
- Modelo: PGT23.063
- Tipo: medición con muelle
- Material: Acero inoxidable
- Dial: 4"
- Conexión: 1/4" NPT Inoxidable 316L
- Rango: De 0 a 15 PSI

(Ver detalle ANEXO C.4)

Figura 3.14 Manómetro WIKA



3.3.2.6. Tablero eléctrico con variador de velocidad

El diseño y la fabricación del tablero eléctrico la realizó la empresa HAC AUTOMATION, por lo tanto nos limitaremos a la descripción de lo que contiene el tablero.

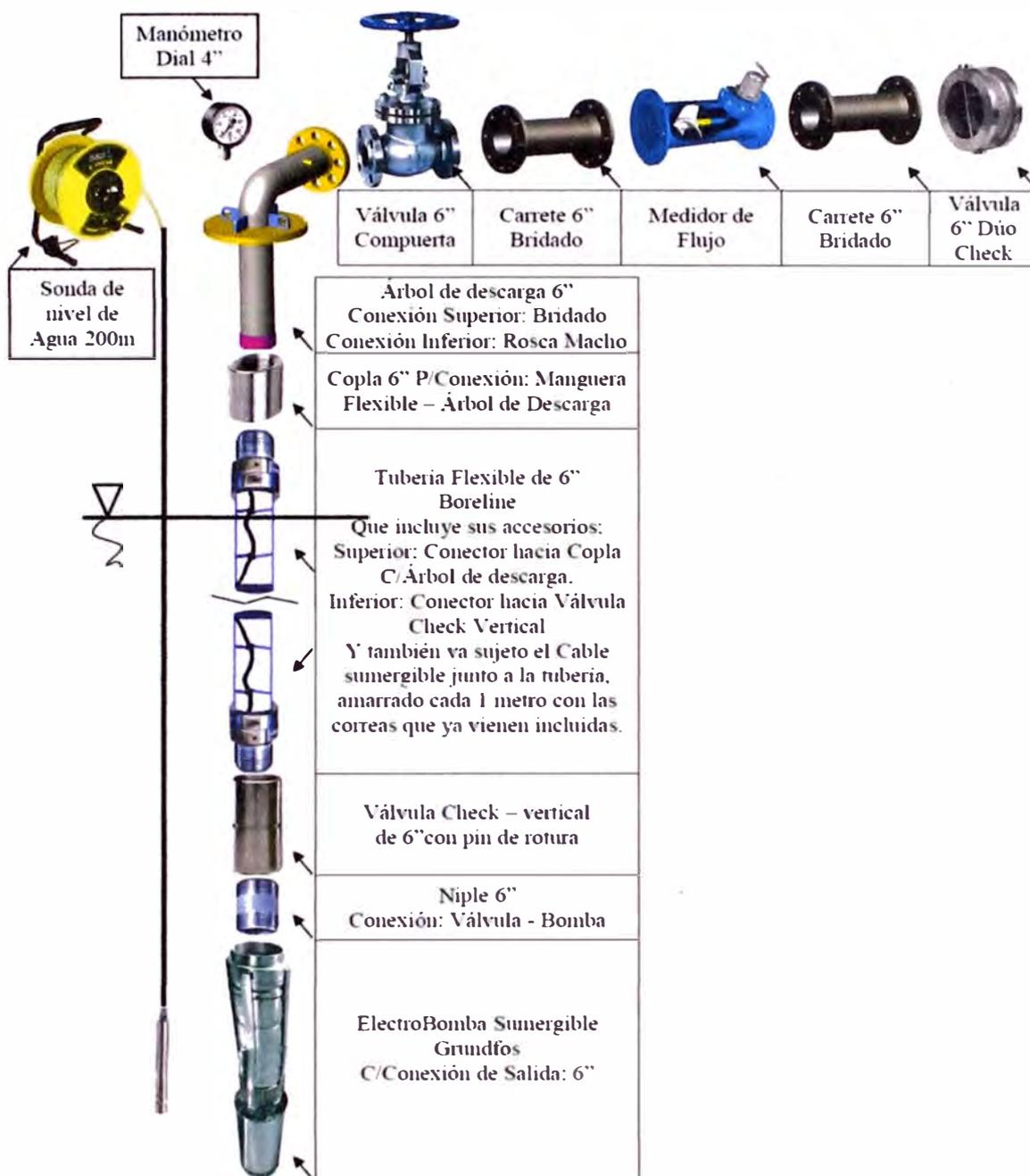
- Potencia: 150 HP
- Voltaje: 440V -60 Hz
- Dimensiones: 2000x800x600 mm

- Grado de protección: IP 55
- Variador de velocidad:
 - Marca: Toshiba
 - Modelo: Q9
 - Corriente: 180 A
 - Potencia: 150 HP
- Tiene Riel DIN y borneras libres.

Figura 3.15 Tablero eléctrico



Figura 3.16. Esquema de instalación



CAPITULO IV

SISTEMA DE MONITOREO SCADA

4.1. Equipos de monitoreo, operación y control

La descripción de los equipos que se usarán para el monitoreo se detalla a continuación:

4.1.1. ARDUINO MEGA ADK- microcontrolador ATMEGA 2560

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos.

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador, si bien tienen la posibilidad de hacerlo y comunicar con diferentes tipos de software (p.ej. Flash, Processing, MaxMSP).

Las placas pueden ser hechas a mano o compradas implementadas de fábrica; el software puede ser descargado de forma gratuita. Los ficheros de diseño de referencia (CAD) están disponibles bajo una licencia abierta, así pues eres libre de adaptarlos a tus necesidades.

4.1.2. Pantalla de Monitoreo - Computador

Para monitorear las variables del pozo se requiere un computador, los datos se presentan a continuación:

- Procesador: Intel® Core® i7 3770 (3.40 / 3.90 GHz, 8MB)
- Memoria: 8 GB DDR3
- Disco Duro: 500GB
- Placa madre: Asrock H61 Motherboard
- Lectora/Grabadora: Grabadora de DVD multicapa
- Tarjeta de Video: Tarjeta de Video GeForce GT 610 1GB dedicado
- Puertos:
 - 5 USB
 - Ethernet 10/100
 - VGA
- Periféricos:
 - Teclado
 - Mouse
- Sistema Operativo: Windows 7, Windows Xp
- Monitor : LCD 18 “

Figura 4.1 Computador para el monitoreo



4.2. Software de Monitoreo, Operación y control

La descripción de los equipos que se usarán para el monitoreo se detalla a continuación:

4.2.1. Software para Programación Arduino

El entorno de código abierto Arduino hace fácil escribir código y cargarlo a la placa E/S. Funciona en Windows, Mac OS X y Linux. El entorno está escrito en Java y basado en Processing, avr-gcc y otros programas también de código abierto.

En nuestro caso usaremos la que es compatible con Windows.

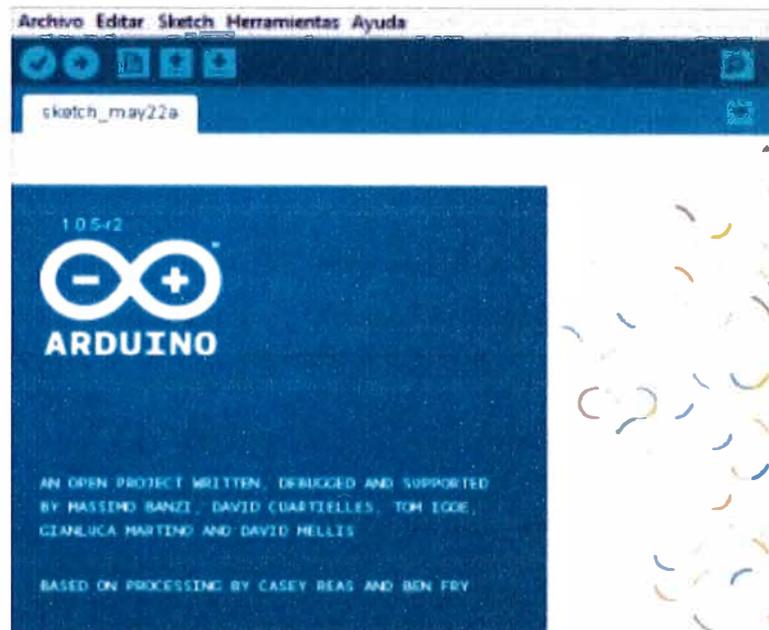
4.2.1.1. Entorno de Desarrollo para Arduino

El entorno de Desarrollo Arduino está constituido por un editor de texto para escribir el código, un área de mensajes, una consola de texto, una barra de herramientas con botones para las funciones comunes, y una serie de menús. Permite la conexión con el hardware de Arduino para cargar los programas y comunicarse con ellos.

Arduino utiliza para escribir el software lo que denomina "sketch" (*programa*). Estos programas son escritos en el editor de texto. Existe la posibilidad de cortar/pegar y buscar/remplazar texto. En el área de mensajes se muestra información mientras se cargan los programas y también muestra errores. La consola muestra el texto de salida para el

entorno de Arduino incluyendo los mensajes de error completos y otras informaciones. La barra de herramientas permite verificar el proceso de carga, creación, apertura y guardado de programas, y la monitorización serie.

Figura 4.2 Software ARDUINO



4.2.2. Software para Programación SCADA

Existen múltiples plataformas para el desarrollo de sistemas SCADA, desde los costosos hasta los OPEN SOURCE. Es el caso de la plataforma que usaremos.

4.2.2.1. Acimut Monitoriza for ARDUINO

Esta versión de "Acimut Monitoriza for Arduino" es totalmente funcional y libre de todo tipo de restricciones de uso, tanto en cuanto número de variables a controlar como de clientes-puestos de monitorización que la versión comercial si que tiene. La única limitación que tiene es que solo se puede conectar a dispositivos Arduino.

La plataforma es de código abierto y gracias al proyecto de Juan Pablo Zometa de implementación del protocolo ModBus para la placa

Arduino Acimut ha diseñado una versión específica de SCADA Acimut Monitoriza.

a. Características de la plataforma

- Instalación sencilla e inmediata del producto.
- Fácil configuración, incluso cuando se trata de una instalación con puestos remotos (WAN) ya que las comunicaciones entre los equipos cliente y el servidor se basan en los estándares de internet (protocolo HTTP).
- No precisa programación para la creación de proyectos completamente funcionales, basta “pinchar y arrastrar” los objetos SCADA sobre la superficie de los formularios y establecer las propiedades correspondientes para obtener una solución operativa.
- Si se requiere una funcionalidad avanzada que no esté contemplada en los objetos SCADA definidos en Monitoriza no hay problema ya que Monitoriza es extensible mediante programación en C# o VB.Net. También es posible la utilización de librerías de terceros desarrolladas para el .NET Framework de Windows.
- La creación de la interfaz gráfica de usuarios está basada en la tecnología de Windows Forms Designer de Microsoft© lo que facilita de forma notable el diseño.
- Fácil creación de gráficas para representar la tendencia de las variables
- A nivel de proyecto podemos definir usuarios y los permisos asignados a cada uno ellos. Por ejemplo si

solo se tiene permiso de lectura en un determinado formulario o si se tiene acceso total a este.

- Definición inmediata de alarmas.
- Fácil seguimiento de variables. Datos en formatos accesibles. Monitoriza permite almacenar las variables que se monitorizan en bases de datos estándar del mercado (Microsoft© SQL Server™, Microsoft© Access™, Oracle®, etc.)

(Ver detalles de la dirección del Manual de la plataforma en **ANEXO J**)

Figura 4.3 Software SCADA “Monitoriza”



4.2.3. Software para implementación de Base de Datos

Para el diseño y la implementación de la base de datos se utiliza el software SQL Server 2008.

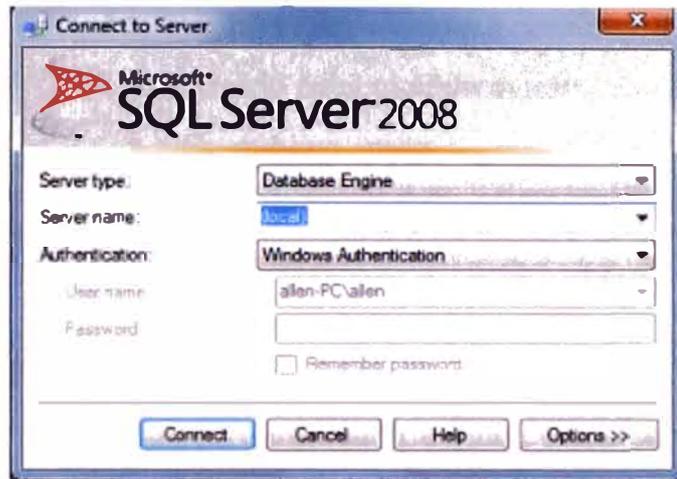
4.2.3.1. SQL Server 2008

El lenguaje de consulta estructurado (SQL por sus siglas en inglés Structures Query Language), es un lenguaje estándar de comunicación con base de datos que explota la flexibilidad y potencia de los sistemas relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en éstas. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional permitiendo efectuar consultas con el fin de

recuperar de forma sencilla información de interés de una base de datos, así como también hacer cambios sobre ella.

Para la adquisición de datos el software MONITORIZA genera automáticamente una base de datos con el nombre de Datos1 (se establece por defecto).

Figura 4.4 Software SQL Server 2008



4.3. Sistema de Comunicación

4.3.1. Comunicación Serial:

En una interface serial los bits de datos son enviados de modo secuencial a través de un canal de comunicación o bus. Diversas tecnologías utilizan comunicación serial para la transferencia de datos, incluyendo las interfaces RS232 y RS485.

Las normas que especifican los padrones RS232 y RS485, sin embargo, no especifican el formato ni la secuencia de caracteres para la transmisión y recepción de datos. En este sentido, además de la interface, es necesario identificar también el protocolo utilizado para la comunicación. Entre los diversos protocolos existentes, un protocolo muy utilizado en la industria es el protocolo ModBus-RTU.

4.3.1.1. El protocolo ModBus - RTU:

El protocolo ModBus fue desarrollado por la empresa MODICON, parte de la Schneider Automation. En el protocolo están definidos el formato de los mensajes utilizado por los elementos que hacen parte de la red ModBus, los servicios (o funciones) que pueden ser ofrecidos vía red, y también como estos elementos intercambian datos en la red.

Algunas bondades se muestran a continuación:

- Basado en el modelo maestro/esclavo.
- Es público, muy seguro, no requiere licencias y su implementación es relativamente fácil en dispositivos electrónicos.

4.3.1.2. Modos de Transmisión:

Los modos de transmisión definen como se envían los paquetes de datos entre maestros y esclavos, el protocolo MODBUS define dos principales modos de transmisión:

a. MODBUS RTU (Remote Terminal Unit).

La comunicación entre dispositivos se realiza por medio de datos binarios. Esta es la opción más usada del protocolo y es la que se está implementada en Arduino.

En el modo RTU, cada palabra transmitida posee 1 start bit, ocho bits de datos, 2 stop bits, sin paridad. De este modo, la secuencia de bits para la transmisión de un byte es la siguiente:

Tabla 4.1: Secuencia de transmisión

| | | | | | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|
| Start | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | Stop | Stop |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|

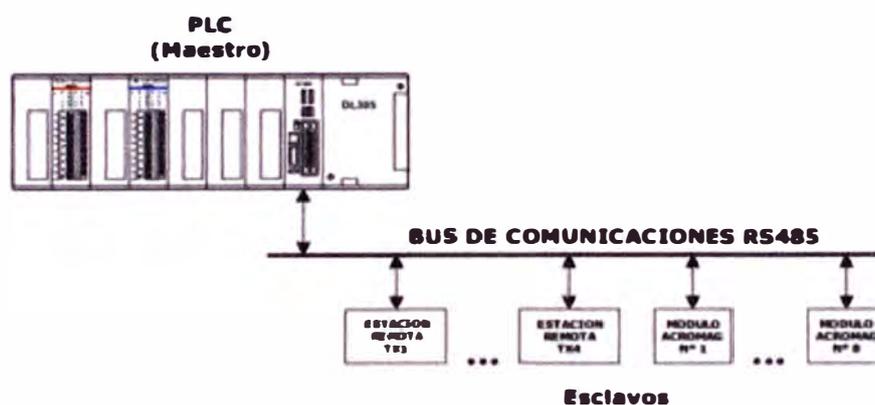
b. MODBUS ASCII (American Standard Code for Information Interchange).

La comunicación entre dispositivos se hace por medio de caracteres ASCII.

4.3.1.3. Comunicación Maestro-Eslavo en MODBUS

El MODBUS siempre funciona con un maestro y uno o más esclavos, siendo el maestro quién controla en todo momento el inicio de la comunicación con los esclavos, que según la especificación pueden ser hasta 247 en una misma red. El esclavo por otro lado se limita a retornar los datos solicitados por el maestro, así de simple es la comunicación usando el MODBUS, el maestro envía los mensajes y el respectivo esclavo los responde.

Figura 4.5 Comportamiento Maestro-Eslavo



CAPITULO V
MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL DISEÑO
DEL SISTEMA SCADA PARA EL POZO
PROFUNDO

5.1. Descripción de funcionamiento del sistema de pozo profundo

El diseño se focaliza en el monitoreo de variables del Sistema de bombeo del pozo profundo de 40 litros por segundo y 213 ± 1 metros de altura dinámica total. Las variables que se desea monitorear son:

- El nivel del agua en el pozo, usará un transmisor de presión. La medición que realiza el sensor es la distancia que se encuentra el agua con respecto a la superficie, que indica la columna de agua en la tubería de descarga. La señal de salida es 4-20 mA.
- La presión a la salida de la bomba (superficie), usará un manómetro con señal electrónica. La medición que realiza el manómetro es la presión que existe delante del punto de medición. La señal de salida es 4-20 mA.
- La temperatura de los bobinados del motor Franklin sumergible. El motor viene con tres sensores PT100 y 10 metros de cablea. La medición que realiza los sensores de temperatura nos permite observar el estado del motor. La señal de salida se adapta a voltaje 0-5 V.
- El caudal que pasa por las tuberías. La señal de salida es 4-20 mA.

- Del variador de velocidad se requiere obtener la siguiente información:
RPM, estado ON, estado OFF, regulación de RPM.

Es importante conocer el comportamiento hidráulico de una bomba porque así se puede predecir la falla, identificar problemas de pozos y controlar la bomba a distancia ayuda a reducir los costos operativos. Acorde a la Figura 5.1 mostrada se tiene un pozo de agua con una profundidad 200 metros que se encuentra a 10 km (aproximadamente) de la oficina central.

Figura 5.1 Esquema instalado

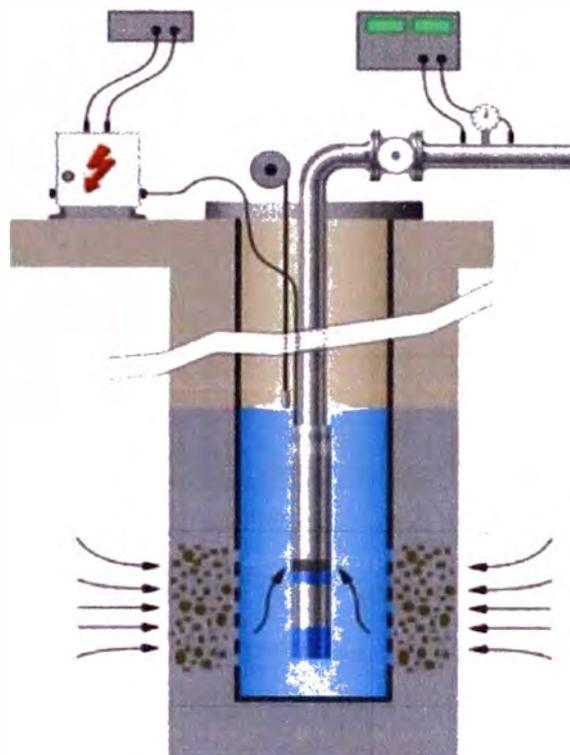


Tabla 5.1: Elementos de medición

| | Cantidad | Tipo | Señal | Rango |
|-----------------------------|-----------------|------------------|--------------|--------------|
| Medidor de Caudal | 1 | | 4-20 mA | 0-40 l/s |
| Manómetro | 1 | | 4-20 mA | 0 -15 bar |
| Sensor de Temperatura motor | 3 | PT100 3 hilos | 0 - 5 V | 0-750 °C |
| Variador Toshiba 150 HP | 1 | | | |

5.2. Descripción de funcionamiento del sistema SCADA

En la **Figura 5.2** se muestra la parte de monitoreo para los equipos del sistema de extracción artificial del pozo profundo, donde los parámetros a supervisar son el caudal, la profundidad del líquido (presión de la columna de agua en la tubería), temperatura del motor, presión a la salida de la bomba.

Figura 5.2 Interfaz HMI de monitoreo del pozo profundo



Con esta parte del programa se puede ayudar al operado, con el monitoreo constante del caudal, temperatura del motor, la variación del nivel freático y señales del variador de velocidad.

Consta de dos modos de operación del SCADA, el nivel ingeniería que tiene permisos de modificación y el nivel operador que solo visualiza y manipula el encendido /apagado del motor, y registro de alarmas.

5.3. Descripción del módulo ARDUINO MEGA ADK

El módulo Arduino que se ha seleccionado es el modelo Arduino 2560 MEGA ADK, las bondades y características se muestran a continuación.

Es una tarjeta electrónica basado en el microcontrolador ATmega2560 (ver datasheet en ANEXO D)

Tabla 5.2: Características del Arduino Mega ADK

| | |
|-----------------------------|---|
| Microcontroller | ATmega2560 |
| Operating Voltage | 5V |
| Input Voltage (recommended) | 7-12V |
| Input Voltage (limits) | 6-20V |
| Digital I/O Pins | 54 (of which 15 provide PWM output) |
| Analog Input Pins | 16 |
| DC Current per I/O Pin | 40 mA |
| DC Current for 3.3V Pin | 50 mA |
| Flash Memory | 256 KB of which 8 KB used by bootloader |
| SRAM | 8 KB |
| EEPROM | 4 KB |
| Clock Speed | 16 MHz |

Figura 5.3 Tarjeta Arduino mega2560 ADK



Figura 43. Tarjeta Arduino

Fuente: <http://www.arduino.cc/es/>

5.4. Descripción Simulador de señales analógicas por medio del ARDUINO

Para simular las señales analógicas usaremos un circuito simple que consta de 5 potenciómetros y 1 led. Cada potenciómetro hace referencia a un sensor y el led al encendido del motor. A continuación se procede a indicar los parámetros.

Tabla 5.3: Equivalencias de nombres

| Elemento | Variable | TAG |
|-----------------|-----------------|------------|
| POT1 | Setpoint | PV1 |
| POT2 | Presión | PIT100 |
| POT3 | Nivel | LIT100 |
| POT4 | Temperatura | TT100 |
| POT5 | Flujo | FIT100 |
| LED | Motor | MOTOR |

5.4.1. Parámetros normales de las señales analógicas

Los parámetros a los cuáles han sido seleccionado y diseñado el sistema de bombeo es de vital importancia debido a que la desviación de alguna de ellos nos predice una posible falla.

Tabla 5.4: Parámetros de diseño

| TAG | Valor Diseño | Unidad |
|------------|---------------------|---------------|
| PV1 | 3450 | RPM |
| PIT100 | 5 | Bar |
| LIT100 | 180 | metros |
| TT100 | 50° | °C |
| FIT100 | 40 | l/s |
| MOTOR | | |

CAPITULO VI

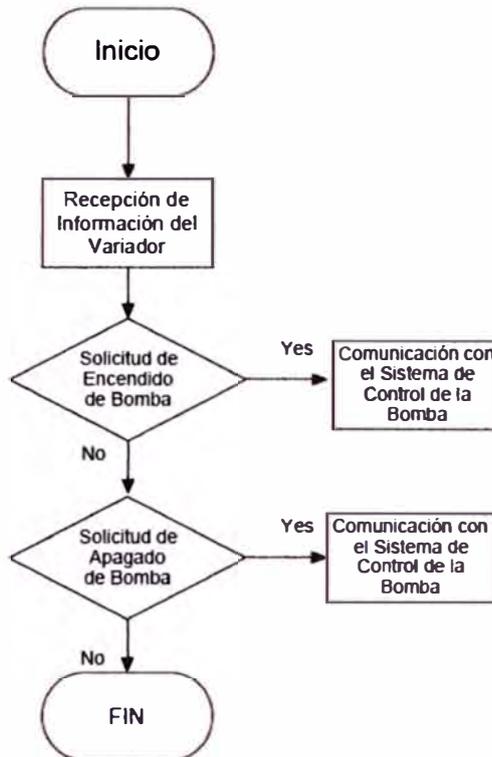
DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

6.1. Diagrama de Flujo del Sistema SCADA

6.1.1. Control del Sistema de encendido y apagado de la Bomba

En la **Figura 6.1** representa el diagrama de flujo del control del sistema de encendido y apagado de la bomba sumergible, esta lógica será aplicada en la configuración del variador de velocidad. La señal de encendido y apagado será recibido desde el tablero eléctrico.

Figura 6.1 Diagrama de Flujo Control de bomba sumergible

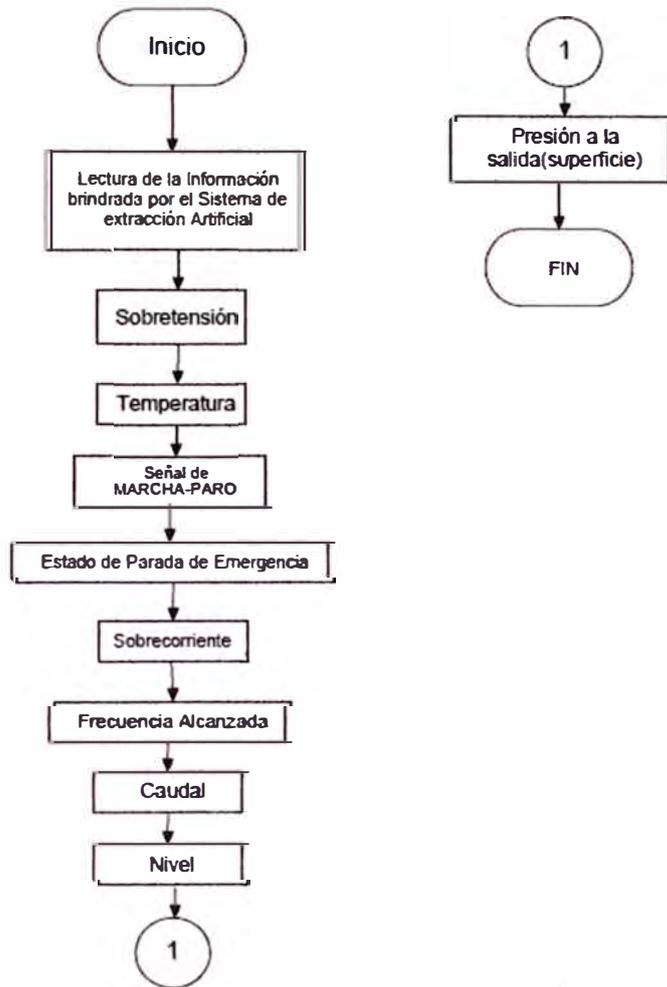


El sistema encargado del encendido y apagado de la bomba es un variador de velocidad, el cual se encarga de proteger al motor de un arranque o parada brusco. El encendido y apagado será comando de forma manual, usando botoneras en el tablero eléctrico, y automática desde el panel de control.

6.1.2. Lectura de los parámetros del Sistema de Extracción Artificial.

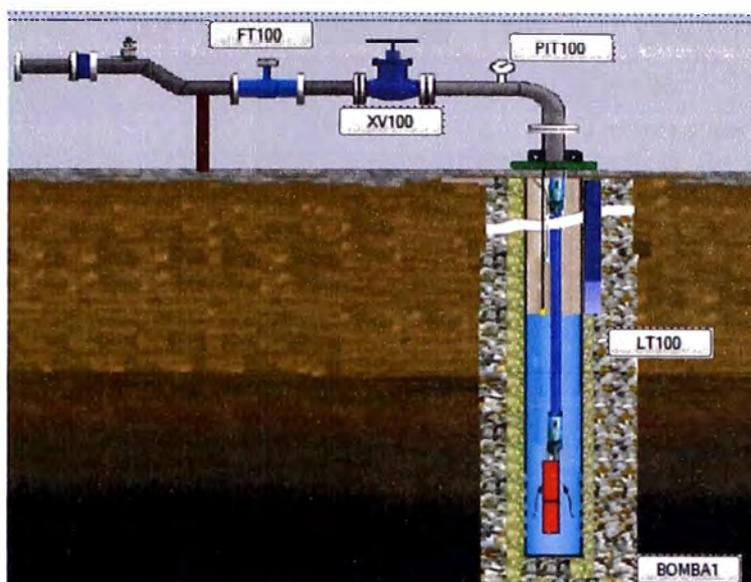
En la **Figura 6.2** representa el diagrama de flujo del monitoreo de las diferentes variables que deberían supervisarse en un motor, todo esto con la intención de asegurar el buen funcionamiento y cuidado del dispositivo principal de bombeo, mediante la lectura de variables puede preverse los mantenimientos preventivos necesarios que deben realizarse, además de comunicar en tiempo real al panel de control. Muchas de estas variables pueden ser entregadas por el variador electrónico.

Figura 6.2 Diagrama de Flujo para Lectura de Datos



La **Figura 6.3** muestra el esquema de los dispositivos que forman parte del sistema a monitorear.

Figura 6.3 Esquema del Sistema de Bombeo



6.2. Lista de variables

El diseño del presente informe involucra el monitoreo de variables que intervienen en el sistema de Extracción Artificial de Agua de un pozo profundo. El buen funcionamiento del sistema implica monitorear las variables adecuadas, por ejemplo en una bomba los parámetros importantes son: caudal, ADT y la velocidad a la que gira el motor. Se ha considerado como referencia el Plano de Instrumentación P&ID del pozo (ver en Plano 2). En la tabla 6.1 mostrada a continuación listamos las variables a monitorear.

Tabla 6.1: Lista de variables a monitorear

| Item | TAG | AI | AO | PT100 | DI | DO | Descripción | Señal |
|------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------|-----------|
| 1 | FIT001 | 1 | | | | | Caudal | 4 - 20 mA |
| 2 | TT001 | | | 3 | | | Temperatura motor | |
| 3 | LIT001 | 1 | | | | | Nivel del agua | 4 - 20 mA |
| 4 | PIT001 | 1 | | | | | Presión tubería superficie | 4 - 20 mA |
| 5 | M001 | | | | | | Motor | |
| 6 | VFD001 | | | | | | Variador de velocidad | |
| 7 | M001_ON | | | | 1 | 1 | Estado funcionamiento motor | digital |
| 8 | AUTO_001 | | | | 1 | | Modo Auto de Tablero de Arranque | digital |
| 9 | PARO_EMER_001 | | | | 1 | | Parada de Emergencia en Bomba | digital |
| 10 | REMOT_001 | | | | | 1 | Comando Remoto | digital |
| 11 | ALAR_PA_EM_001 | | | | 1 | | Alarma de Parada Emergencia | digital |
| 12 | FAL_ENERG_001 | | | | 1 | | Falla de Suministro de energía | digital |
| | TOTAL | 3 | 0 | 3 | 5 | 2 | | |

Fuente: Elaboración propia

6.3. Pantallas realizadas en MONITORIZA

Se desarrolla las pantallas del Sistema SCADA considerando los niveles de supervisión de las personas. Para hacer esto se les limita los accesos a los operadores a solo lectura y al especialista se le da todos los accesos. Tal como se muestra en la tabla 6.2 se tiene dos usuarios.

6.3.1. Usuarios

Para éste diseño se ha considerado dos usuarios. Se ha limitado el acceso a solo lectura al usuario: operador. Al usuario: ingeniero se le ha dado acceso total. Estas configuraciones se pueden visualizar en la **Figura 6.4, Figura 6.5**

Tabla 6.2: Lista de usuarios y contraseñas

| Usuario | Contraseña |
|-----------|------------|
| operador | operador |
| ingeniero | ingeniero |

Figura 6.4 Lista de Acceso por el Operador

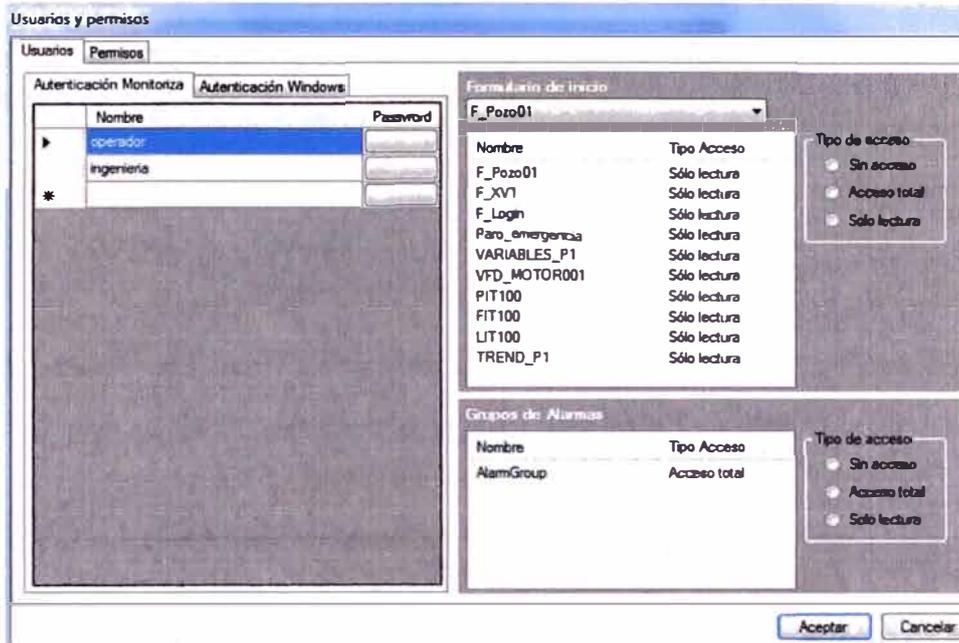
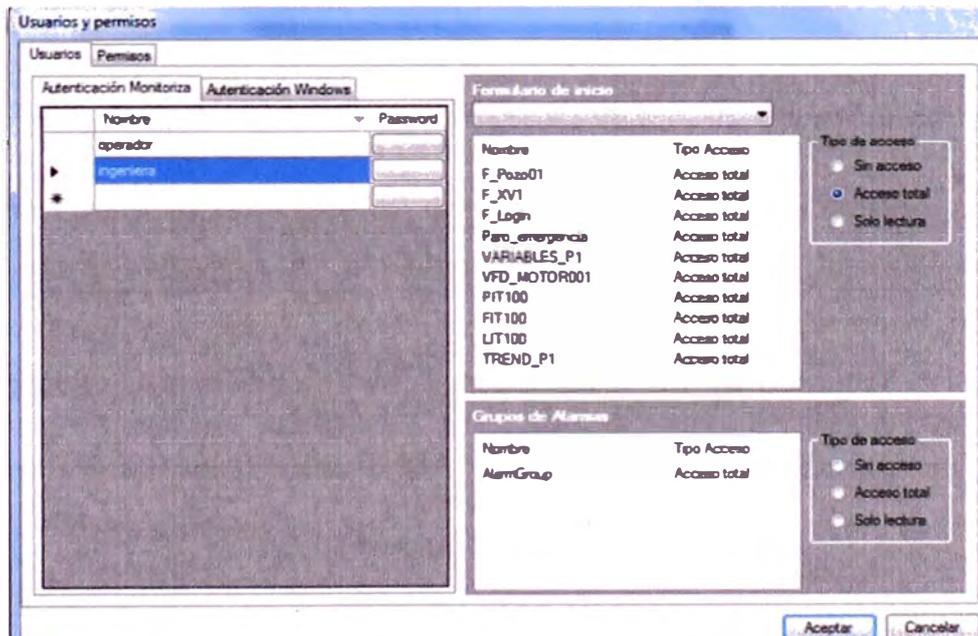


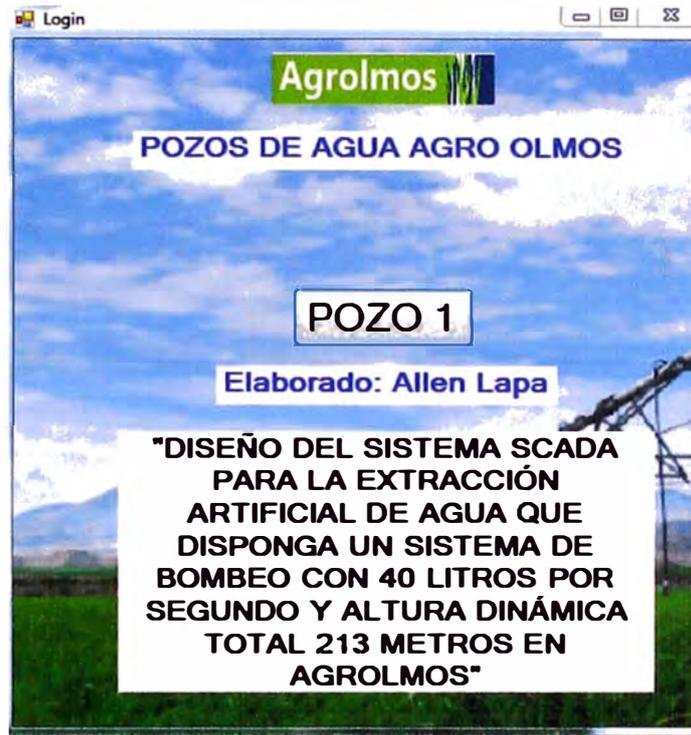
Figura 6.5 Lista de Acceso por Ingeniería



6.3.2. Pantalla de Inicio

La **Figura 6.5** muestra la pantalla de inicio después de ingresar correctamente los usuarios y contraseñas. En esta pantalla encontraremos un botón con el nombre de POZO1 que nos direcciona a otra pantalla que esquematiza el pozo.

Figura 6.5. Pantalla de Inicio



6.3.3. Pantalla Principal del Pozo1

La **Figura 6.6** muestra la pantalla principal del POZO1. En esta pantalla se puede apreciar un esquema del sistema de bombeo instalado. Cuenta con opciones de tendencias de variables, histórico de variables, histórico de alarmas. Si se desea más detalles de cada componente se presiona en el nombre del componente. Así se accede a información real de ese componente.

Figura 6.6 Pantalla Principal



6.3.4. Pantalla de Lectura de datos

La **Figura 6.7** nos muestra la medición de variables en tiempo real de los sensores instalados en el pozo.

Figura 6.7 Lectura de datos

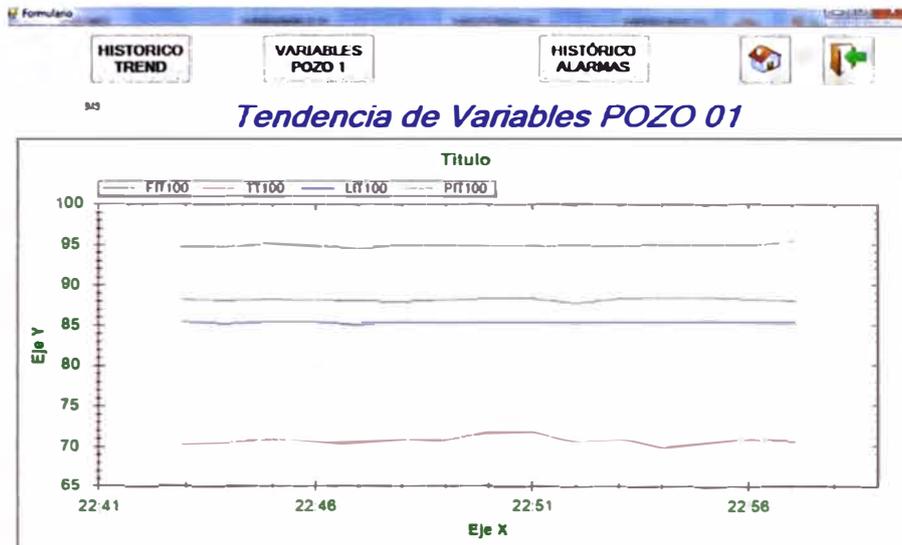


6.3.5. Pantalla de Tendencias de Variables:

Es importante conocer la evolución de las variables de proceso a lo largo del tiempo, de esta forma podemos predecir las posibles fallas de los equipos.

En la **Figura 6.8** muestra la tendencia de las variables flujo, temperatura, nivel y presión.

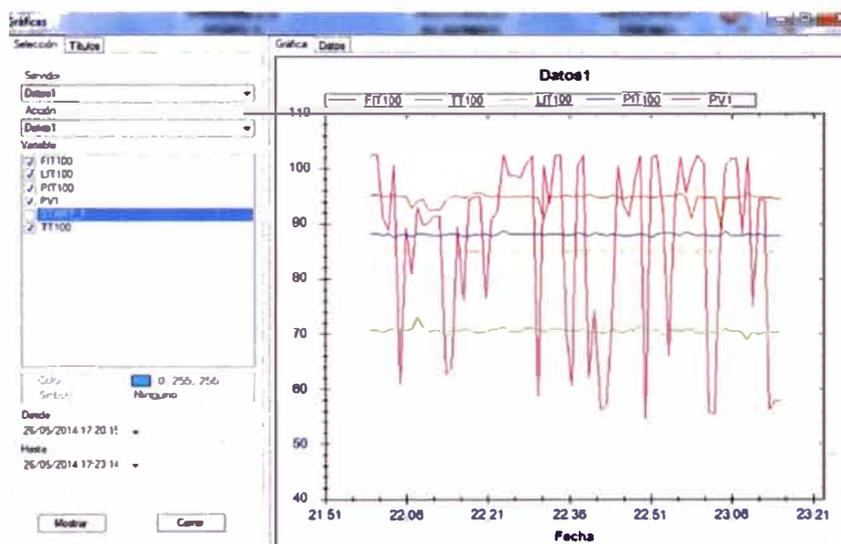
Figura 6.8 Tendencia de Variables



6.3.6. Pantalla Historial de Tendencias

Los especialistas al opinar acerca del rendimiento del equipo desean saber los datos medidos al momento del primer arranque, y la evolución de las variables. Esos parámetros están almacenados en la base de datos creada en SQL Server 2008 y el histórico se muestra en la Figura 6.9

Figura 6.9 Historial de Tendencias



6.3.7. Pantalla Datos de Tendencia:

Los datos mostrados en el histórico se generan de la base de datos que se muestra en la **Figura 6.10**

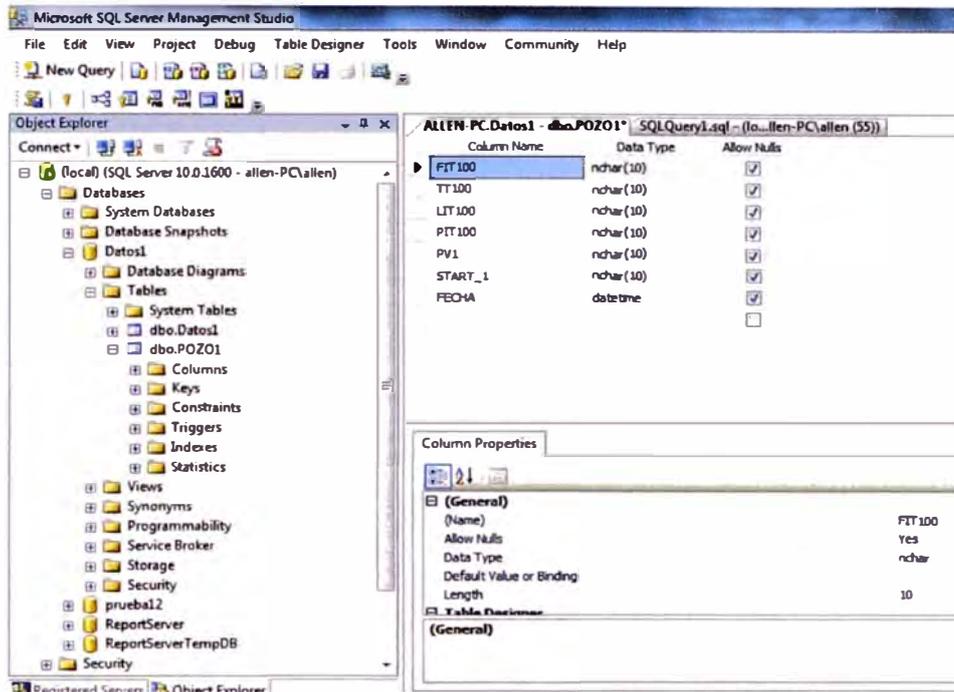
Figura 6.10 Datos de Tendencias

| | FIT100 | TT100 | LIT100 | PIT100 | PV1 | FECHA |
|------|--------|-------|--------|--------|-----|-----------------------------|
| 94.9 | 71.7 | 85.3 | 88.2 | 102.2 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.8 | 70.7 | 85.2 | 88 | 94.6 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.7 | 70.3 | 85.1 | 87.6 | 102 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.9 | 70.8 | 85.3 | 88.2 | 102.3 | | 26/05/2014 05:2... |
| 95 | 69.7 | 85.2 | 88.3 | 91.1 | | 26/05/2014 05:2... |
| 95 | 70.4 | 85.4 | 89.3 | 66 | | 26/05/2014 05:2... |
| 95 | 70.8 | 85.2 | 88.1 | 93.6 | | 26/05/2014 05:2... |
| 95.4 | 70.5 | 85.1 | 87.9 | 101.9 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.9 | 70.7 | 85.2 | 88.5 | 95.5 | | 26/05/2014 05:2... |
| 91 | 70.9 | 85.4 | 88.2 | 99.7 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.8 | 70.1 | 85 | 87.8 | 102.3 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.6 | 70.1 | 85.2 | 88 | 100.8 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.7 | 70.3 | 85 | 87.9 | 55.7 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.6 | 70.2 | 84.9 | 87.8 | 55.4 | | 26/05/2014 05:2... |
| 89.4 | 70.3 | 85 | 87.9 | 87.5 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.6 | 70.9 | 85.5 | 88.7 | 100.3 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.6 | 70.4 | 84.9 | 87.9 | 101.7 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.6 | 70.4 | 84.9 | 87.9 | 101.7 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.9 | 70.2 | 84.9 | 87.9 | 88.2 | | 26/05/2014 05:2... |
| 95.4 | 68.9 | 85.3 | 88.1 | 101.8 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.8 | 70.3 | 84.9 | 88 | 75 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.9 | 83.8 | 85.2 | 88.1 | 94.5 | | 26/05/2014 26/05/2014 05... |
| 94.7 | 70.1 | 84.9 | 87.8 | 94.2 | | 26/05/2014 05:2... |
| 94.6 | 70.2 | 85 | 87.9 | 56.2 | | 26/05/2014 05:2... |

6.3.8. Creación de Tabla en SQL Server 2008

Los datos mostrados en la gráfica de tendencias se guardarán en una tabla como un histórico. Y el histórico nos ayuda a ver la evolución de las variables a lo largo del tiempo. Para ello se ha creado la tabla POZO1 de la base de datos con los campos que se muestra en la Figura 6.11

Figura 6.11 Muestra la Tabla en SQL Server 2008



6.3.9. Pantalla de Datos en SQL Server 2008

Para guardar los datos adquiridos por el Arduino se requiere configurar en MONITORIZA la base de datos, tal como se muestra en la **Figura 6.12** El siguiente paso es Crear una Tabla con Los mismos nombres campos de datos que se desea guardar (Ver **Figura 6.13**)

Figura 6.12 Crea datos a guardar en Base de Datos

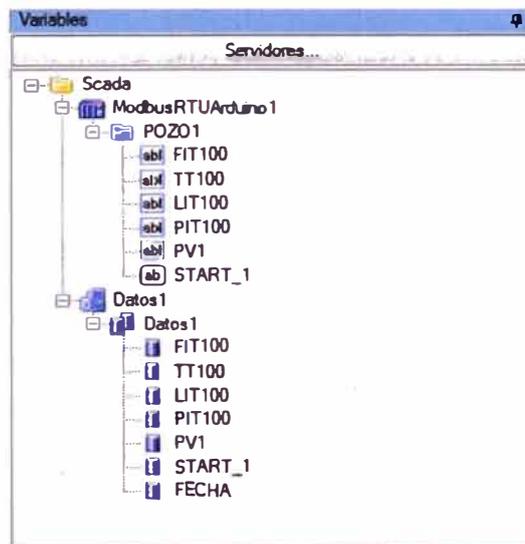


Figura 6.13 Crea tabla en SQL Server 2008

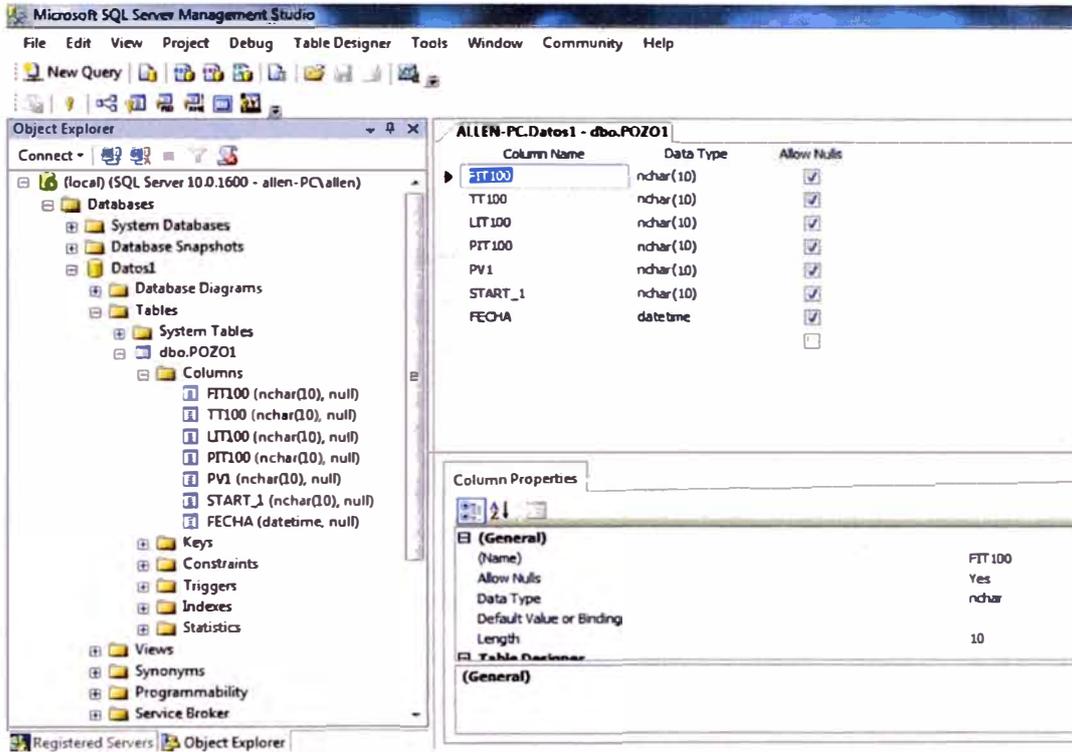
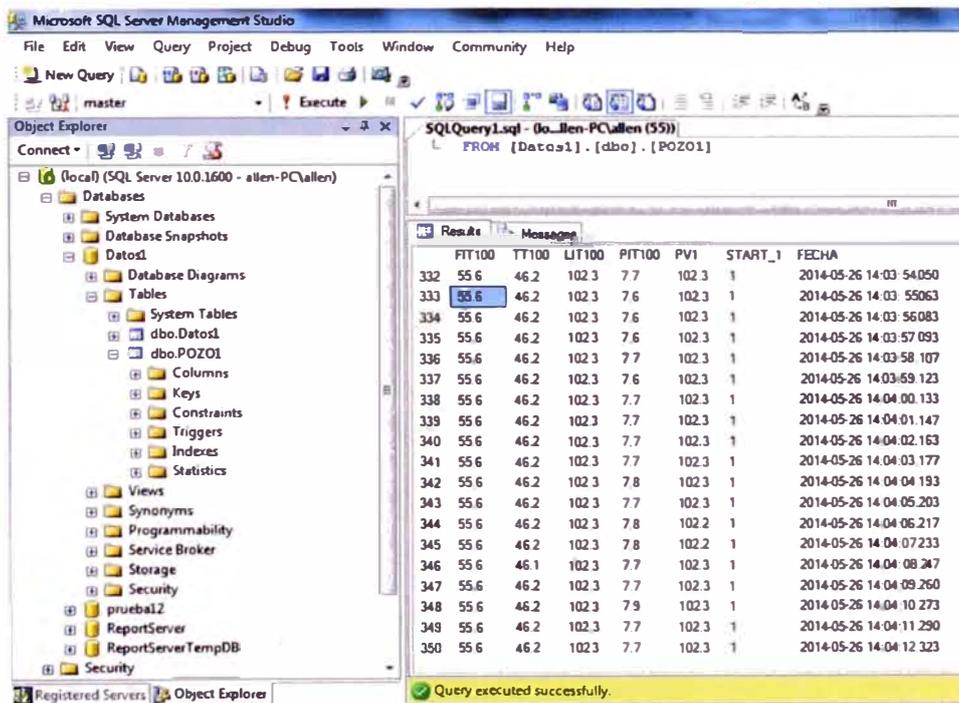


Figura 6.14 Datos guardado en SQL Server 2008



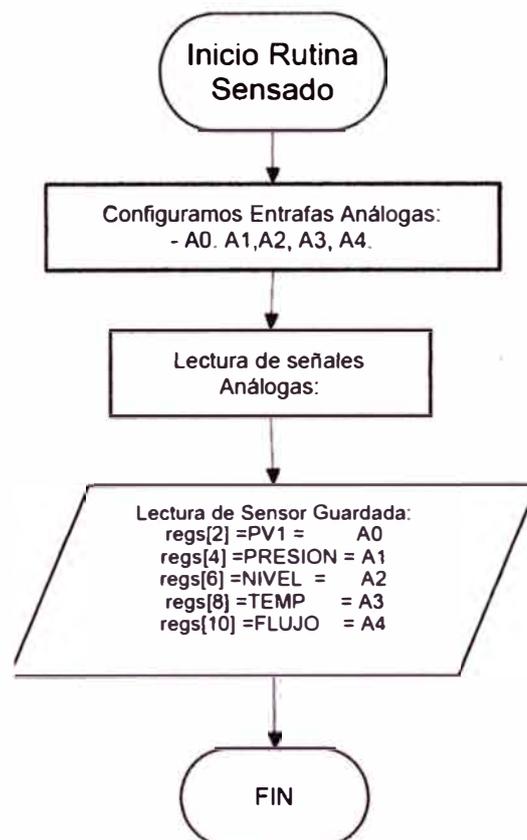
6.4. Diagrama de flujo en el ARDUINO para leer las señales:

Gracias al proyecto de Juan Pablo Zometa de implementación del protocolo ModBus para la placa Arduino nos ha sido posible diseñar nuestro Sistema SCADA.

En la página web oficial de Arduino se muestra un ejemplo de encender un led, a ése código se le ha modificado unas sentencias de código de tal manera que se puede habilitar 5 entradas analógicas y un digital. Todo esto se ha logrado gracias al soporte técnico de Emilio Sanchis, Ingeniero de la Empresa Acimut.

En el siguiente diagrama de flujo se muestra la configuración de las entradas análogas, la lectura, y el autoguardado. (Ver **Figura 6.16**)

Figura 6.16 Muestra el diagrama de flujo del Sensado



CAPITULO VII
COSTOS DEL SISTEMA SCADA DE
EXTRACCIÓN ARTIFICIAL DE AGUA
PROPUESTO

7.1. Costo total de la inversión del Sistema SCADA de Extracción Artificial

En este capítulo se mostrarán los costos asociados al proyecto, los cuales involucra los costos de inversión e instalación, los costos de mano de obra y los costos de la inspección del pozo.

Tomaremos las siguientes consideraciones:

- Los costos de instalación y obras civiles son estimados en base a las consultas realizadas a la compañía que realizó el montaje
- Para el cálculo de la mano de obra, incluyo a todo el personal que intervino en el trabajo con un promedio diario de trabajo de 12 horas con sus respectivos jornales por categoría.

7.1.1. Costos de bomba y equipos

Tenemos la siguiente descripción por equipo unitario.

Tabla 7.1: Lista de equipos de bombeo con precios

| Descripción | Unid. | Cant. | Precio unit. (US\$) | Subtotal (US\$) |
|---|-------|-------|---------------------|-----------------|
| Bomba Electro Sumergible GRUNDFOS incluye (bomba, motor de 150HP, chicote de conexión, sensores PT100) | Pza. | 1 | \$ 20,943.29 | \$ 20,943.29 |
| Válvula Check Vertical con pin de rotura-Danfoss uso con Variador de velocidad | Pza. | 1 | \$ 3,250.00 | \$ 3,250.00 |
| Niple Roscado 6 pulg. NPT y Rp de Acero inoxidable | Pza. | 1 | \$ 250.00 | \$ 250.00 |
| Tubería Flexible BORELINE 6 pulg | metro | 195 | \$ 136.12 | \$ 26,543.00 |
| Conectores con abrazaderas para Tubería Boreline | Pza. | 2 | \$ 1,698.21 | \$ 3,396.42 |
| Coplas para conexión 6 pulg Rosca interna NPT Material Acero inox 304 | Pza. | 1 | \$ 420.00 | \$ 420.00 |
| Árbol de descarga Material Acero Inoxidable 316 incluye: Un codo 6 pulg. 2 tramos de tubería 6 pulg Una placa soporte circular con muesca para pvc. 02 tomas: manómetro y purga de línea. Rosca NPT extremo inferior y brida al otro extremo. | Jgo | 1 | \$ 1,487.40 | \$ 1,487.40 |
| Válvula Compuerta bridada 6 pulg Marca: REX | Pza. | 1 | \$ 1,997.32 | \$ 1,997.32 |
| Carretes Bridados 6 pulg. Material: Acero Inoxidable 304 | Pza. | 2 | \$ 556.28 | \$ 1,112.56 |
| Medidor de Caudal Electromagnético MUT2200 Incluye transmisor | Pza. | 1 | \$ 3,920.00 | \$ 3,920.00 |
| Válvula dúo check 6pulg Material: Acero Inox.304 | Pza. | 1 | \$ 1,974.00 | \$ 1,974.00 |
| Manómetro con salida electrónica Marca:WIKA Rango: 0 -10 bar | Pza. | 1 | \$ 300.00 | \$ 300.00 |
| Transmisor de presión Marca: HERON incluye cable 200metros | Pza. | 1 | \$ 2,400.00 | \$ 2,400.00 |
| Cable Sumergible Vulcanizado Marca: PAIGE, Modelo: 3x2/0 AWG+Tierra P/N: 020096 | metro | 200 | \$ 72.07 | \$ 14,413.18 |

Costo total por bomba = US \$ 82,407.17

7.1.2. Costo de Sistema SCADA

Tabla 7.2: Lista de precios de Recursos Sistema SCADA

| Recursos | Cantidad | Precio unit. (US\$) | Subtotal (US\$) |
|--|----------|---------------------|--------------------|
| Computador | 1 | \$ 800.00 | \$ 800.00 |
| Software Scada | 1 | \$ - | \$ - |
| Tarjeta Arduino mega2560 ADK | 1 | \$ 70.00 | \$ 70.00 |
| Cable de comunicación y/o programación | 1 | \$ 10.00 | \$ 10.00 |
| Cables para conexión de instrumentos | 1 | \$ 100.00 | \$ 100.00 |
| Costo de Implementación | 1 | \$ 1,000.00 | \$ 1,000.00 |
| | | TOTAL | \$ 1,980.00 |

Costo total por Software = US \$ 1,980.00

7.1.3. Costo de obras civiles

No se han considerado costos civiles para nuestra responsabilidad debido a que los costos civiles los cubrirá otra empresa.

7.1.4. Costo de mano de obra

El montaje total se efectuará en 7 días con personal de la empresa que realizó el montaje del casing del pozo, del cual se deduce lo siguiente.

Tabla 7.3: Lista de costos mano de obra

| Personal | Cant. | N° de Horas | Costo por hora (US\$) | Subtotal (US\$) |
|----------------------|--------------|--------------------|------------------------------|------------------------|
| Supervisor | 1 | 84 | 5.2 | \$ 436.80 |
| Capataz | 1 | 84 | 3 | \$ 252.00 |
| Maestros Mecánicos | 2 | 168 | 1.5 | \$ 252.00 |
| Ayudantes Mecánicos | 2 | 168 | 1.1 | \$ 184.80 |
| Soldadores | 2 | 168 | 1.5 | \$ 252.00 |
| Ayudantes Soldadores | 1 | 84 | 1.1 | \$ 92.40 |
| Maestro Eléctrico | 1 | 84 | 1.5 | \$ 126.00 |
| Maestro Instrumental | 1 | 84 | 1.5 | \$ 126.00 |

Costo total de mano de obra = US \$ 1,722.00

7.2. Costo de inspección de pozo profundo

Antes y después de la instalación del pozo se requiere realizar una inspección del pozo usando cámaras. La cámara incluye carrete motorizado, consola central, trípode, centralizador de cámara, elaboración de reportes, etc. La cámara de alta tecnología para llegar a profundidades hasta de 500 metros.

7.2.1. Costo de alquiler de cámara para inspección

Tabla 7.4: Costo de Inspección

| Descripción | Unid. | Cant. | Precio unit. (US\$) | Subtotal (US\$) |
|--|--------------|--------------|----------------------------|------------------------|
| Servicio de Inspección del pozo usando cámara | Pza. | 1 | \$ 1,500.00 | \$ 1,500.00 |

Costo total del servicio de inspección = US \$ 1,500.00

CONCLUSIONES

- Se Seleccionó la bomba sumergible SP125-7N de siete etapas de la marca GRUNDFOS para el punto de operación 40 l/s y 218 metros, tal como se puede apreciar en el **ANEXO B.2**.
- Se seleccionó los componentes de fondo y superficie que intervienen en el Sistema de Bombeo, tal como se puede observar en el **Capítulo 3**.
- El costo total de los componentes del Sistema de Bombeo pozo profundo resultó US \$ 82,407.17
- El costo del Sistema SCADA pozo profundo resultó US \$ 1,980.00. El bajo costo de implementación es porque sus componentes de desarrollo son de libre distribución para Arduino.

Finalmente se concluye que:

- “Ha sido factible Diseñar un sistema SCADA para la extracción artificial de agua que disponga un sistema de bombeo con 40 litros por segundo y altura dinámica total 213 ± 1 metros para AGROLMOS.”

El sistema SCADA genera datos históricos de las señales del pozo, que pueden ser volcados en un reporte de mantenimiento. El funcionamiento del diseño se ha simulado con una tarjeta electrónica que tiene potenciómetro (emulan los sensores), obteniendo la lectura de datos satisfactoriamente.

BIBLIOGRAFIA

Libros:

- JOHNSON SCREENS. El Agua Subterránea y los Pozos 1º Edición. EEUU, Editorial Wheelabrator Clean Water Inc. 1975.
- PRICE, MICHAEL. Agua Subterránea 1º Edición. México, Editorial Noriega-Limusa. México, 2003. Cap. 9 (Pág.124 y 141)

Manuales:

- Datos Técnicos de Hidráulica - Bombas.
Bombas Ideal 2011.
- Manual Aplicación, Instalación y Mantenimiento de Motores Monofásico y Trifásicos de 60 Hz. *Franklin Electric 2011.*
- Manual de Bombeo
Grundfos Industry – 965632581104
- Manual de Ingeniería SP
Bombas Grundfos España S.A – 96641096 09 07
- Manual de Instalación – Boreline , Tubería Flexible
Hose Solutions Inc.
- Procedimientos para la instalación y puesta en marcha de electrobombas sumergibles de pozo profundo - Bombas.
Grundfos Argentina- 2011.
- Submersible pumps, motors, and accessories SP - Bombas.
Grundfos product Guide- 2011.

Informe Técnico:

- *2011 Arranque y control de motores trifásicos asíncronos. [Barcelona]: Eaton Industrie, 2011. 12p.*
- *FLOMATIC VALVES Lista de precios: marzo 2014. EEUU: FLOMATIC, 2014.*

Referencias de Tesis

- LOZANO BAUTISTA, ROBERTO. Aplicación del Método de Supervisión, Control y Adquisición de datos (SCADA) en los controladores del sistema de reinyección para disposición de agua salada en la Selva Norte del Perú. Lima, 2011.100 pág. Tesis. Ing. Petróleo, Universidad Nacional de Ingeniería Perú. Facultad de Ingeniería de Petróleo, Gas Natural y Petroquímica.

Cursos y Conferencias:

- TECSUP. Sistemas SCADAS. Lima, Cuaderno y apuntes del curso, 2012.

Páginas web:

- <http://www.arduino.cc>
- <http://www.acimut.es/index.htm>
- <http://www.euromag.com>
- <http://www.flomatic.com>
- <http://www.franklin-electric.com/corporate/default.aspx>
- <http://www.hosesolutions.com/lan>
- <http://www.heroninstruments.com>
- <http://net.undfos.com/Al/WebCAPS/custom?userid=BGA>
- <http://www.paigeelectric.com>

LISTA DE PLANOS

Plano 1: Plano del árbol de descarga

Plano 2: Plano de instrumentación PI&D del pozo

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Curva de pérdidas de carga de los equipos.

ANEXO A.1: Curva de pérdidas de carga Tubería Flexible Boreline.

ANEXO A.2: Curva de pérdidas de carga Válvula dúo check-Flomatic.

ANEXO A.3: Curva de pérdidas de carga Válvula check Vertical-Flomatic.

ANEXO A.4: Tabla de Pérdida de Carga de la firma Grundfos.

ANEXO A.5: Nomograma de Pérdida de Carga secundaria de la firma Goulds Pump.

ANEXO B: Datos técnicos de Componentes principales de Fondo.

ANEXO B.1: Datos Técnicos de Bomba Motor.

ANEXO B.2: Curva característica de la Bomba.

ANEXO B.3: Datos Técnicos del Transmisor de Presión- Heron Instruments.

ANEXO B.4: Datos Técnicos del Sensor PT100 – Motor Franklin.

ANEXO B.5: Datos Técnicos de Cable Sumergible - Paige.

ANEXO B.6: Datos Técnicos de Tubería Flexible Boreline.

ANEXO B.7: Datos Técnicos de Válvula check Vertical - Flomatic.

ANEXO C: Datos Técnicos de Componentes principales de Fondo.

ANEXO C.1: Datos Técnicos del Medidor de Caudal - Euromag.

ANEXO C.2: Datos Técnicos de la Válvula Compuerta - Rex.

ANEXO C.3: Datos Técnicos de Válvula dúo Vertical - Flomatic.

ANEXO C.4: Datos Técnicos de Manómetro - Wika.

ANEXO D: Datos Técnicos Microcontrolador ATMEGA 2560.

ANEXO E: Ley de Recursos Hídricos N° 29338.

ANEXO F: Manual Franklin para dimensionar cables.

ANEXO G: Tipos de arranque de un motor.

ANEXO H: Estándares de protección “IP”

ANEXO I: Conversión de Unidades.

ANEXO J: Designación de Potencia en bombas Grundfos

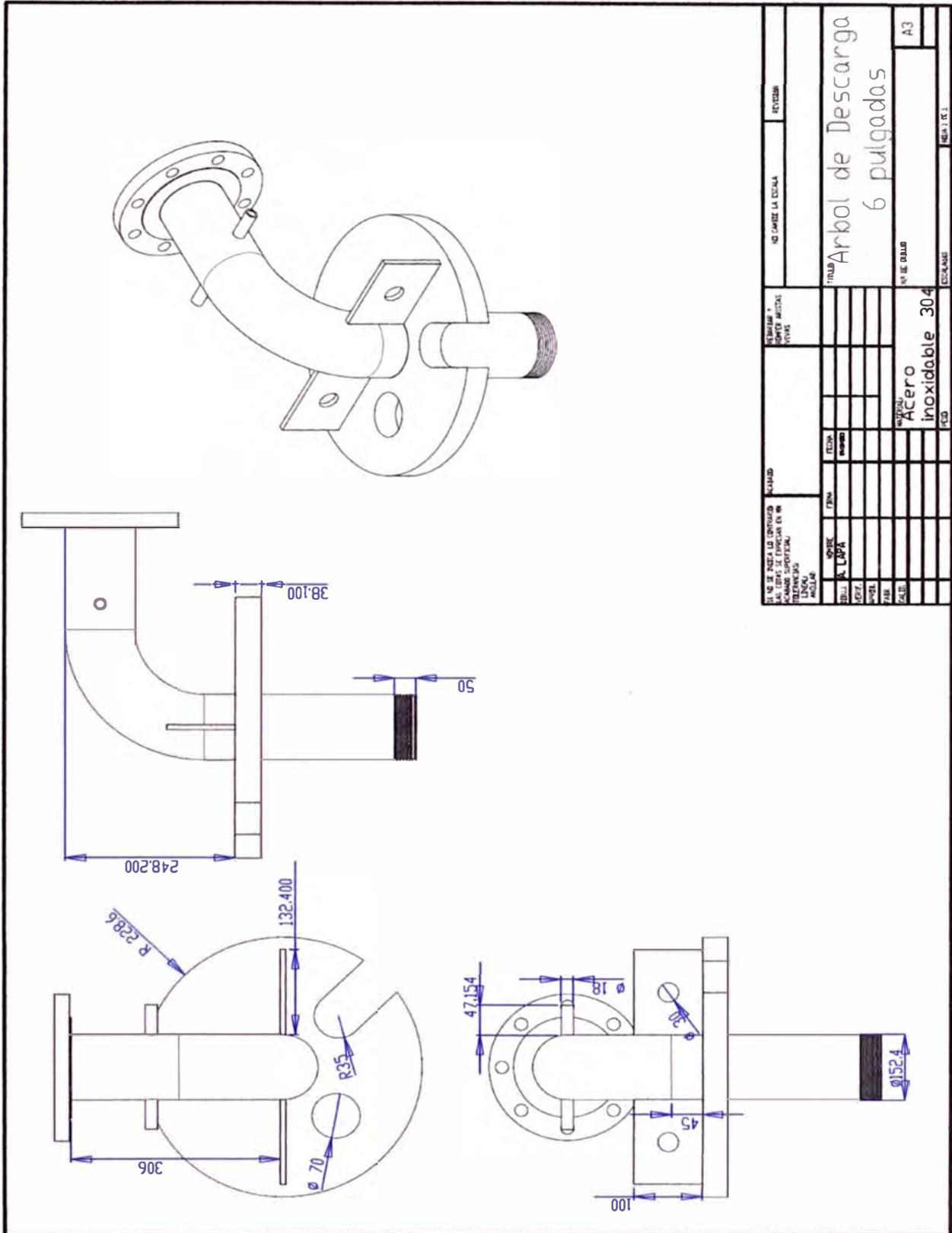
ANEXO K: Presión de Vapor y densidad del agua a distintas temperaturas.

ANEXO L: Presión atmosférica del agua a distintas alturas

ANEXO M: Dirección del Manual de Monitoriza.

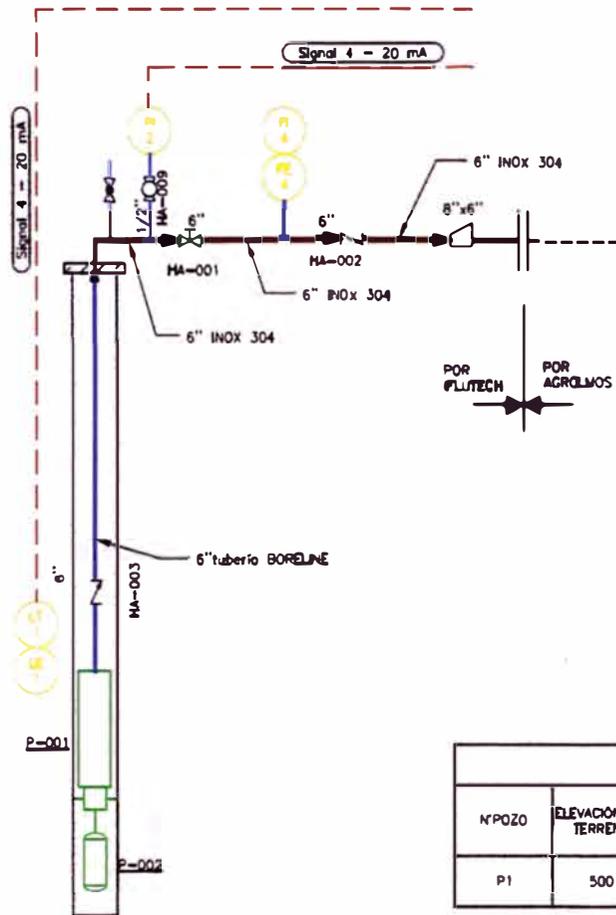
PLANOS

Plano 1: Plano del árbol de descarga



| | | | | | | | | | |
|--|-------------------|------------------|-------------------------|------------------|--------|---------------------|-----|---------|--|
| SI SE PIDE LA LECTURA DE ESTOS PLANOS EN UN SISTEMA DE UNIDADES DIFERENTES A LAS QUE FIGURAN EN EL TÍTULO, SE DEBE INDICAR EN EL TÍTULO EL SISTEMA DE UNIDADES QUE SE DEBE EMPLEAR. | | CALIDAD | | MATERIAL | | NO CAMBIE LA ESCALA | | REVISOR | |
| TÍTULO | ÁRBOL DE DESCARGA | MATERIAL | Acero inoxidable 304 | NO DE DIBUJO | ESCALA | 1:1 | A3 | | |
| NÚMERO DE LÁMINA | 6 pulgadas | NÚMERO DE LÁMINA | 304 | NÚMERO DE LÁMINA | 1:1 | 1:1 | 1:1 | | |

Plano 2: Plano de instrumentación P&ID del pozo



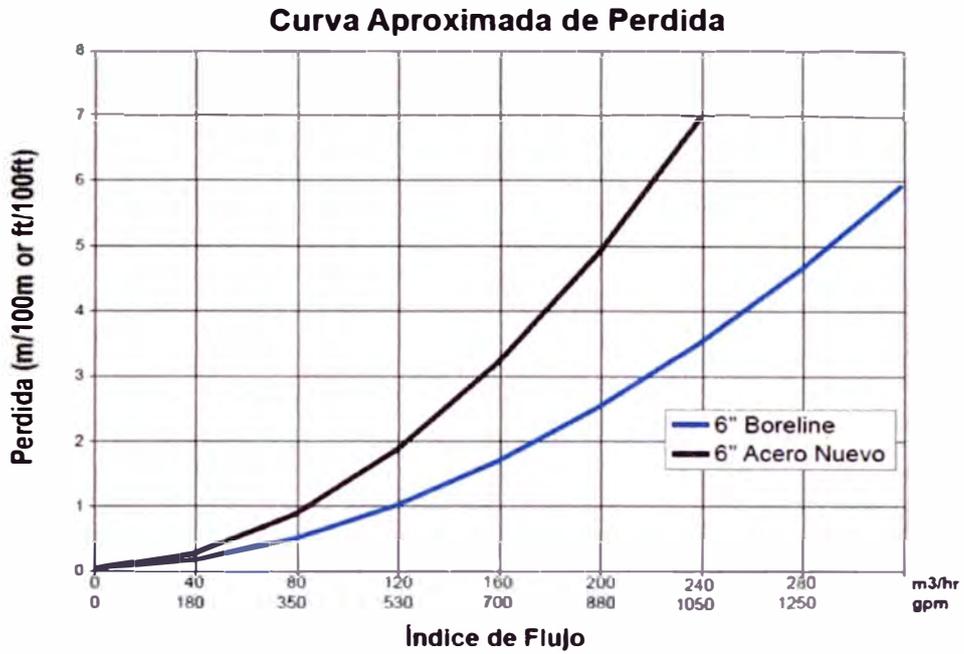
| LISTA DE ELEMENTOS | | |
|--------------------|---|--------------|
| PIEZA | DESCRIPCION | TAG NUMBER |
| P-001 | Bomba Sumergible | PUMP_PU-01 |
| P-002 | Motor Sumergible | PUMP_PU-01-M |
| HA-003 | Valvula Check Vertical con Pín de Ruptura | V 100 |
| HA-001 | Valvula Compuerta | XV101 |
| HA-002 | Valvula Duo Check | XV100- |
| LT100/LE 100 | Sensor de Nivel con salida de 4 a 20mA | LT100 |
| PIT 100 | Manometro | PIT100- |
| FIT 100 | Sensor de Flujo con indicador, salida de 4 a 20mA | FTT100- |

| N°POZO | ELEVACION DE TERRENO | TAG DE BOMBA | Ø TUBERIA DE DESCARGA | PROFUNDIDAD M1 (m) | NIVEL MAXIMO DEL AGUA H2 (m) | NIVEL MINIMO DEL AGUA H3 (m) | DISTANCIA MINIMA DE FONDO HC (m) | COMENTARIOS PARA TUBERIA BORELINE |
|--------|----------------------|--------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| P1 | 500 | PUMP_PU-01 | 6" | 220 | 180 | 160 | 5 | AISLANTE |

| | | | | | | |
|--|-------------|-----|----------|--------|-------------------------------------|----------------------------------|
| FLUTECH S.A.C. AV. DR. PARQUE NORTE 1180 CP. 803 - SAN JOSÉ LAMA 41 T. +51 226 7518 F. +51 226 7613 | DESEÑADO | ALP | 22/02/14 | FUENTE | ACROLMOS S.A. | NÚMERO DEL PROYECTO: 2013-0001 |
| | REVISADO | | | VALID. | | |
| | DISERADO | | | | | N° DE PLANO: IFL-ACRO-P&ID-P1 |
| | DES. APRD. | | | | POZO 1 INSTRUMENTACION Y CONTROL | |
| | PROJ. APRD. | | | | | |

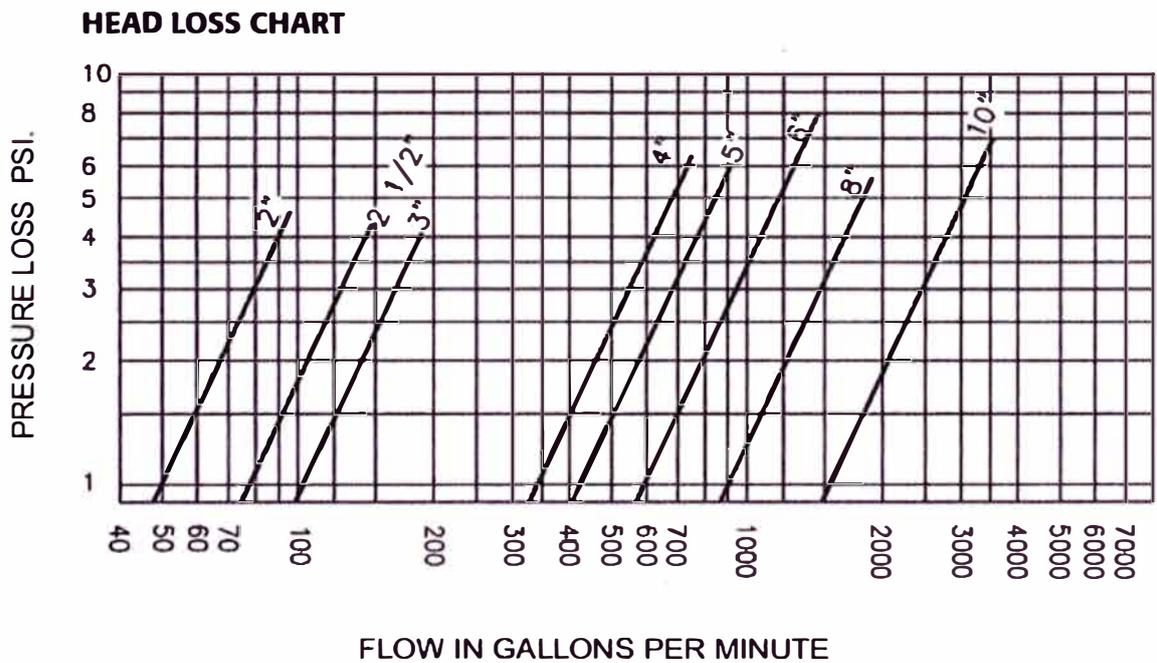
ANEXO A

ANEXO A.1



Fuente: Manual Boreline-Hose Solutions

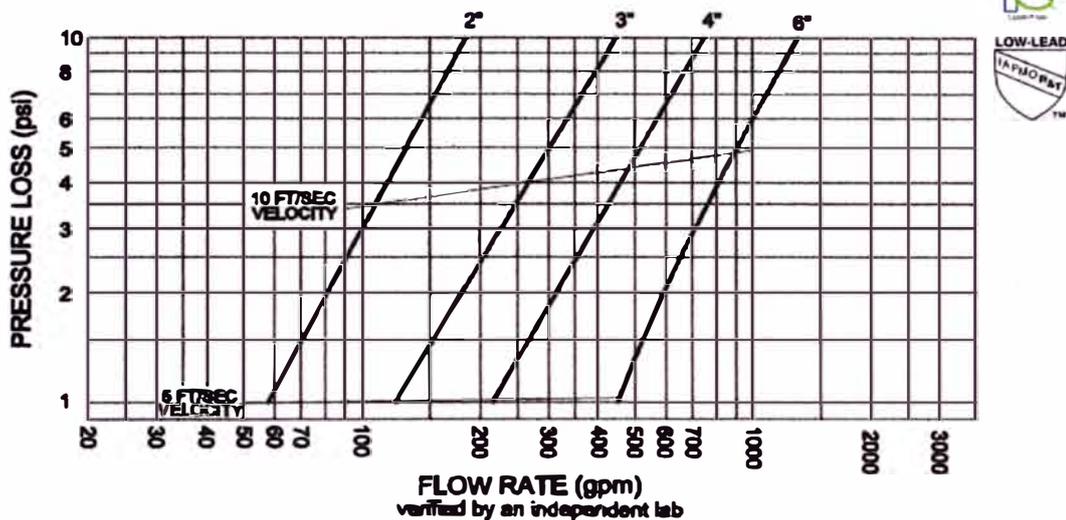
ANEXO A.2



Fuente: Manual Flomatic- Válvula Dúo Check

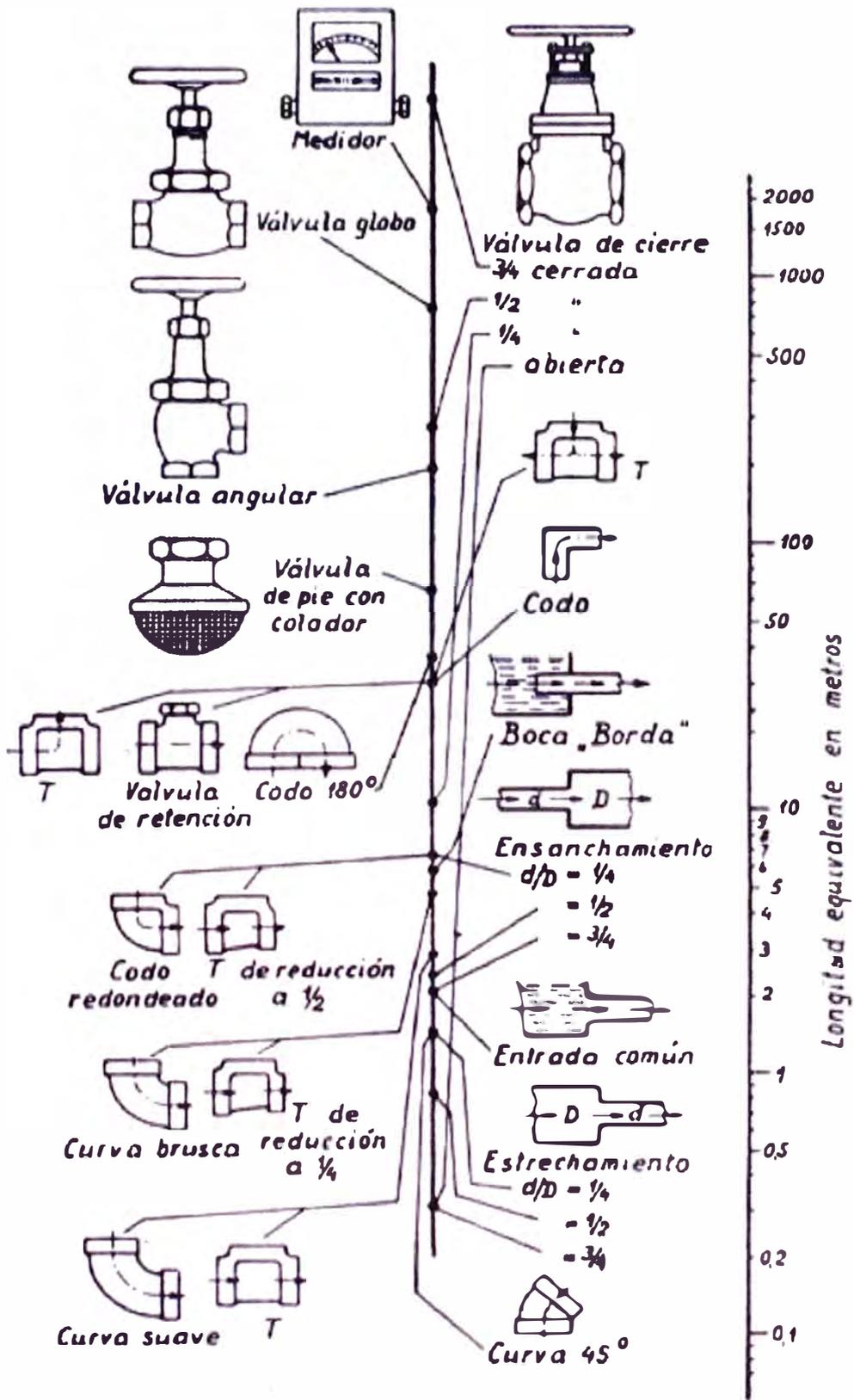
ANEXO A.3

Stainless Steel Check Valve Headloss Chart Model 80MS6-VFD **FLOMATIC**
 Sizes 2" thru 6" / 50 mm thru 150 mm **Flomatic Corporation**



Fuente: Manual Flomatic- Válvula Check Vertical

ANEXO A.5



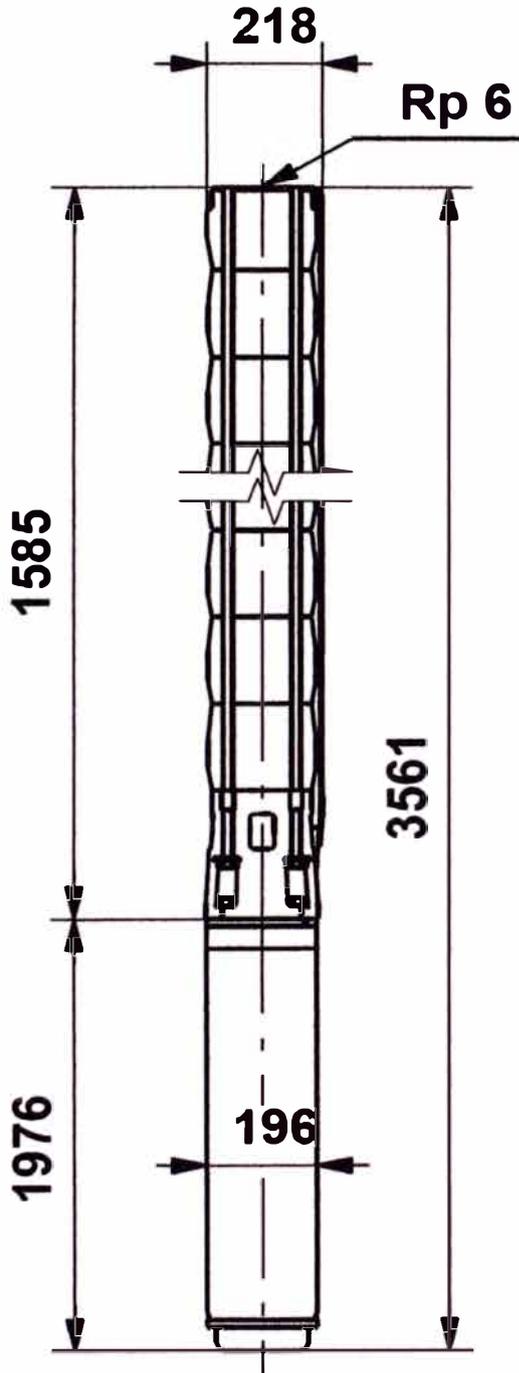
Fuente: Manual Flomatic- Válvula Check Vertical

ANEXO B

ANEXO B.1

| | | Empresa: - Creado Por: ALLEN LAPA Teléfono: - Fax: - Datos: - |
|---|--|--|
| Descripción Producto: SP 125-7N Código: 17D01907 Numero EAN: 5700391973116 Precio: Bajo pedido Técnico: Velocidad para datos de bomba: 3450 rpm Caudal real calculado: 40.54 l/s Altura resultante de la bomba: 218 m Tolerancia de curva: ISO 9906:2012 Grade 3B Bomba N°: 17D00007 Etapas: 7 Modelo: D Válvula: bomba con válvula de retención Integrada Materiales: Bomba: Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4401 AISI 316 Impulsor: Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4401 AISI 316 Motor: Acero inox. DIN W.-Nr. 1.4408/1.4571 AISI 316 Instalación: Descarga: RP6 Diámetro del motor: 8 inch Líquido: Líquido bombeado: Agua Temp. líquido máx. a 0.15 m/seg: 30 °C Temp. líquido: 20 °C Densidad: 998.2 kg/m ³ Viscosidad cinemática: 1 mm ² /s Datos eléctricos: Tipo de motor: FRANKLIN Aplic. motor: NEMA Potencia nominal - P2: 110 kW Frecuencia de alimentación: 60 Hz Tensión nominal: 3 x 460 V Tipo de arranque: directo Factor de trabajo: 1,15 Corriente nominal: 221 A Cos phi - Factor de potencia: 0,85 Velocidad nominal: 3525 rpm Grado de protección (IEC 34-5): IP58 Clase de aislamiento (IEC 85): F Transmisor de temp. Incorporado: si Motor N°: 82193727 Otros: Minimum efficiency Index, MEI ≥: 0.37 Peso neto: 405 kg Peso bruto: 445 kg Volumen: 0.39 m ³ | | |
| | | |

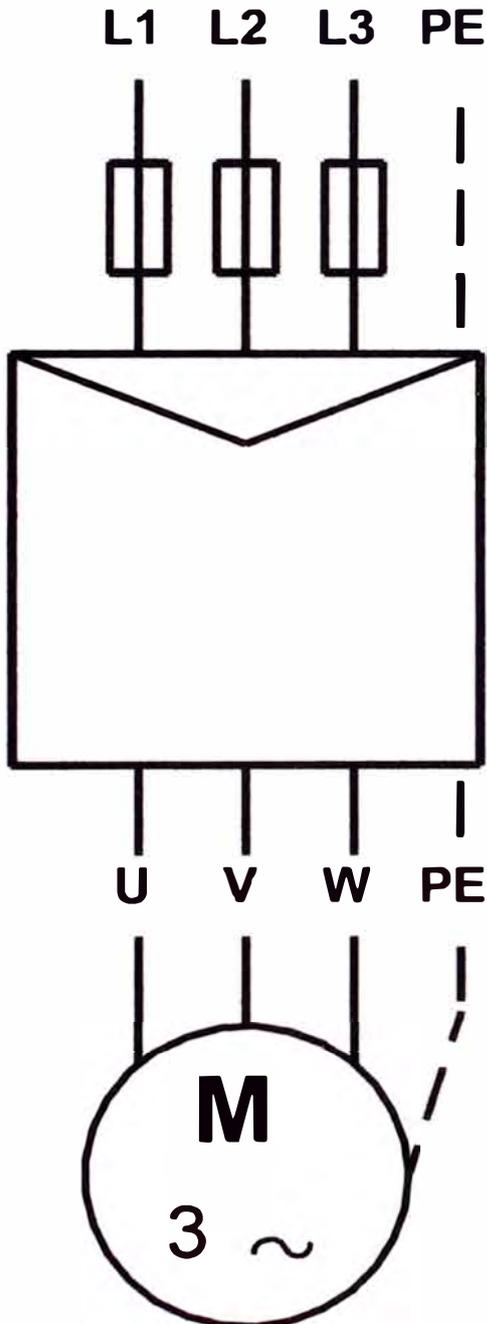
17D01907 SP 125-7N 60 Hz



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

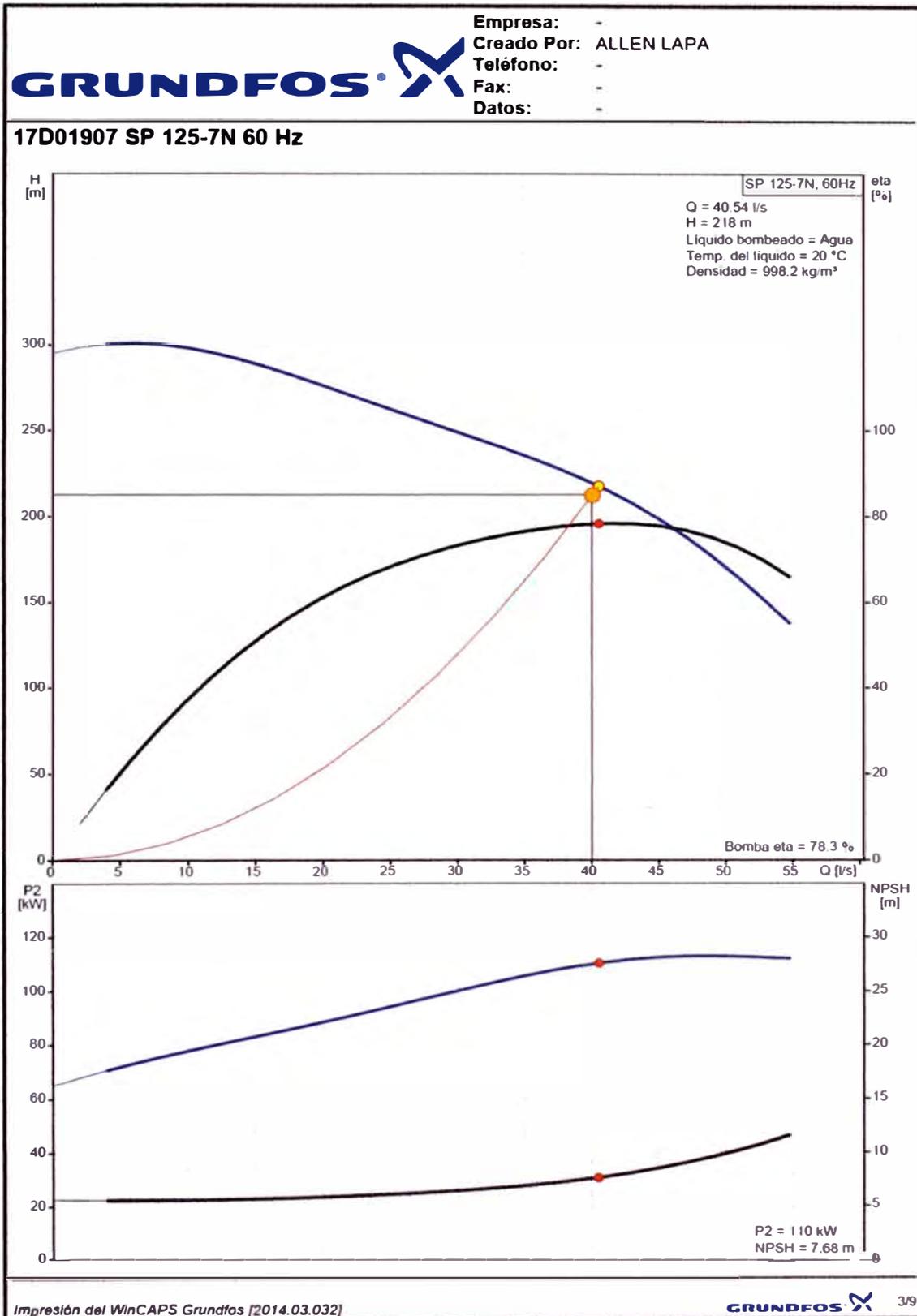


17D01907 SP 125-7N 60 Hz



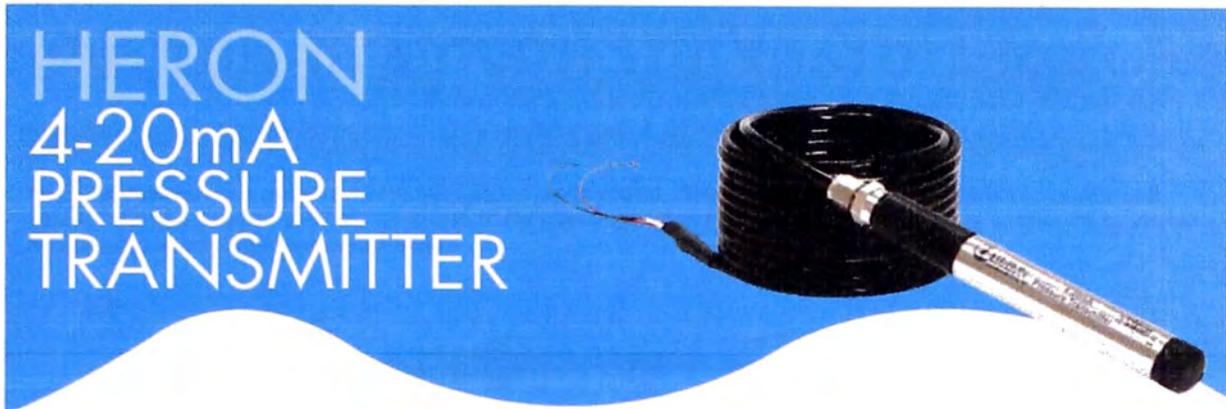
¡Nota! Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas

ANEXO B.2



Fuente: Web Caps- Grundfos

ANEXO B.3



4-20mA PRESSURE TRANSMITTER

Heron Instruments 4-20mA Pressure Transmitter provides highly accurate water level measurement for a wide variety requirements that involve real time pressure readings. The Heron 4-20mA is ideal for use in tanks, wells and boreholes. The Heron 4-20mA is easily adapted to 3rd party dataloggers, telemetry systems, Scada Systems, and digital displays. The two wire 4-20mA current loop is the most widely used signal transmission for transducers in industrial applications. It offers excellent noise immunity and is available in lengths up to 2000ft (600m)

4-20mA PRESSURE TRANSMITTER SENSOR SPECIFICATIONS

- The sensor element has a silicone diaphragm and a wet/wet transducer.
- Accuracy is +/- 0.1% FS.
- Overpressure rate is 4x
- Supply voltage is 7.5V to 36V which is the same as the current draw.
- Operating temperature on the Heron 4-20mA Pressure Transmitter is 0°C to 80°C.
- Barometric compensation is automatic due to the use of vented cable.

4-20mA PRESSURE TRANSMITTER PROBE SPECIFICATIONS

The probe on the Heron 4-20mA Pressure Transmitter is a stainless steel and Delrin construction. The probe has a diameter of 7/8" (2.2cm) and a length of 7.5" (19cm). The weight of the probe is 175 grams.

4-20mA PRESSURE TRANSMITTER CABLE SPECIFICATIONS

- The cable on the 4-20mA Pressure Transmitter is 4 conductor 22 AWG.
- The 28 gauge 7 strand vented cable is jacketed in Teflon.
- The cable has an O.D of .100mm and an I.D of .05mm.

FEATURES TO REMEMBER

- 4-20mA output is compatible with a wide variety of third party hardware
- Two wire connection
- Current output for greater noise immunity

*Long cable lengths available

OPTIONS

- Digital Display
- Sintered Teflon vent tube filter

PRESSURE RANGES AVAILABLE

- 0 - 35ft/10m
- 0 - 100ft/30m
- 0 - 200ft/60m
- 0 - 650ft/200m

* Custom cable lengths available



447 Moxley Rd. S5 106 • Dundas, ON Canada L9H 5E2 • TF: 800-331-2032 • T: 905-628-4999 • info@heroninstruments.com • www.heroninstruments.com

Fuente: Manual de Transmisores Heron – Heron Instruments

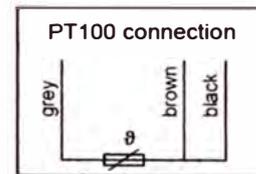
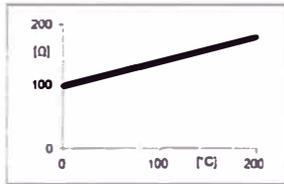
ANEXO B.4

PT100 Encapsulated Motors



6" / 8" PT100

Its ohmic resistance is proportional to the sensed temperature. The FE field replaceable PT100 is potted into a screw holding the upper end bell. Because of his remote position relative to the windings, the sensing relay should be adjusted according to the below table.



To install the PT100 sensor bolt: remove one of the top end bell bolts close to the power cable socket and replace it with the PT100 screw. Tighten the sensor bolt to the torque values shown below.

| | |
|-----------------------|-------------|
| 6" PT100 - 4kW- 45kW | 54- 61 Nm |
| 8" PT100 - 30kW- 75kW | 54- 61 Nm |
| 93kW- 150kW | 115- 122 Nm |

Franklin Electric does not offer the required sensing device, it is available from speciality dealers.

| Conditions | Temp. of the water without motor operation | Max. Trip temp. / Resistance Setting (for standard Lead lenght) |
|---|--|---|
| Motor operating at nameplate output with 0.16 m/sec flow past the motor | 10°C | 40°C / 115,5 Ω |
| | 15°C | 44°C / 117,0 Ω |
| | 20°C | 48°C / 118,6 Ω |
| | 25°C | 51°C / 119,7 Ω |
| | 30°C | 55°C / 121,3 Ω |
| Motor that has been <u>Derated</u> with 1 m/sec flow past the motor | 35°C | 59°C / 122,8 Ω |
| | 40°C | 63°C / 124,3 Ω |
| | 45°C | 66°C / 125,5 Ω |
| | 50°C | 70°C / 127,0 Ω |
| | 55°C | 74°C / 128,6 Ω |
| | 60°C | 78°C / 130,1 Ω |

6" PT100

| Kit Number | Motor Type | Wire Insul. | max. Medium Temp. | Lead (mm ²) | Lead length (m) |
|-------------|--|-------------|-------------------|-------------------------|-----------------|
| 305 327 901 | 6" all Ratings ½ - 20 UNF | Rubber | 60°C | 3X0,50 | 10 |
| 305 327 903 | 6" all Ratings ½ - 13 UNC Europe Motors starting 07. 2002 US Motors starting 11.2001 on | Rubber | 60°C | 3X0,50 | 10 |

8" PT100

| Kit Number | Motor Type | Wire Insul. | max. Medium Temp. | Lead (mm ²) | Lead length (m) |
|-------------|----------------------|-------------|-------------------|-------------------------|-----------------|
| 305 326 902 | 30 - 75kW (Type 2.1) | Rubber | 60°C | 3X0,50 | 10 |
| 305 326 901 | 90 - 150kW (Type 1) | Rubber | 60°C | 3X0,50 | 10 |

Technical changes without notice / Techn. Änderungen vorbehalten / Modifications techniques réservées sans préavis / 5930

Fuente: Manual Motores Franklin Sumergibles – Franklin Electric

Pt 100
ohms

| °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -190 | 22.78 | 22.35 | 21.93 | 21.50 | 21.08 | 20.66 | 20.23 | 19.81 | 19.38 | 18.96 |
| -180 | 27.01 | 26.59 | 26.17 | 25.74 | 25.32 | 24.90 | 24.47 | 24.05 | 23.63 | 23.20 |
| -170 | 31.24 | 30.81 | 30.39 | 29.97 | 29.55 | 29.13 | 28.70 | 28.28 | 27.86 | 27.44 |
| -160 | 35.45 | 35.03 | 34.61 | 34.19 | 33.77 | 33.34 | 32.92 | 32.50 | 32.08 | 31.66 |
| -150 | 39.65 | 39.23 | 38.81 | 38.39 | 37.97 | 37.55 | 37.13 | 36.71 | 36.29 | 35.87 |
| -140 | 43.78 | 43.37 | 42.96 | 42.54 | 42.13 | 41.72 | 41.30 | 40.89 | 40.48 | 40.06 |
| -130 | 47.90 | 47.49 | 47.08 | 46.67 | 46.26 | 45.85 | 45.43 | 45.02 | 44.61 | 44.20 |
| -120 | 52.01 | 51.60 | 51.19 | 50.78 | 50.37 | 49.96 | 49.55 | 49.14 | 48.73 | 48.32 |
| -110 | 56.11 | 55.70 | 55.29 | 54.88 | 54.48 | 54.07 | 53.66 | 53.25 | 52.84 | 52.43 |
| -100 | 60.20 | 59.79 | 59.38 | 58.98 | 58.57 | 58.16 | 57.75 | 57.34 | 56.93 | 56.52 |
| -90 | 64.23 | 63.83 | 63.43 | 63.02 | 62.62 | 62.22 | 61.81 | 61.41 | 61.01 | 60.60 |
| -80 | 68.25 | 67.85 | 67.45 | 67.05 | 66.65 | 66.25 | 65.84 | 65.44 | 65.04 | 64.64 |
| -70 | 72.26 | 71.86 | 71.46 | 71.06 | 70.66 | 70.26 | 69.86 | 69.46 | 69.06 | 68.66 |
| -60 | 76.26 | 75.86 | 75.46 | 75.06 | 74.67 | 74.27 | 73.87 | 73.47 | 73.07 | 72.67 |
| -50 | 80.25 | 79.85 | 79.45 | 79.06 | 78.66 | 78.26 | 77.86 | 77.46 | 77.06 | 76.66 |
| -40 | 84.22 | 83.83 | 83.43 | 83.03 | 82.64 | 82.24 | 81.84 | 81.44 | 81.05 | 80.65 |
| -30 | 88.18 | 87.79 | 87.39 | 87.00 | 86.60 | 86.21 | 85.81 | 85.41 | 85.02 | 84.62 |
| -20 | 92.13 | 91.74 | 91.35 | 90.95 | 90.56 | 90.16 | 89.77 | 89.37 | 88.98 | 88.58 |
| -10 | 96.07 | 95.68 | 95.29 | 94.89 | 94.50 | 94.11 | 93.71 | 93.32 | 92.92 | 92.53 |
| 0 | 100.00 | 99.61 | 99.22 | 98.82 | 98.43 | 98.04 | 97.65 | 97.25 | 96.86 | 96.47 |
| 0 | 100.00 | 100.39 | 100.78 | 101.17 | 101.56 | 101.95 | 102.34 | 102.73 | 103.12 | 103.51 |
| 10 | 103.90 | 104.29 | 104.68 | 105.07 | 105.46 | 105.85 | 106.24 | 106.63 | 107.02 | 107.41 |
| 20 | 107.79 | 108.18 | 108.57 | 108.96 | 109.35 | 109.74 | 110.12 | 110.51 | 110.90 | 111.29 |
| 30 | 111.67 | 112.06 | 112.45 | 112.84 | 113.22 | 113.61 | 114.00 | 114.38 | 114.77 | 115.16 |
| 40 | 115.54 | 115.93 | 116.32 | 116.70 | 117.09 | 117.47 | 117.86 | 118.24 | 118.63 | 119.01 |
| 50 | 119.40 | 119.78 | 120.17 | 120.55 | 120.94 | 121.32 | 121.71 | 122.09 | 122.48 | 122.86 |
| 60 | 123.24 | 123.63 | 124.01 | 124.39 | 124.78 | 125.16 | 125.54 | 125.93 | 126.31 | 126.69 |
| 70 | 127.07 | 127.46 | 127.84 | 128.22 | 128.60 | 128.99 | 129.37 | 129.75 | 130.13 | 130.51 |
| 80 | 130.89 | 131.28 | 131.66 | 132.04 | 132.42 | 132.80 | 133.18 | 133.56 | 133.94 | 134.32 |
| 90 | 134.70 | 135.08 | 135.46 | 135.84 | 136.22 | 136.60 | 136.98 | 137.36 | 137.74 | 138.12 |
| 100 | 138.50 | 138.88 | 139.26 | 139.64 | 140.02 | 140.40 | 140.77 | 141.15 | 141.53 | 141.91 |
| 110 | 142.29 | 142.67 | 143.04 | 143.42 | 143.80 | 144.18 | 144.55 | 144.93 | 145.31 | 145.69 |
| 120 | 146.06 | 146.44 | 146.82 | 147.19 | 147.57 | 147.95 | 148.32 | 148.70 | 149.07 | 149.45 |
| 130 | 149.83 | 150.20 | 150.58 | 150.95 | 151.33 | 151.70 | 152.08 | 152.45 | 152.83 | 153.20 |
| 140 | 153.58 | 153.95 | 154.33 | 154.70 | 155.08 | 155.45 | 155.83 | 156.20 | 156.57 | 156.95 |
| 150 | 157.32 | 157.69 | 158.07 | 158.44 | 158.81 | 159.19 | 159.56 | 159.93 | 160.30 | 160.68 |
| 160 | 161.05 | 161.42 | 161.79 | 162.16 | 162.53 | 162.91 | 163.28 | 163.65 | 164.02 | 164.39 |
| 170 | 164.76 | 165.13 | 165.50 | 165.88 | 166.25 | 166.62 | 166.99 | 167.36 | 167.73 | 168.10 |
| 180 | 168.47 | 168.84 | 169.21 | 169.58 | 169.95 | 170.31 | 170.68 | 171.05 | 171.42 | 171.79 |
| 190 | 172.16 | 172.53 | 172.90 | 173.26 | 173.63 | 174.00 | 174.37 | 174.74 | 175.10 | 175.47 |
| 200 | 175.84 | 176.21 | 176.58 | 176.94 | 177.31 | 177.68 | 178.04 | 178.41 | 178.78 | 179.14 |
| 210 | 179.51 | 179.88 | 180.24 | 180.61 | 180.98 | 181.34 | 181.71 | 182.07 | 182.44 | 182.81 |
| 220 | 183.17 | 183.54 | 183.90 | 184.27 | 184.63 | 185.00 | 185.36 | 185.73 | 186.09 | 186.45 |
| 230 | 186.82 | 187.18 | 187.55 | 187.91 | 188.27 | 188.64 | 189.00 | 189.37 | 189.73 | 190.09 |
| 240 | 190.46 | 190.82 | 191.18 | 191.54 | 191.91 | 192.27 | 192.63 | 192.99 | 193.36 | 193.72 |
| 250 | 194.08 | 194.44 | 194.80 | 195.17 | 195.53 | 195.89 | 196.25 | 196.61 | 196.97 | 197.33 |
| 260 | 197.69 | 198.05 | 198.41 | 198.77 | 199.14 | 199.50 | 199.86 | 200.22 | 200.58 | 200.94 |
| 270 | 201.29 | 201.65 | 202.01 | 202.37 | 202.73 | 203.09 | 203.45 | 203.81 | 204.17 | 204.53 |
| 280 | 204.88 | 205.24 | 205.60 | 205.96 | 206.32 | 206.68 | 207.03 | 207.39 | 207.75 | 208.11 |
| 290 | 208.46 | 208.82 | 209.18 | 209.53 | 209.89 | 210.25 | 210.60 | 210.96 | 211.32 | 211.67 |
| °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

Fuente: Manual Motores Franklin Sumergibles – Franklin Electric

| °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 300 | 212.03 | 212.39 | 212.74 | 213.10 | 213.45 | 213.81 | 214.16 | 214.52 | 214.88 | 215.23 |
| 310 | 215.59 | 215.94 | 216.29 | 216.65 | 217.00 | 217.36 | 217.71 | 218.07 | 218.42 | 218.77 |
| 320 | 219.13 | 219.48 | 219.84 | 220.19 | 220.54 | 220.90 | 221.25 | 221.60 | 221.96 | 222.31 |
| 330 | 222.66 | 223.01 | 223.37 | 223.72 | 224.07 | 224.42 | 224.77 | 225.13 | 225.48 | 225.83 |
| 340 | 226.18 | 226.53 | 226.88 | 227.24 | 227.59 | 227.94 | 228.29 | 228.64 | 228.99 | 229.34 |
| 350 | 229.69 | 230.04 | 230.39 | 230.74 | 231.09 | 231.44 | 231.79 | 232.14 | 232.49 | 232.84 |
| 360 | 233.19 | 233.54 | 233.89 | 234.23 | 234.58 | 234.93 | 235.28 | 235.63 | 235.98 | 236.32 |
| 370 | 236.67 | 237.02 | 237.37 | 237.72 | 238.06 | 238.41 | 238.76 | 239.11 | 239.45 | 239.80 |
| 380 | 240.15 | 240.49 | 240.84 | 241.19 | 241.53 | 241.88 | 242.23 | 242.57 | 242.92 | 243.26 |
| 390 | 243.61 | 243.95 | 244.30 | 244.65 | 244.99 | 245.34 | 245.68 | 246.03 | 246.37 | 246.72 |
| 400 | 247.06 | 247.40 | 247.75 | 248.09 | 248.44 | 248.78 | 249.12 | 249.47 | 249.81 | 250.16 |
| 410 | 250.50 | 250.84 | 251.19 | 251.53 | 251.87 | 252.21 | 252.56 | 252.90 | 253.24 | 253.58 |
| 420 | 253.93 | 254.27 | 254.61 | 254.95 | 255.29 | 255.64 | 255.98 | 256.32 | 256.66 | 257.00 |
| 430 | 257.34 | 257.68 | 258.02 | 258.37 | 258.71 | 259.05 | 259.39 | 259.73 | 260.07 | 260.41 |
| 440 | 260.75 | 261.09 | 261.43 | 261.77 | 262.11 | 262.45 | 262.78 | 263.12 | 263.46 | 263.80 |
| 450 | 264.14 | 264.48 | 264.82 | 265.16 | 265.49 | 265.83 | 266.17 | 266.51 | 266.85 | 267.18 |
| 460 | 267.52 | 267.86 | 268.20 | 268.53 | 268.87 | 269.21 | 269.54 | 269.88 | 270.22 | 270.55 |
| 470 | 270.89 | 271.23 | 271.56 | 271.90 | 272.24 | 272.57 | 272.91 | 273.24 | 273.58 | 273.91 |
| 480 | 274.25 | 274.58 | 274.92 | 275.25 | 275.59 | 275.92 | 276.26 | 276.59 | 276.93 | 277.26 |
| 490 | 277.60 | 277.93 | 278.26 | 278.60 | 278.93 | 279.26 | 279.60 | 279.93 | 280.26 | 280.60 |
| 500 | 280.93 | 281.26 | 281.60 | 281.93 | 282.26 | 282.59 | 282.93 | 283.26 | 283.59 | 283.92 |
| 510 | 284.25 | 284.58 | 284.92 | 285.25 | 285.58 | 285.91 | 286.24 | 286.57 | 286.90 | 287.23 |
| 520 | 287.56 | 287.90 | 288.23 | 288.56 | 288.89 | 289.22 | 289.55 | 289.88 | 290.21 | 290.54 |
| 530 | 290.86 | 291.19 | 291.52 | 291.85 | 292.18 | 292.51 | 292.84 | 293.17 | 293.50 | 293.82 |
| 540 | 294.15 | 294.48 | 294.81 | 295.14 | 295.47 | 295.79 | 296.12 | 296.45 | 296.78 | 297.10 |
| 550 | 297.43 | 297.76 | 298.08 | 298.41 | 298.74 | 299.07 | 299.39 | 299.72 | 300.04 | 300.37 |
| 560 | 300.70 | 301.02 | 301.35 | 301.68 | 302.00 | 302.33 | 302.65 | 302.98 | 303.30 | 303.63 |
| 570 | 303.95 | 304.28 | 304.60 | 304.93 | 305.25 | 305.58 | 305.90 | 306.22 | 306.55 | 306.87 |
| 580 | 307.20 | 307.52 | 307.84 | 308.17 | 308.49 | 308.81 | 309.14 | 309.46 | 309.78 | 310.11 |
| 590 | 310.43 | 310.75 | 311.07 | 311.40 | 311.72 | 312.04 | 312.36 | 312.68 | 313.01 | 313.33 |
| 600 | 313.65 | 313.97 | 314.29 | 314.61 | 314.93 | 315.26 | 315.58 | 315.90 | 316.22 | 316.54 |
| 610 | 316.86 | 317.18 | 317.50 | 317.82 | 318.14 | 318.46 | 318.78 | 319.10 | 319.41 | 319.73 |
| 620 | 320.05 | 320.37 | 320.69 | 321.01 | 321.33 | 321.65 | 321.96 | 322.28 | 322.60 | 322.92 |
| 630 | 323.24 | 323.55 | 323.87 | 324.19 | 324.51 | 324.82 | 325.14 | 325.46 | 325.78 | 326.09 |
| 640 | 326.41 | 326.73 | 327.04 | 327.36 | 327.67 | 327.99 | 328.31 | 328.62 | 328.94 | 329.25 |
| 650 | 329.57 | 329.89 | 330.20 | 330.52 | 330.83 | 331.15 | 331.46 | 331.78 | 332.09 | 332.41 |
| 660 | 332.72 | 333.04 | 333.35 | 333.66 | 333.98 | 334.29 | 334.61 | 334.92 | 335.23 | 335.55 |
| 670 | 335.86 | 336.17 | 336.49 | 336.80 | 337.11 | 337.43 | 337.74 | 338.05 | 338.36 | 338.68 |
| 680 | 338.99 | 339.30 | 339.61 | 339.92 | 340.24 | 340.55 | 340.86 | 341.17 | 341.48 | 341.79 |
| 690 | 342.11 | 342.42 | 342.73 | 343.04 | 343.35 | 343.66 | 343.97 | 344.28 | 344.59 | 344.90 |
| 700 | 345.21 | 345.52 | 345.83 | 346.14 | 346.45 | 346.76 | 347.07 | 347.38 | 347.68 | 347.99 |
| 710 | 348.30 | 348.61 | 348.92 | 349.23 | 349.53 | 349.84 | 350.15 | 350.46 | 350.77 | 351.07 |
| 720 | 351.38 | 351.69 | 352.00 | 352.30 | 352.61 | 352.92 | 353.22 | 353.53 | 353.84 | 354.14 |
| 730 | 354.45 | 354.75 | 355.06 | 355.37 | 355.67 | 355.98 | 356.28 | 356.59 | 356.89 | 357.20 |
| 740 | 357.51 | 357.81 | 358.12 | 358.42 | 358.72 | 359.03 | 359.33 | 359.64 | 359.94 | 360.25 |
| 750 | 360.55 | 360.85 | 361.16 | 361.46 | 361.77 | 362.07 | 362.37 | 362.68 | 362.98 | 363.28 |
| 760 | 363.59 | 363.89 | 364.19 | 364.49 | 364.80 | 365.10 | 365.40 | 365.70 | 366.01 | 366.31 |
| 770 | 366.61 | 366.91 | 367.21 | 367.51 | 367.81 | 368.12 | 368.42 | 368.72 | 369.02 | 369.32 |
| 780 | 369.62 | 369.92 | 370.22 | 370.52 | 370.82 | 371.12 | 371.42 | 371.72 | 372.02 | 372.32 |
| 790 | 372.62 | 372.92 | 373.22 | 373.52 | 373.82 | 374.12 | 374.42 | 374.71 | 375.01 | 375.31 |
| 800 | 375.61 | 375.91 | 376.21 | 376.50 | 376.80 | 377.10 | 377.40 | 377.70 | 377.99 | 378.29 |
| 810 | 378.59 | 378.88 | 379.18 | 379.48 | 379.77 | 380.07 | 380.37 | 380.66 | 380.96 | 381.26 |
| 820 | 381.55 | 381.85 | 382.14 | 382.44 | 382.74 | 383.03 | 383.33 | 383.62 | 383.92 | 384.21 |
| 830 | 384.51 | 384.80 | 385.10 | 385.39 | 385.69 | 385.98 | 386.27 | 386.57 | 386.86 | 387.16 |
| 840 | 387.45 | 387.74 | 388.04 | 388.33 | 388.62 | 388.92 | 389.21 | 389.50 | 389.79 | 390.09 |

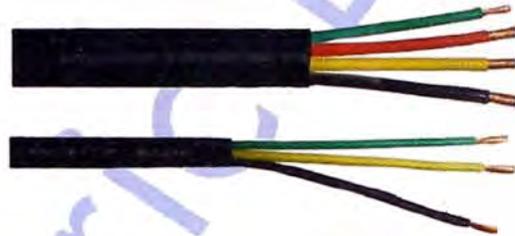
°C 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Fuente: Manual Motores Franklin Sumergibles – Franklin Electric

ANEXO B.5



FLAT SUBMERSIBLE pumpwire
2 & 3
CONDUCTOR WITH GROUND
600/2000 VOLTS
INSULATION: POLYVINYL CHLORIDE
AND NYLON
JACKET: POLYVINYL CHLORIDE
SIZES: 12 - 500 MCM 90°C Dry, 75°C Wet



1.0 APPLICATIONS:

1.1 Heavy duty (double jacketed), Flat Submersible pump cable suitable for use within well casings for wiring deep well fresh or salt water submersible pumps.

2.0 CONSTRUCTION:

2.1 Conductors:

Class C, soft drawn, bare copper per ASTM B3 and ASTM B8.

2.2 Insulation:

Heat and moisture resistant, polyvinyl chloride meeting the requirements of UL 83 for Type THHN and THWN wires. The insulation is acceptable for use in locations at 90°C dry or 75°C wet. The insulation thickness is in accordance with UL 83.

2.3 Conductor Jacket:

A nylon jacket is applied directly to the surface of the PVC insulation. Nylon shall meet the requirements of UL 83. The thickness is in accordance with UL 83.

2.4 Ground Conductor:

Class C, soft drawn, bare copper per ASTM B3 and ASTM B8. The conductor is insulated with PVC/Nylon and the nominal overall diameter shall equal the insulated circuit conductors.

2.5 Assembly:

The insulated circuit and grounding conductors are laid flat and parallel together. The jacket will be applied directly over the insulated conductor encapsulating them.

2.6 Jacket:

Heat and moisture resistant, Black polyvinyl chloride meeting the requirements of UL 83. The thickness is in accordance with UL 83.

2.7 Color Code:

Black, yellow, red & green grounding conduct

2.8 Surface Marking:

The overall jacket will have the following information printed: PAIGE SUBMERSIBLE PUMP CABLE NUMBER AND "size of conductors", TYPE THHN/THWN 600 V (UL).

2.9 Approvals:

UL: E63611-T
MSHA: P-7K-206644

Fuente: Manual P7271M-SP Paige Electric – Cable Sumergible

| PAIGE PART # | NUMBER OF INSULATED CONDUCTORS | CONDUCTOR SIZE AWG or MCM | GROUNDING CONDUCTOR SIZE AWG | INSULATION THICKNESS AVERAGE/MINIMUM PVC/NYLON | | JACKET THICKNESS | | CABLE O.D. | | CABLE WEIGHT LB/MFT* | AMPACTY (1) 40°C AMBIENT TEMP. |
|--------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--|-------------|------------------|-------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| | | | | INCHES | MM | INCHES | MM | INCHES | MM | | |
| 020016 | 2 | 14 | 14 | 0.013/0.004 | 0.330/0.102 | 0.030 | 0.762 | 0.54 x 0.22 | 13.7 x 5.6 | 79 | 18 |
| 020013 | 2 | 12 | 12 | 0.037/0.004 | 0.939/0.102 | 0.030 | 0.762 | 0.56 x 0.23 | 14.2 x 5.8 | 95 | 24 |
| 020014 | 2 | 10 | 10 | 0.013/0.004 | 0.330/0.102 | 0.030 | 0.762 | 0.60 x 0.24 | 15.2 x 6.1 | 198 | 33 |
| 020012 | 3 | 14 | 14 | 0.013/0.004 | 0.330/0.102 | 0.030 | 0.762 | 0.53 x 0.18 | 13.4 x 4.5 | 110 | 18 |
| 020026 | 3 | 12 | 12 | 0.013/0.004 | 0.330/0.102 | 0.030 | 0.762 | 0.59 x 0.21 | 14.9 x 5.3 | 138 | 24 |
| 020036 | 3 | 10 | 10 | 0.013/0.004 | 0.330/0.102 | 0.045 | 1.143 | 0.75 x 0.25 | 19.0 x 6.4 | 210 | 33 |
| 020046 | 3 | 8 | 10 | 0.027/0.005 | 0.686/0.127 | 0.055 | 1.397 | 0.99 x 0.37 | 25.6 x 8.1 | 360 | 43 |
| 020056 | 3 | 6 | 8 | 0.027/0.005 | 0.686/0.127 | 0.060 | 1.524 | 1.18 x 0.42 | 29.9 x 10.6 | 487 | 58 |
| 020066 | 3 | 4 | 8 | 0.036/0.006 | 0.914/0.152 | 0.060 | 1.524 | 1.47 x 0.44 | 37.3 x 11.1 | 721 | 79 |
| 020076 | 3 | 2 | 6 | 0.036/0.006 | 0.914/0.152 | 0.060 | 1.524 | 1.72 x 0.50 | 43.6 x 12.7 | 1061 | 105 |
| 020078 | 3 | 1 | 6 | 0.045/0.007 | 1.143/0.178 | 0.060 | 1.524 | 1.915 x 0.630 | 48.6 x 16.0 | 1829 | 121 |
| 020086 | 3 | 1/0 | 6 | 0.045/0.007 | 1.143/0.178 | 0.060 | 1.524 | 2.170 x 0.64 | 55.1 x 16.2 | 1836 | 145 |
| 020096 | 3 | 2/0 | 6 | 0.045/0.007 | 1.143/0.178 | 0.060 | 1.524 | 2.360 x 0.69 | 59.9 x 17.5 | 2034 | 166 |
| 020106 | 3 | 3/0 | 6 | 0.045/0.007 | 1.143/0.178 | 0.060 | 1.524 | 2.580 x 0.74 | 65.5 x 18.7 | 2428 | 189 |
| 020116 | 3 | 4/0 | 4 | 0.045/0.007 | 1.143/0.178 | 0.060 | 1.524 | 2.820 x 0.80 | 71.6 x 20.3 | 3092 | 223 |
| 020126 | 3 | 250 MCM | 4 | 0.054/0.008 | 1.372/0.203 | 0.095 | 2.413 | 3.150 x 1.00 | 80.0 x 25.4 | 4290 | 245 |
| 020136 | 3 | 350 MCM | 3 | 0.054/0.008 | 1.372/0.203 | 0.095 | 2.413 | 3.550 x 1.20 | 90.1 x 30.4 | 4550 | 305 |
| 020146 | 3 | 500 MCM | 3 | 0.054/0.008 | 1.372/0.203 | 0.065 | 1.651 | 3.860 x 1.30 | 98.0 x 27.0 | 8270 | 380 |

* Ampacities (Amps per conductor) are based on 30°C ambient temperature in air. 90°C conductor temperature per the 2002NEC Table 400-5 (B)

Fuente: Manual P7271M-SP Paige Electric – Cable Sumergible

ANEXO B.6

| Tamaño Nominal | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 4" | 5" | 6" | 8" |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Diámetro Interior | 24 mm | 40 mm | 50 mm | 76 mm | 102 mm | 127 mm | 152 mm | 202 mm |
| Presión Teórica de Rompedura | 70 bar 980 psi | 65 bar 920 psi | 65 bar 920 psi | 60 bar 850 psi | 58 bar 820 psi | 58 bar 800 psi | 58 bar 800 psi | 42 bar 600 psi |
| Presión de Operación | 35 bar 500 psi | 30 bar 425 psi | 30 bar 425 psi | 25 bar 350 psi | 25 bar 300 psi | 22 bar 310 psi | 22 bar 310 psi | 14 bar 210 psi |
| Fuerza Teórica de Tensión | 1,400 kgs 3,000 lbs | 3,000 kgs 7,000 lbs | 4,000 kgs 9,000 lbs | 7,000 kgs 16,000 lbs | 12,000 kgs 26,000 lbs | 15,000 kgs 33,000 lbs | 20,000 kgs 44,000 lbs | 22,000 kgs 46,000 lbs |
| Peso del Boreline | 0.20 kg/m 0.14 lbs/ft | 0.50 kg/m 0.34 lbs/ft | 0.55 kg/m 0.37 lbs/ft | 0.95 kg/m 0.64 lbs/ft | 1.40 kg/m 0.94 lbs/ft | 1.70 kg/m 1.14 lbs/ft | 2.50 kg/m 1.68 lbs/ft | 3.40 kg/m 2.30 lbs/ft |
| Diámetro Exterior del Accesorio | 60 mm 2.70 in | 80 mm 3.25 in | 95 mm 3.75 in | 140 mm 5.55 in | 165 mm 6.50 in | 200 mm 7.90 in | 230 mm 9.10 in | 320 mm 12.20 in |
| Peso del Accesorio | 2 kgs 4 lbs | 3 kgs 7 lbs | 4 kgs 9 lbs | 8 kgs 18 lbs | 10 kgs 23 lbs | 15 kgs 33 lbs | 18 kgs 40 lbs | 26 kgs 58 lbs |
| Peso del Agua | 0.6 kg/m 0.40 lbs/ft | 2 kg/m 1.40 lbs/ft | 3 kg/m 1.60 lbs/ft | 6 kg/m 3.50 lbs/ft | 10 kg/m 6.20 lbs/ft | 15 kg/m 9.60 lbs/ft | 21 kg/m 14 lbs/ft | 37 kg/m 24 lbs/ft |

Fuente: Manual Hose Solutions - Boreline

ANEXO B.7

Ductile Iron Check Valve

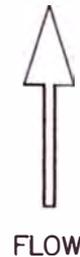
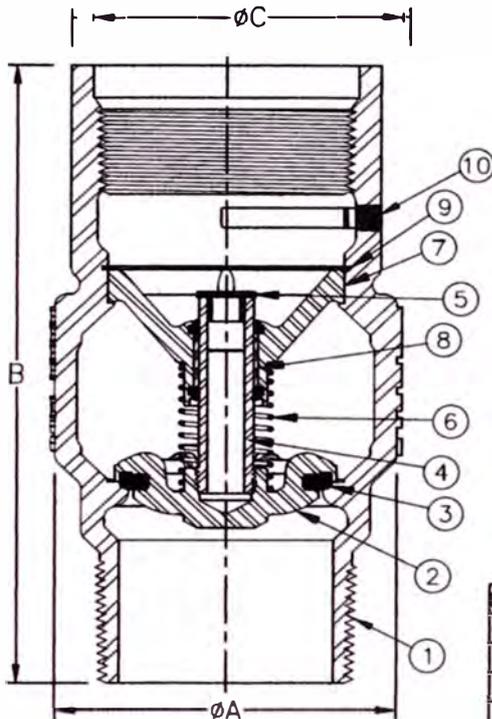
Model 80MS6-VFD



Sizes 2" thru 6" / 50mm thru 150mm

Flomatic Corporation

Materials



| Item # | Qty | Description | Material | ASTM |
|--------|-----|----------------------------|---|-----------------|
| 1 | 1 | Body (Epoxy Coated) | Stainless Steel | 316 |
| 2 | 1 | Poppet (Epoxy Coated)* | Stainless Steel | 316 |
| 3 | 1 | Seat Disc | Buna-N | — |
| 4 | 1 | Stem | Stainless Steel | 316 |
| 5 | 1 | Stem Cap | Engineered Composite | — |
| 6 | 1 | Spring | Stainless Steel | 304 |
| 7 | 1 | Stem Guide (Epoxy Coated)* | Stainless Steel | 316 |
| 8 | 1 | Bushing | Engineered Composite | — |
| 9 | 1 | Retaining Ring | Stainless Steel | 302 |
| 10 | 1 | Optional Break-Off Plug | Stainless Steel or Nylon (NSF Approved) | 304 or Ultramir |

Dimensions (FNPT)

Max Temp 180°F (82°C)
Max Pressure 600psi (42bar)
Optional Female 6 round Threads

| Size | | Part # | A | | B | | C | | Weight | |
|------|-----|-----------|-------|-----|---------|-----|---------|-----|--------|-----|
| Inch | mm | | Inch | mm | Inch | mm | Inch | mm | lbs | kg |
| 2 | 50 | 4084S6VFD | 3 | 76 | 5-5/32 | 131 | 2-7/8 | 73 | 5 | 2.3 |
| 3 | 75 | 4083S8VFD | 4-3/8 | 111 | 8-37/64 | 218 | 4-13/64 | 107 | 13 | 5.9 |
| 4 | 100 | 4077S8VFD | 5-3/4 | 146 | 11-1/4 | 288 | 5-1/2 | 140 | 30 | 14 |
| 6 | 150 | 4081S8VFD | 6 | 203 | 15-8/64 | 385 | 7-21/32 | 194 | 69 | 31 |

Flomatic Corporation can accept no responsibility for possible errors in catalogues, brochures and other printed material. Flomatic Corporation reserves the right to alter its products without notice. This also applies to product already agreed. All trademarks in this material are property of the respective companies. All right reserved. ©2011 Flomatic Corporation. The drawings & information on this drawing sheet are the sole & exclusive property of Flomatic Corporation. Any reproduction, distribution, display or use of these drawings or information in whole or in part without written authorization of Flomatic Corporation is strictly prohibited.



July 3, 2013
Dwg No: 57939MS6-VFD Rev: 0

FLOMATIC CORPORATION
GLENS FALLS, N.Y. 12801
PHONE (518) 761-8797
FAX (518) 761-8798

Fuente: Manual Válvula check vertical - Flomatic

ANEXO C

ANEXO C.1

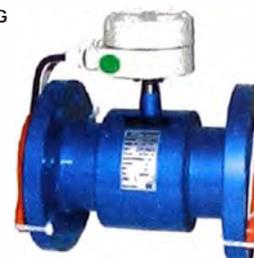
MUT2200EL

Los sensores MUT2200EL y MUT2500EL representan lo último de la producción de EUROMAG INTERNATIONAL para las aplicaciones para el ciclo de agua y de proceso.

La nueva estructura de generación del campo magnético, el innovador recorrido de la señal generada por los electrodos, lo provee un sensor con una rango de medida extremadamente amplio: EL = Extended Linearity.

Esta nueva familia de sensores continúa la tradición de éxito de MUT2200/2500 introduciendo un rango de medida de más 1:1000 sin software de linealización.

Este tipo de prestaciones permite realizar mediciones muy precisas sobre un campo muy amplio de caudales y poder contabilizar también caudales más bajos que anteriormente hubieran sido puestos en cero por efecto del CUT OFF del convertidor.



[Descargar brochure](#)

Esta familia de sensores bridados basa su funcionamiento sobre el Principio de Faraday, por el cual un conductor que atraviesa un campo magnético genera un potencial orientado perpendicularmente al mismo campo. En este caso la tubería de pasaje realizada en acero inoxidable AISI 304 está equipada con bridas de acero al carbono o inoxidable, tiene instalados dos bobinas en la parte superior o inferior; el campo magnético, generado por la corriente eléctrica que atraviesa la bobina induce en los electrodos una diferencia de potencial proporcional al caudal.

Con el objeto de poder medir tal potencial de valores muy bajos, el interior de la tubería de medición está aislado eléctricamente, por lo tanto el líquido de proceso no está más en contacto ni con el material ni con aquel de la brida. El convertidor utilizado genera la corriente que alimenta la bobina, adquiere la diferencia de potencial de los electrodos, elabora la señal para calcular el caudal y administra la comunicación con el exterior.

El sensor entero cuando está instalado en la versión separada, tiene un grado de protección IP68 apto para la inmersión permanente en agua hasta una profundidad de di 1.5 m, gracias a una estructura de chapa soldada que contiene la bobina y los electrodos.

Precisión de medición

| | |
|-----------------------------|------|
| ± 0.2% (0.2% de la lectura) | 0.2% |
|-----------------------------|------|

Conexión al proceso

| | |
|----------|---|
| Diámetro | DN15...DN400 |
| Conexión | Con bridas |
| Presión | PN 16...PN 64 / ANSI 150...ANSI 600 otros bajo pedido |

Materiales

| | |
|------------|---|
| Cuerpo | PTFE, Ebanita |
| Electrodos | 3 elect. HastelloyC, Titanium, Tantalum, Platinum |
| Tubería | Acero al carbono, AISI 304, AISI 316 |

Temperatura de proceso

| | |
|-------------|------------------------------|
| Temperatura | -25...80 C° : -13... 176 °F |
| Temperatura | -25...180 C° : -13... 392 °F |

Clase de protección

| | |
|---------------------|--------------|
| Clase de protección | IP67 NEMA 6 |
| Clase de protección | IP68 NEMA 6P |

Certificaciones

| | |
|-----------------|----|
| Certificaciones | SI |
|-----------------|----|

Fuente: Manual MUT2200 EL - Euromag

| | |
|-----------------------------|--|
| INSTALACIÓN DEL CONVERTIDOR | Compacta sobre el sensor o remota sobre soporte. <ul style="list-style-type: none"> • MC608B/R: hasta 30 metros del sensor • MC608A: hasta 100 metros del sensor |
| CAJA DEL CONVERTIDOR | Aluminio pintado epoxy, IP 67/68. Con ventana de vidrio templado. |
| CONEXIONES ELÉCTRICAS | Prensacables 20x1,5 de plástico o metal. Acepta también prensacables de ½" NPT. |
| CABLES DE CONEXIÓN | Cables dedicados suministrados por EUROMAG INTERNATIONAL |
| ALIMENTACIÓN | MC608A 90...264 Vac 12/24 Vac/dc |
| | MC608B Alimentación a batería o 12/24 Vac/dc Vida útil T=0/50°C (32/122°F) Paquete de baterías interno 6-10 años |
| | MC608R Batería recargable + panel solar 10 Watt |
| SEÑALES DE SALIDA | <ul style="list-style-type: none"> • Salida analógica activa 4-20 mA; • Salida digital por impulsos máximo 1000 Hz ciclo de trabajo máx. 50% para caudal instantáneo, solo positivo, positivo y negativo; • Salida digital programable por: <ul style="list-style-type: none"> - Impulsos máximo 1000 Hz ciclo de trabajo máx. 50% para caudal negativo; - Indicación de caudal negativo; - Alarma acumulativa • Salida digital en frecuencia activa 0-10 kHz; <p>Todas las salidas optoaisladas. Salidas impulsivas con capacidad máxima de ±35 V DC 50 mA.</p> |
| COMUNICACIÓN SERIAL | <ul style="list-style-type: none"> • Interfaz IrCOM para comunicación con ordenador portátil / de mano y software dedicado de programación y visualización y descarga de datos. • Interfaz MODBUS RTU en RS 485. |
| CAMPOS DE TEMPERATURA | Proceso ▶ -10°C a 70°C Ambiente ▶ -20°C a 60°C Almacenaje ▶ -30°C a 70°C |
| PRECISIÓN DE MEDICIÓN | <ul style="list-style-type: none"> • MC608A: 0,2% del valor leído o un mínimo de 2,0 mm/s • MC608B/R: 0,4% del valor leído o un mínimo de 2,0 mm/s |
| REPETIBILIDAD | 0,1% del valor leído o un mínimo de 2,0 mm/s |
| CALIBRACIÓN | Estándar Uso genérico en agua ▶ 0.4 % Extendida Aplicaciones de altas prestaciones ▶ 0.2% |
| FRECUENCIA DE MUESTREO | Programable entre 5, 3, 1, 1/15, 1/30, 1/60, 1/120, 1/240, 1/480 Hz. |
| PANTALLA | LCD gráfico 128x64 píxels, área visual 50x25mm, retroiluminado con luz blanca con retroiluminación programable. Indicaciones simultáneas de un contador + variable instantánea + banderas de estado. Contadores con caracteres de 8 mm de altura para una lectura fácil y segura. Contenido de la pantalla programable. |

Fuente: Manual MUT2200 EL - Euromag

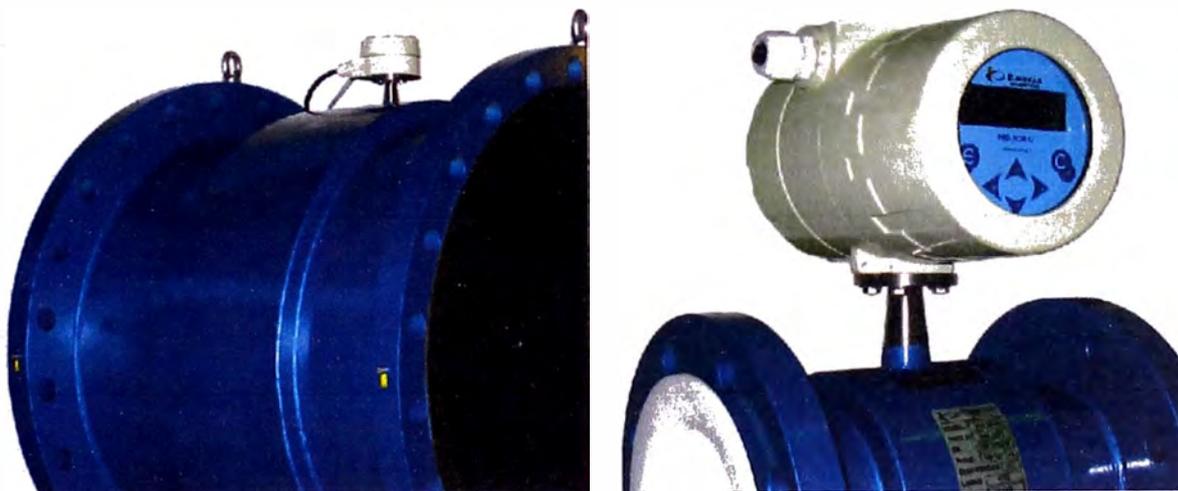
| | |
|-------------------------------------|---|
| PROGRAMACIÓN | Con teclas de presión in situ para aplicaciones no fiscales. Programación a través de la interfaz IrCOM con programadoras o equipos portátil con software dedicado o a través de RS485 y protocolo MODBUS RTU para aplicaciones fiscales. |
| UNIDADES DE MEDIDA | Configurables por separado para contadores, indicación de caudal, emisión de impulsos. <ul style="list-style-type: none"> • Unidades de Volumen: ml, cl, dl, l, dal, hl, m3, in3, ft3, gal, USgal, bbl, oz. |
| TIEMPOS DE REFERENCIA | Unidades de Tiempo: s, m, h, dd. |
| ALMACENADOR DE DATOS DE PROCESO | 4 MB memoria flash, 200000 líneas de datos (una línea incluye: Caudal instantáneo, 2 contadores, fecha, hora, temperatura). Totalmente programable, ya sea como contenido o como tiempos de adquisición. |
| ALMACENADOR DE DATOS DE DIAGNÓSTICO | 64 kB EEPROM, 2000 líneas de datos (una línea incluye: Fecha, hora, temperatura, códigos de error, intervenciones del usuario con modificaciones efectuadas). No programable, no desactivable ni reseteable por el usuario. |
| CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA | <ul style="list-style-type: none"> • MC608A: mínimo 5 μS/cm • MC608B/R: mínimo 20 μS/cm |
| VELOCIDADES RECOMENDADAS | Desde -10 a 10 m/s |
| FLUIDO DE PROCESO | <ul style="list-style-type: none"> • Aguas superficiales o subterráneas • Agua potable • Agua para riego |
| APROBACIONES Y CERTIFICACIONES | <ul style="list-style-type: none"> • El convertidor MC 608 cumple todos los requisitos establecidos en las directivas CE. El fabricante certifica el éxito de las pruebas de calidad con la indicación de la marca CE. • Compatibilidad electromagnética à Directiva 89/336/CEE, EN 61326-1:2006 • Directiva de baja tensión • Directiva 2006/95/EC • Tarificación • MI-001 y OIML R-49 (en proceso de certificación) |



Fuente: Manual MUT2200 EL - Euromag

| DN | VELOCIDAD [m/s] | | | | |
|-------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | 0,05 | 0,5 | 5 | 10 | |
| MUT 2200 EL | 25 | 88,36 l/h | 883,57 l/h | 8.835,73 l/h | 17.671,46 l/h |
| | 32 | 0,14 m ³ /h | 1,45 m ³ /h | 14,48 m ³ /h | 28,95 m ³ /h |
| | 40 | 0,23 m ³ /h | 2,26 m ³ /h | 22,62 m ³ /h | 45,24 m ³ /h |
| | 50 | 0,35 m ³ /h | 3,53 m ³ /h | 35,34 m ³ /h | 70,69 m ³ /h |
| | 65 | 0,60 m ³ /h | 5,97 m ³ /h | 59,73 m ³ /h | 119,46 m ³ /h |
| | 80 | 0,90 m ³ /h | 9,05 m ³ /h | 90,48 m ³ /h | 180,96 m ³ /h |
| | 100 | 1,41 m ³ /h | 14,14 m ³ /h | 141,37 m ³ /h | 282,74 m ³ /h |
| | 125 | 2,21 m ³ /h | 22,09 m ³ /h | 220,89 m ³ /h | 441,79 m ³ /h |
| | 150 | 3,18 m ³ /h | 31,81 m ³ /h | 318,09 m ³ /h | 636,17 m ³ /h |
| | 200 | 5,65 m ³ /h | 56,55 m ³ /h | 565,49 m ³ /h | 1.130,97 m ³ /h |
| | 250 | 8,84 m ³ /h | 88,36 m ³ /h | 883,57 m ³ /h | 1.767,15 m ³ /h |
| | 300 | 12,72 m ³ /h | 127,23 m ³ /h | 1.272,35 m ³ /h | 2.544,69 m ³ /h |
| | 350 | 17,32 m ³ /h | 173,18 m ³ /h | 1.731,80 m ³ /h | 3.463,61 m ³ /h |
| | 400 | 22,62 m ³ /h | 226,19 m ³ /h | 2.261,95 m ³ /h | 4.523,89 m ³ /h |
| MUT 2500 EL | 450 | 28,63 m ³ /h | 286,28 m ³ /h | 2.862,78 m ³ /h | 5.725,55 m ³ /h |
| | 500 | 35,34 m ³ /h | 353,43 m ³ /h | 3.534,29 m ³ /h | 7.068,58 m ³ /h |
| | 550 | 42,76 m ³ /h | 427,65 m ³ /h | 4.276,49 m ³ /h | 8.552,99 m ³ /h |
| | 600 | 50,89 m ³ /h | 508,94 m ³ /h | 5.089,38 m ³ /h | 10.178,76 m ³ /h |
| | 650 | 59,73 m ³ /h | 597,30 m ³ /h | 5.972,95 m ³ /h | 11.945,91 m ³ /h |
| | 700 | 69,27 m ³ /h | 692,72 m ³ /h | 6.927,21 m ³ /h | 13.854,42 m ³ /h |
| | 750 | 79,52 m ³ /h | 795,22 m ³ /h | 7.952,16 m ³ /h | 15.904,31 m ³ /h |
| | 800 | 90,48 m ³ /h | 904,78 m ³ /h | 9.047,79 m ³ /h | 18.095,57 m ³ /h |
| | 900 | 114,51 m ³ /h | 1.145,11 m ³ /h | 11.451,11 m ³ /h | 22.902,21 m ³ /h |
| | 1000 | 141,37 m ³ /h | 1.413,72 m ³ /h | 14.137,17 m ³ /h | 28.274,33 m ³ /h |
| | 1200 | 203,58 m ³ /h | 2.035,75 m ³ /h | 20.357,52 m ³ /h | 40.715,04 m ³ /h |
| | 1300 | 238,92 m ³ /h | 2.389,18 m ³ /h | 23.891,81 m ³ /h | 47.783,62 m ³ /h |
| | 1400 | 277,09 m ³ /h | 2.770,88 m ³ /h | 27.708,85 m ³ /h | 55.417,69 m ³ /h |
| | 1500 | 318,09 m ³ /h | 3.180,86 m ³ /h | 31.808,63 m ³ /h | 63.617,25 m ³ /h |
| | 1600 | 361,91 m ³ /h | 3.619,11 m ³ /h | 36.191,15 m ³ /h | 72.382,29 m ³ /h |
| | 1700 | 408,56 m ³ /h | 4.085,64 m ³ /h | 40.856,41 m ³ /h | 81.712,82 m ³ /h |
| 1800 | 458,04 m ³ /h | 4.580,44 m ³ /h | 45.804,42 m ³ /h | 91.608,84 m ³ /h | |
| 2000 | 565,49 m ³ /h | 5.654,87 m ³ /h | 56.548,67 m ³ /h | 113.097,34 m ³ /h | |

tabla 23



Fuente: Manual MUT2200 EL - Euromag

ANEXO C.2

REX[®]

Acero Fundido A216 Clase 150

VÁLVULA COMPUERTA

VÁSTAGO ASCENDENTE (OS&Y)

Diseño con el Estándar API 600. Compuerta de acero inoxidable con bonete emperrado al cuerpo. Alta precisión en el mecanizado de la cuña y el asiento para asegurar un estricto corte del fluido. Cuña totalmente guiada para asegurar el alineamiento en el desplazamiento.

Vástago ascendente: OS&Y acero inoxidable
Bridas RF ANSI B16.5 Clase 150
Estándar de materiales ASTM A216 Gr. WCB
API Trim 8

Estándar de dimensiones: ANSI B16.5 |
ANSI B16.34 | ANSI B16.10

Diámetros: 2" - 24"
Test acorde con API 598



RANGOS DE PRESIÓN vs. TEMPERATURA

| Temperatura °F/°C | Presión de Trabajo lbs/pulg.2 (PSI) |
|---|--|
| | Clase 150 |
| (-) 20 °F / (-) 29 °C a (+) 100 °F / (+) 38 °C | 285 |
| 200 °F / 93 °C | 260 |
| 300 °F / 149 °C | 230 |
| 400 °F / 204 °C | 200 |
| 500 °F / 260 °C | 170 |
| 600 °F / 316 °C | 140 |
| 650 °F / 343 °C | 125 |
| 700 °F / 371 °C | 110 |
| 750 °F / 399 °C | 95 |
| 800 °F / 427 °C | 80 |
| 850 °F / 454 °C | 65 |
| 900 °F / 482 °C | 50 |
| 950 °F / 510 °C | 35 |
| 1000 °F / 538 °C | 20 |

* Nota: Dimensiones, diseño y materiales son sujetos a cambios sin previo aviso.

Fuente: Manual Válvulas REX – Rex Valves

REX[®]

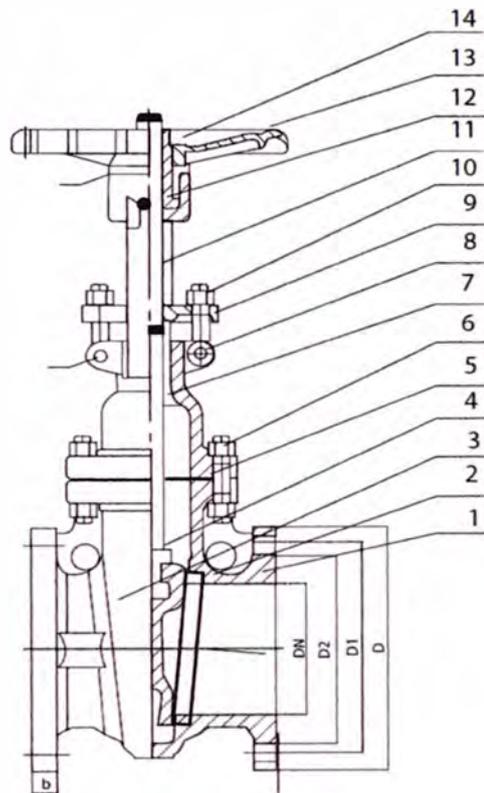
Acero Fundido A216 Clase 150

VÁLVULA COMPUERTA

VÁSTAGO ASCENDENTE (OS&Y)

MATERIALES

| | NOMBRE DE PARTE | MATERIAL |
|----|-------------------------|---------------------|
| 1 | CUERPO | ASTM A216 WCB |
| 2 | ANILLO DE ASIENTO | ASTM A216 WCB+D577 |
| 3 | CUÑA | ASTM 216 WCB+D507 |
| 4 | VÁSTAGO | ASTM A182 F6 |
| 5 | CUERPO Y JUNTA TAPA | 304 + GRAFITO |
| 6 | CUERPO Y TAPA DE PERNO | ASTM A193 B7 |
| 7 | ASIENTO TRASERO | 420 |
| 8 | EMPAQUETADURA | FLEXIBLE GRAFITO |
| 9 | PRENSA BRIDA / PRENSA | ASTM A216 WCB / 410 |
| 10 | PRENSA "EYE BOLT" | ASTM A193 B7 |
| 11 | TAPA | ASTM A216 WCB |
| 12 | PUENTE / VÁSTAGO TUERCA | ZcuAL 10 Fe3 |
| 13 | VOLANTE | ASTM A216 WCB |
| 14 | VOLANTE TUERCA | ASTM A194 2H |



TEST API 598

DIMENSIONES (mm)

| TAMAÑO DN | L | D | D ₂ | D ₂ | b | Z-ød | D ₂ | H | H ₁ | PESO (Kg) |
|--------------|-----|-----|----------------|----------------|----|-------|----------------|------|----------------|--------------|
| 2" | 178 | 152 | 120.5 | 92 | 16 | 4-19 | 200 | 342 | 408 | 18 |
| 2 1/2" | 190 | 178 | 139.5 | 105 | 18 | 4-19 | 250 | 415 | 492 | 24 |
| 3" | 203 | 190 | 152.5 | 127 | 19 | 4-19 | 250 | 465 | 552 | 30 |
| 4" | 229 | 229 | 190.5 | 157 | 24 | 8-19 | 300 | 509 | 624 | 46.50 |
| 6" | 267 | 279 | 241.5 | 216 | 26 | 8-22 | 300 | 641 | 804 | 108 |
| 8" | 292 | 343 | 298.5 | 270 | 29 | 8-22 | 350 | 784 | 1002 | 141 |
| 10" | 330 | 406 | 352 | 324 | 31 | 12-25 | 400 | 922 | 1186 | 119 |
| 12" | 356 | 483 | 432 | 381 | 32 | 12-25 | 500 | 1096 | 1412 | 346 |
| 14" | 381 | 533 | 476 | 413 | 35 | 12-29 | 600 | 1207 | 1568 | 445 |
| 16" | 406 | 597 | 540 | 470 | 37 | 16-29 | 650 | 1350 | 1752 | 580 |
| 18" | 432 | 635 | 578 | 533 | 40 | 16-32 | 650 | 1472 | 1943 | 720 |
| 20" | 457 | 699 | 635 | 584 | 43 | 20-32 | 650 | 1630 | 2143 | 830 |
| 24" | 508 | 813 | 749.5 | 692 | 48 | 20-35 | 800 | 1922 | 2545 | 1400 |

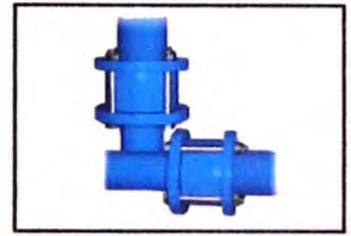
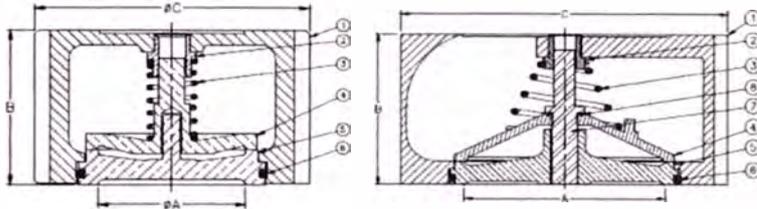
* Nota: Dimensiones, diseño y materiales son sujetos a cambios sin previo aviso.

Fuente: Manual Válvulas REX – Rex Valves

ANEXO C.3

WAFER CHECK VALVE Model 888 & 888R

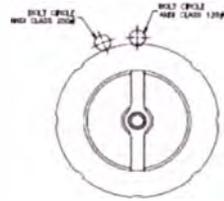
NSF/ANSI 61-2010 CERTIFIED*



Model 888: 2"-10"

| Item # | Qty | Description | Material | ASTM |
|--------|-----|---------------------|-----------------|---------------|
| 1 | 1 | Body (Epoxy Coated) | Cast Iron | A126, Class B |
| 2 | 1 | Bushing | Bronze | C95400 |
| 3 | 1 | Spring | Stainless Steel | 302 |
| 4 | 1 | Poppet | Bronze | C89833 |
| 5 | 1 | Seal Ring* | Bronze | C89833 |
| 6 | 1 | O'Ring | Buna-n | --- |
| 7 | 1 | Stem | Stainless Steel | 316 |
| 8 | 1 | O'Ring | Buna-n | --- |

Metal to Metal seating standard. Optional rubber seal available for drop tight seal, add "R" to end of part #. Add "ST" to the end of the part # for stainless steel trim, add "V" for viton.



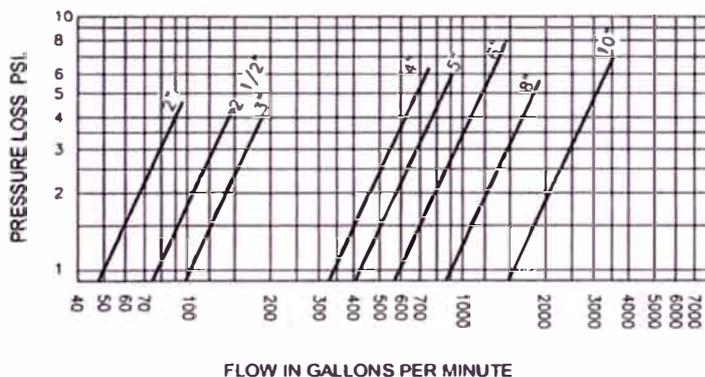
CLASS 125/250

| Valve Size | Part # | A | B | C | WGT. |
|------------|--------|---------|---------|--------|------|
| 2" | 2434 | 2 13/32 | 2 43/64 | 4 1/2 | 5 |
| 2 1/2" | 2432 | 2 9/16 | 2 7/8 | 5 | 7 |
| 3" | 2435 | 3 1/4 | 3 13/64 | 5 3/4 | 11 |
| 4" | 2436 | 4 3/8 | 4 1/16 | 7 3/16 | 18 |
| 5" | 2433 | 5 1/4 | 4 3/4 | 8 3/8 | 25 |
| 6" | 2437 | 5 29/32 | 5 5/8 | 9 3/4 | 36 |
| 8" | 2438 | 8 7/32 | 6 1/2 | 13 3/8 | 80 |
| 8** | 2438-2 | 8 7/32 | 6 1/2 | 13 5/8 | 85 |
| 10** | 2439 | 10 7/64 | 8 1/4 | 16 | 129 |

**250# flange

*ANSI 125 only

HEAD LOSS CHART



*BY IAMPO R&T

Installation:

The model 888 valve is designed for simple flange-supported installation and will operate equally well in any position. Suitable for ANSI 125 and 250 mounting, except for 8" and 10" sizes.

Operation:

The convex inlet, double guided spring loaded poppet system maximizes efficiency and reduces water hammer. Easy field exchangeable internal system.

Applications:

- Mechanical Contractors
- General Utilities
- Booster pump Systems
- HVAC -Liquid Service
- Irrigation

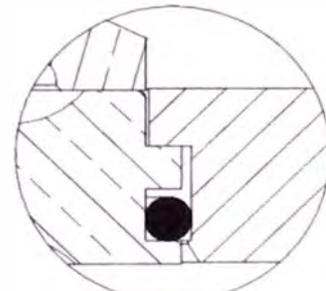
Model 888:

- Double guided bronze disc
- Streamlined design
- Epoxy coated internal and external
- Pressure Max: 200 PSI ANSI 125, 400 PSI ANSI 250
- Low headloss
- Minimizes water hammer
- Temp Max: 180°F

Benefits:

- Full faced or raised faced flanges

Installation Requirements



*O' Ring seal and disc retainer, no screws on seating surface.

PATENT #6,024,121

ANEXO C.4

Bourdon Tube Pressure Gauges with Electrical Output Signal Safety Case Version Type PGT23.063



Applications

- Acquisition and display of process values
- Transmission of process value to the control room, 4 to 20 mA
- Easy-to-read, local analog display needs no power supply
- Safety-related application

Special features

- "Plug and play" with no configuration necessary
- Scale ranges 0/15 PSI to 0/8,000 PSI
- Easy-to-read, nominal size 2½" analog display
- Solid-front, blow-out back safety design

Description

In any application with limited space, where the process pressure has to be indicated locally, and, at the same time, a signal needs to be transmitted to a central controller or remote control room, the model PGT23.063 intelliGAUGE can be used.

Through the combination of a mechanical measuring system and electronic signal processing, the process pressure can still be read, even if the power supply is lost. The model PGT23.063 intelliGAUGE fulfills all safety-related requirements of the relevant standards and regulations for the on-site display of the operating pressure of pressure vessels. An additional measuring point for the mechanical pressure indication is no longer necessary.

The model PGT23.063 is based on a high-quality, stainless steel pressure gauge with a solid-front and blow-out back (Type 23x.30) with nominal size of 2½". The pressure gauge is manufactured in accordance with ASME B40.1 and EN 837-1.

WIKA Datasheet PGT23.063

intelliGAUGE®



intelliGAUGE Type PGT23.063

The durable, fully-welded Bourdon tube measuring system produces a pointer rotation proportional to the pressure. An electronic angle encoder, proven in safety-critical automotive applications, determines the position of the pointer shaft. The encoder is a non-contact sensor and therefore completely free from wear and friction. From this, the pressure-proportional, 4 to 20 mA electrical output signal is generated.

The electronic WIKA transmitter, integrated into the high-quality mechanical pressure gauge, combines the advantages of electrical signal transmission with the advantages of a local mechanical display.

The measuring span (electrical output signal) is set automatically to match the mechanical display, i.e. the scale over the full display range corresponds to 4 to 20 mA.



Standard Features

Design

ASME B40.100 & EN 837-1

Size

2½" (63 mm)

Accuracy class

± 2/1/2% of span (ASME B40.100 Grade A)

Ranges

0/15 PSI to 0/8,000 PSI
or other equivalent units of pressure or vacuum

Pressure connection

Material: 316L stainless steel

Lower mount (LM)

1/4" NPT or G 1/4B, 14 mm flats

Bourdon tube

Material: 316L stainless steel

< 1,500 PSI; C-type

≥ 1,500 PSI; helical-type

Movement

Copper alloy

Dial

White aluminum with black lettering

Pointer

Black aluminum

Case

Stainless steel, with solid baffle wall and blow-out back, scale ranges ≤ 0/200 PSI with compensating valve to vent case, NEMA 4X / IP 54 weather protection

Window

Polycarbonate

Cover ring

Stainless steel, bayonet-type

Connection

Cable with flying leads, 1 meter length

Optional extras

- Other pressure connections
- Inverted electrical output signal
- Electrical connection via miniature plug connector
M8 x 1, 4-pin (cable plug with 5 meter length)
- Other cable lengths, bare wire ends with 2 or 5 meter length. Others on request
- Assembly on diaphragm seals (see Diaphragm Seals Product Review)
- Liquid filling with 50 cSt Silicone oil (only in assembly with plug connector)
- Panel mounting flange, stainless steel or polished
- Rear mounting flange, stainless steel
- Custom dial layout
- Laminated safety glass window (max. ambient temperature 140°F (60°C))
- Other pressure scales available
bar, kPa, MPa, kg/cm² and dual scales

Cable connection

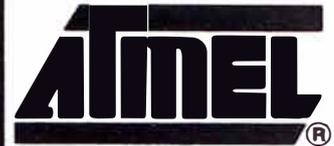


Fuente: Manual Manómetro– Wika

ANEXO D

Features

- High Performance, Low Power AVR[®] 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 135 Powerful Instructions - Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-Chip 2-cycle Multiplier
- Non-volatile Program and Data Memories
 - 64K/128K/256K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
In-System Programming by On-chip Boot Program
True Read-While-Write Operation
 - 4K Bytes EEPROM
Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 8K Bytes Internal SRAM
 - Up to 64K Bytes Optional External Memory Space
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - Four 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four 8-bit PWM Channels
 - Six/Twelve PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits
(ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Output Compare Modulator
 - 8/16-channel, 10-bit ADC
 - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte Oriented 2-wire Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 51/86 Programmable I/O Lines (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - 64-lead (ATmega1281/2561)
 - 100-lead (ATmega640/1280/2560)
 - 100-lead TQFP (64-lead TQFP Option)
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C Industrial
- Speed Grade:
 - ATmega1281/2561V/ATmega640/1280/2560V:
0 - 4 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 8 MHz @ 2.7 - 5.5V
 - ATmega640/1280/1281/2560/2561:
0 - 8 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 16 MHz @ 4.5 - 5.5V



8-bit **AVR[®]**
Microcontroller
with 256K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega1281/25
61/V
ATmega640/128
0/2560/V

Advance
Information

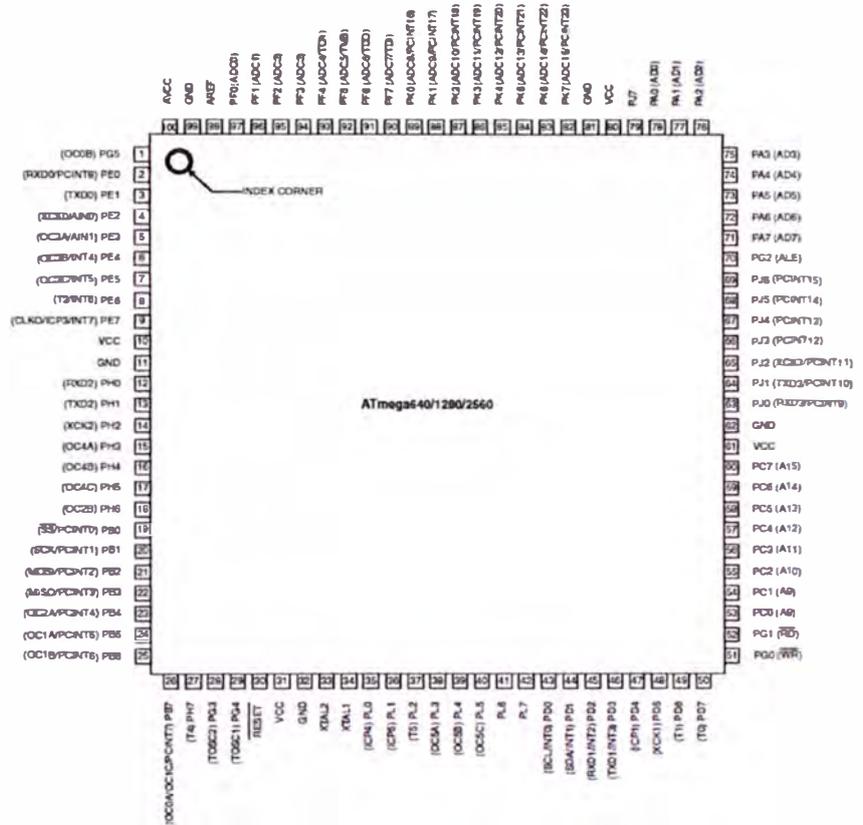
2549A-AVR-03/05



Fuente: <http://www.atmel.com/devices/atmega2560.aspx>

Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega640/1280/2560



Fuente: <http://www.atmel.com/devices/atmega2560.aspx>

ANEXO E

El Peruano
Lima, martes 31 de marzo de 2009



NORMAS LEGALES

393483

Artículo 100°.- Plan Nacional de los Recursos Hídricos

El Plan Nacional de los Recursos Hídricos contiene la programación de proyectos y actividades estableciendo sus costos, fuentes de financiamiento, criterios de recuperación de inversiones, entidades responsables y otra información relevante relacionada con la política nacional de gestión de los recursos hídricos.

El Plan Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es aprobado por decreto supremo a propuesta del Consejo Directivo de la Autoridad Nacional.

Artículo 101°.- Plan de adecuación para el aprovechamiento eficiente de recursos hídricos

Los usuarios y operadores de infraestructura hidráulica que no cumplan los parámetros de eficiencia establecidos por la Autoridad Nacional deben presentar un plan de adecuación para el aprovechamiento eficiente de recursos hídricos a fin de reducir sus consumos anuales hasta cumplir, en un período no mayor de cinco (5) años, con los parámetros de eficiencia.

El plan de adecuación debe contener, como mínimo, las metas anuales de reducción de pérdidas volumétricas de agua, los procesos que se implementan para lograr dichas metas. Así como los parámetros de eficiencia, acceso al financiamiento o cofinanciamiento.

Los costos que se generen en virtud de la elaboración y ejecución del plan de adecuación para el aprovechamiento eficiente de recursos hídricos son de cargo de los usuarios y operadores de infraestructura hidráulica.

La Autoridad Nacional aprueba y supervisa la ejecución del plan de adecuación para el aprovechamiento eficiente de recursos hídricos y sanciona su incumplimiento, de conformidad con lo previsto en el Reglamento, considerando para ello la normativa establecida por el Ministerio del Ambiente en materia de su competencia.

Artículo 102°.- Política y estrategia nacional de recursos hídricos

La política y estrategia nacional de recursos hídricos está conformada por el conjunto de principios, lineamientos, estrategias e instrumentos de carácter público, que definen y orientan el accionar de las entidades del sector público y privado para garantizar la atención de la demanda y el mejor uso del agua del país en el corto, mediano y largo plazo, en el marco de la política nacional ambiental.

La política y estrategia nacional de recursos hídricos es aprobada por decreto supremo a propuesta del Consejo Directivo de la Autoridad Nacional.

TÍTULO VIII INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

Artículo 103°.- Reserva de recursos hídricos

La reserva de recursos hídricos es un derecho especial intransferible que se otorga por resolución de la Autoridad Nacional para el desarrollo de proyectos, que reserva un volumen de agua para su uso consuntivo o no consuntivo, en el marco del plan de gestión de recursos hídricos de la cuenca.

Se otorga por el período de elaboración de estudios y ejecución del proyecto separadamente y no faculta al uso del agua. La solicitud de prórroga puede aprobarse por causas debidamente justificadas.

Los requisitos para solicitar la reserva de agua son establecidos en el Reglamento y deben incluir la capacidad técnica y financiera del solicitante.

Este derecho puede ser revocado por el incumplimiento injustificado del cronograma de elaboración de estudios y ejecución del proyecto y por lo dispuesto en el Título IV de la Ley, en lo que corresponda.

Artículo 104°.- Aprobación de obras de infraestructura hidráulica

La Autoridad Nacional, en concordancia con el Consejo de Cuenca, aprueba la ejecución de obras de infraestructura pública o privada que se proyecten en los cauces y cuerpos de agua naturales y artificiales, así como en los bienes asociados al agua correspondiente. En el caso de grandes obras hidráulicas y de trasvase entre cuencas, la Autoridad Nacional aprueba su ejecución. La aprobación está sujeta a la presentación de la certificación ambiental de la autoridad competente, según corresponda.

Artículo 105°.- Participación del sector privado en la infraestructura hidráulica

El Estado promueve la participación del sector privado en la construcción y mejoramiento de la infraestructura hidráulica, así como en la prestación de los servicios de operación y mantenimiento de la misma.

En la ejecución de proyectos de infraestructura hidráulica en tierras de las comunidades campesinas y comunidades nativas, el Estado establece el mecanismo para hacerlas partícipes de los beneficios una vez que opere el proyecto.

Artículo 106°.- Seguridad de la infraestructura hidráulica mayor

La Autoridad Nacional, en materia de seguridad de la infraestructura hidráulica mayor, tiene a cargo las siguientes funciones:

1. Coordina con el Consejo de Cuenca los planes de prevención y atención de desastres de la infraestructura hidráulica;
2. elabora, controla y supervisa la aplicación de las normas de seguridad de las grandes presas públicas y privadas; y
3. elabora y controla la aplicación de las normas de seguridad para los demás componentes del sistema hidráulico público.

Artículo 107°.- Derechos de uso de agua de las comunidades campesinas y comunidades nativas

Los derechos de uso de agua inherentes a las comunidades campesinas y comunidades nativas, cuando se llevan a cabo proyectos de infraestructura hidráulica, no deben ser afectados, de conformidad con lo establecido en el artículo 64° de la Ley.

TÍTULO IX AGUA SUBTERRÁNEA

Artículo 108°.- Disposiciones generales

La exploración y el uso del agua subterránea están sujetos a las disposiciones del presente Título y las demás que les sean aplicables.

El uso del agua subterránea se efectúa respetando el principio de sostenibilidad del agua de la cuenca.

Artículo 109°.- Exploración del agua subterránea

Toda exploración del agua subterránea que implique perforaciones requiere de la autorización previa de la Autoridad Nacional y, cuando corresponda, de los propietarios del área a explorar, debiéndose tomar en cuenta la explotación sostenible del acuífero.

Artículo 110°.- Otorgamiento del derecho de uso del agua subterránea

El otorgamiento del derecho de uso de un determinado volumen de agua subterránea está sujeto a las condiciones establecidas en el Título IV y, cuando corresponda, al respectivo instrumento de gestión ambiental que establece la legislación vigente. En el caso de cese temporal o permanente del uso, los titulares de estos derechos están obligados, bajo responsabilidad, a tomar las medidas de seguridad necesarias que eviten daños a terceros.

Adicionalmente, los usuarios de agua subterránea deben instalar y mantener piezómetros en cantidad y separación determinados por la autoridad respectiva, donde registren la variación mensual de los niveles freáticos, información que deben comunicar a la Autoridad Nacional.

Artículo 111°.- Obligación de informar

Todo aquel que, con ocasión de efectuar estudios, exploraciones, explotaciones o cualquier obra, descubriese agua está obligado a informar a la Autoridad Nacional, proporcionando la información técnica que disponga. En estos casos no se puede usar el agua sin permiso, autorización o licencia.

Asimismo, debe mantener actualizado un inventario de pozos y otras fuentes de agua subterránea.

Artículo 112°.- Uso conjunto de agua superficial y agua subterránea

La Autoridad Nacional promueve la constitución de bloques de uso del agua subterránea que tenga por objeto el uso conjunto del agua superficial y subterránea, cuando así lo aconseje el mejor uso de los recursos de una misma zona, así como la recarga artificial de acuíferos.

El Estado promueve la inversión privada para el uso colectivo del agua subterránea, así como la prestación de los servicios respectivos.

Artículo 113°.- Zonas de veda y zonas de restricción

La Autoridad Nacional puede declarar lo siguiente:

- a. Zonas de veda permanente o temporal, para exploraciones, perforaciones de pozos y otorgamiento de nuevos derechos de uso de agua subterránea en ellas. Esta declaratoria debe fundarse en estudios técnicos que confirmen que la extracción del agua del acuífero perjudica su sostenibilidad.
- b. Zonas de restricción a la totalidad o parte de un acuífero en caso de notorio riesgo de agotamiento. Esta declaratoria debe fundarse en estudios técnicos que confirmen que la extracción del agua del acuífero perjudica su sostenibilidad. En este caso se dispone una reducción temporal de extracción de agua subterránea en partes alicuotas entre los derechos de uso de agua subterránea que existan.

**TÍTULO X
AGUAS AMAZÓNICAS**

Artículo 114°.- Aguas amazónicas

El agua amazónica, en el marco del desarrollo sostenible de la amazonia peruana, es un bien de uso público vertebrador de la biodiversidad, fauna, flora y de la vida humana en la amazonia.

Artículo 115°.- La gestión integrada del agua amazónica

El agua amazónica, por su asociación con la biodiversidad y uso para la alimentación humana, requiere de herramientas que orienten la gestión integrada hacia metas de sostenibilidad de la biodiversidad, protección de ecosistemas de agua dulce, inclusión social y desarrollo local.

Artículo 116°.- Objetivo de la planificación de la gestión del agua en la amazonia

La planificación de la gestión del agua en la amazonia tiene como principal objetivo proteger, preservar y recuperar las fuentes de agua (cochas, manantiales, humedales y ríos) y de sus bienes asociados (islas, barrizales y restingas), por lo que el deterioro en la calidad de dichas fuentes producido por actividades públicas o privadas es considerado falta muy grave por los daños que causa a la población, el ambiente y el desarrollo de la amazonia.

Artículo 117°.- Comités de subcuenca en la amazonia

Los comités de subcuenca en la amazonia se organizan en torno a los ríos menores o grandes quebradas, conforme a la zonificación que realice la Autoridad Nacional.

Los comités de subcuenca tienen facultad para administrar los usos del agua, otorgando prioridad al consumo humano y garantizando su protección según los principios y mandatos de la Ley. Resuelven cualquier conflicto en su interior por consenso.

Artículo 118°.- Las comunidades nativas amazónicas y pueblos indígenas

Las comunidades nativas amazónicas organizan sus comités de subcuenca de acuerdo a sus usos y costumbres para toda actividad cultural, social o económica y se encargan de la protección de las cochas, humedales y restingas de selva.

La Autoridad Nacional, en concordancia con los consejos de cuenca de la amazonia, vela por que, en las aguas existentes o que discurren por las áreas habitadas por pueblos indígenas en aislamiento voluntario o contacto inicial no se otorgue ningún derecho que implique uso, disposición o vertimientos en las mismas.

**TÍTULO XI
LOS FENÓMENOS NATURALES**

Artículo 119°.- Programas de control de avenidas, desastres e inundaciones

La Autoridad Nacional, conjuntamente con los Consejos de Cuenca respectivos, fomenta programas integrales de control

de avenidas, desastres naturales o artificiales y prevención de daños por inundaciones o por otros impactos del agua y sus bienes asociados, promoviendo la coordinación de acciones estructurales, institucionales y operativas necesarias.

Dentro de la planificación hidrológica se fomenta el desarrollo de proyectos de infraestructura para aprovechamientos multisectoriales en los cuales se considera el control de avenidas, la protección contra inundaciones y otras medidas preventivas.

**TÍTULO XII
LAS INFRACCIONES Y SANCIONES**

Artículo 120°.- Infracción en materia de agua
Constituye infracción en materia de agua, toda acción u omisión tipificada en la presente Ley o el Reglamento establece el procedimiento para hacer efectivas las sanciones.

Constituyen infracciones las siguientes:

1. Utilizar el agua sin el correspondiente derecho de uso;
2. el incumplimiento de alguna de las obligaciones establecidas en el artículo 57° de la Ley;
3. la ejecución o modificación de obras hidráulicas sin autorización de la Autoridad Nacional;
4. afectar o impedir el ejercicio de un derecho de uso de agua;
5. dañar u obstruir los cauces o cuerpos de agua y los correspondientes bienes asociados;
6. ocupar o desviar los cauces de agua sin la autorización correspondiente;
7. impedir las inspecciones, actividades de vigilancia y supervisión que realice la autoridad de agua competente directamente o a través de terceros;
8. contaminar el agua transgrediendo los parámetros de calidad ambiental vigentes;
9. realizar vertimientos sin autorización;
10. arrojar residuos sólidos en cauces o cuerpos de agua naturales o artificiales;
11. contaminar el agua subterránea por infiltración de elementos o sustancias en los suelos;
12. dañar obras de infraestructura pública; y
13. contravenir cualquiera de las disposiciones previstas en la Ley o en el Reglamento.

Artículo 121°.- Calificación de las infracciones

Las infracciones en materia de agua son calificadas como leves, graves y muy graves, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Afectación o riesgo a la salud de la población;
2. Beneficios económicos obtenidos por el infractor;
3. gravedad de los daños generados;
4. circunstancias de la comisión de la infracción;
5. impactos ambientales negativos, de acuerdo con la legislación vigente;
6. reincidencia; y
7. costo: en que incurra el Estado para atender los daños generados.

La calificación e imposición de sanciones en primera instancia corresponde a la Autoridad Administrativa del Agua.

Artículo 122°.- Tipos de sanciones

Concluido el procedimiento sancionador, la autoridad de aguas competente puede imponer, según la gravedad de la infracción cometida y las correspondientes escalas que se fijan en el Reglamento, las siguientes sanciones administrativas:

1. Trabajo comunitario en la cuenca en materia de agua o
2. multa no menor de cero coma cinco (0,5) Unidades Impositivas Tributarias (UIT) ni mayor de diez mil (10 000) UIT.

Artículo 123°.- Medidas complementarias

Sin perjuicio de la sanción a que se refiere el artículo 122°, la autoridad de aguas respectiva puede imponer a los infractores, de ser necesario con el apoyo de la fuerza pública, las siguientes medidas complementarias:

1. Acciones orientadas a restaurar la situación al estado anterior a la infracción o pagar los costos que demande su reposición;

ANEXO F



APLICACIÓN Motores Trifásicos

Tabla 16 Cable Trifásico para 60 °C, 60 Hz (Entrada de Servicio al Motor) Longitud Máxima en Pies

60 °C

| CAPACIDAD DEL MOTOR | | | AISLAMIENTO A 60 °C - CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG | | | | | | | | | | | | | CALIBRE DEL CABLE DE COBRE MCM | | | | | | |
|--|-----|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------------|------|------|------|------|--|--|
| VOLTS | HP | KW | 14 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 00 | 000 | 0000 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | | |
| 200 V 60 Hz Trifásico 3 Hilos | 1/2 | 0.37 | 710 | 1140 | 1800 | 2840 | 4420 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3/4 | 0.55 | 510 | 810 | 1280 | 2030 | 3100 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 0.75 | 430 | 690 | 1080 | 1710 | 2670 | 4140 | 5140 | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5 | 1.1 | 310 | 500 | 790 | 1260 | 1960 | 3050 | 3780 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 1.5 | 240 | 390 | 610 | 970 | 1520 | 2360 | 2940 | 3610 | 4430 | 5420 | | | | | | | | | | |
| | 3 | 2.2 | 180 | 290 | 470 | 740 | 1160 | 1810 | 2250 | 2760 | 3390 | 4130 | | | | | | | | | | |
| | 5 | 3.7 | 110 | 170 | 280 | 440 | 690 | 1080 | 1350 | 1660 | 2040 | 2490 | 3050 | 3670 | 4440 | 5030 | | | | | | |
| | 7.5 | 5.5 | 0 | 0 | 200 | 310 | 490 | 770 | 960 | 1180 | 1450 | 1770 | 2170 | 2600 | 3150 | 3560 | | | | | | |
| | 10 | 7.5 | 0 | 0 | 0 | 230 | 370 | 570 | 720 | 880 | 1090 | 1330 | 1640 | 1970 | 2390 | 2720 | 3100 | 3480 | 3800 | 4420 | | |
| | 15 | 11 | 0 | 0 | 0 | 160 | 250 | 390 | 490 | 600 | 740 | 910 | 1110 | 1340 | 1630 | 1850 | 2100 | 2350 | 2570 | 2980 | | |
| | 20 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 190 | 300 | 380 | 460 | 570 | 700 | 860 | 1050 | 1270 | 1440 | 1650 | 1850 | 2020 | 2360 | | |
| | 25 | 18.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 240 | 300 | 370 | 460 | 570 | 700 | 840 | 1030 | 1170 | 1330 | 1500 | 1640 | 1900 | | |
| 30 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 250 | 310 | 380 | 470 | 580 | 700 | 850 | 970 | 1110 | 1250 | 1360 | 1590 | | | |
| 230 V 60 Hz Trifásico 3 Hilos | 1/2 | 0.37 | 930 | 1480 | 2350 | 3700 | 5760 | 8910 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3/4 | 0.55 | 670 | 1080 | 1700 | 2580 | 4190 | 6490 | 8060 | 9860 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 0.75 | 560 | 910 | 1430 | 2260 | 3520 | 5480 | 6780 | 8290 | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5 | 1.1 | 420 | 670 | 1060 | 1670 | 2610 | 4050 | 5030 | 6160 | 7530 | 9170 | | | | | | | | | | |
| | 2 | 1.5 | 320 | 510 | 810 | 1280 | 2010 | 3130 | 3890 | 4770 | 5860 | 7170 | 8780 | | | | | | | | | |
| | 3 | 2.2 | 240 | 390 | 620 | 990 | 1540 | 2400 | 2980 | 3660 | 4480 | 5470 | 6690 | 8020 | 9680 | | | | | | | |
| | 5 | 3.7 | 140 | 230 | 370 | 590 | 920 | 1430 | 1790 | 2190 | 2690 | 3290 | 4030 | 4850 | 5870 | 6650 | 7560 | 8460 | 9220 | | | |
| | 7.5 | 5.5 | 0 | 160 | 260 | 420 | 650 | 1020 | 1270 | 1560 | 1920 | 2340 | 2870 | 3440 | 4160 | 4710 | 5340 | 5970 | 6500 | 7510 | | |
| | 10 | 7.5 | 0 | 0 | 190 | 310 | 490 | 760 | 950 | 1170 | 1440 | 1760 | 2160 | 2610 | 3180 | 3590 | 4100 | 4600 | 5020 | 5840 | | |
| | 15 | 11 | 0 | 0 | 0 | 210 | 330 | 520 | 650 | 800 | 980 | 1200 | 1470 | 1780 | 2150 | 2440 | 2780 | 3110 | 3400 | 3940 | | |
| | 20 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 250 | 400 | 500 | 610 | 760 | 930 | 1140 | 1380 | 1680 | 1910 | 2180 | 2450 | 2680 | 3120 | | |
| | 25 | 18.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 320 | 400 | 500 | 610 | 750 | 920 | 1120 | 1360 | 1540 | 1760 | 1980 | 2160 | 2520 | | |
| 30 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 260 | 330 | 410 | 510 | 620 | 760 | 930 | 1130 | 1280 | 1470 | 1650 | 1800 | 2110 | | | |
| 380 V 60 Hz Trifásico 3 Hilos | 1/2 | 0.37 | 2690 | 4290 | 6730 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3/4 | 0.55 | 2000 | 3190 | 5010 | 7860 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 0.75 | 1620 | 2580 | 4060 | 6390 | 9980 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5 | 1.1 | 1230 | 1970 | 3100 | 4890 | 7630 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 1.5 | 870 | 1390 | 2180 | 3450 | 5400 | 8380 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 2.2 | 680 | 1090 | 1710 | 2690 | 4200 | 6500 | 8020 | 9830 | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 3.7 | 400 | 640 | 1010 | 1590 | 2490 | 3870 | 4780 | 5870 | 7230 | 8830 | | | | | | | | | | |
| | 7.5 | 5.5 | 270 | 440 | 690 | 1090 | 1710 | 2640 | 3260 | 4000 | 4930 | 6010 | 7290 | 8780 | | | | | | | | |
| | 10 | 7.5 | 200 | 320 | 510 | 800 | 1250 | 1930 | 2380 | 2910 | 3570 | 4330 | 5230 | 6260 | 7390 | 8280 | 9340 | | | | | |
| | 15 | 11 | 0 | 0 | 370 | 590 | 920 | 1430 | 1770 | 2170 | 2690 | 3290 | 4000 | 4840 | 5770 | 6520 | 7430 | 8250 | 8990 | | | |
| | 20 | 15 | 0 | 0 | 0 | 440 | 700 | 1090 | 1350 | 1670 | 2060 | 2530 | 3090 | 3760 | 4500 | 5110 | 5840 | 6510 | 7120 | 8190 | | |
| | 25 | 18.5 | 0 | 0 | 0 | 360 | 570 | 880 | 1100 | 1350 | 1670 | 2050 | 2510 | 3040 | 3640 | 4130 | 4720 | 5260 | 5740 | 6590 | | |
| | 30 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 470 | 730 | 910 | 1120 | 1380 | 1700 | 2080 | 2520 | 3020 | 3430 | 3920 | 4360 | 4770 | 5490 | | |
| | 40 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 530 | 680 | 820 | 1010 | 1240 | 1520 | 1840 | 2200 | 2500 | 2850 | 3170 | 3470 | 3990 | | |
| | 50 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 540 | 660 | 820 | 1000 | 1220 | 1480 | 1770 | 2010 | 2290 | 2550 | 2780 | 3190 | | |
| | 60 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 560 | 690 | 850 | 1030 | 1250 | 1500 | 1700 | 1940 | 2150 | 2350 | 2700 | | |
| | 75 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 570 | 700 | 860 | 1050 | 1270 | 1440 | 1660 | 1850 | 2030 | 2350 | | | |
| | 100 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 510 | 630 | 780 | 910 | 1030 | 1180 | 1310 | 1430 | 1650 | | | |
| 125 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 620 | 740 | 840 | 950 | 1060 | 1160 | 1330 | | | |
| 150 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 620 | 700 | 790 | 880 | 960 | 1090 | | | |
| 175 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 650 | 750 | 840 | 920 | 1070 | | | |
| 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 630 | 700 | 760 | 880 | | | |

Fuente: Manual de Motores Sumergibles – Franklin Electric



APLICACIÓN Motores Trifásicos

Tabla 17 Cable Trifásico para 60 °C (Continuación)

60 °C

| CAPACIDAD DEL MOTOR | | | AISLAMIENTO A 60 °C - CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG | | | | | | | | | | | CALIBRE DEL CABLE DE COBRE MCM | | | | | | | |
|---|-----|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| VOLTS | HP | KW | 14 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 00 | 000 | 0000 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | |
| 460 V 60 Hz Trifási- co 3 - Hilos | 1/2 | 0.37 | 3770 | 6020 | 9460 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3/4 | 0.55 | 2730 | 4350 | 6850 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 0.75 | 2300 | 3870 | 5770 | 9070 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5 | 1.1 | 1700 | 2710 | 4270 | 6730 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 1.5 | 1300 | 2070 | 3270 | 5150 | 8050 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 2.2 | 1000 | 1600 | 2520 | 3870 | 6200 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 3.7 | 590 | 950 | 1500 | 2360 | 3700 | 5750 | | | | | | | | | | | | | |
| | 7.5 | 5.5 | 420 | 680 | 1070 | 1690 | 2640 | 4100 | 5100 | 6280 | 7680 | | | | | | | | | | |
| | 10 | 7.5 | 310 | 500 | 790 | 1250 | 1960 | 3050 | 3800 | 4680 | 5750 | 7050 | | | | | | | | | |
| | 15 | 11 | 0 | 340 | 540 | 850 | 1340 | 2090 | 2600 | 3200 | 3930 | 4810 | 5900 | 7110 | | | | | | | |
| | 20 | 15 | 0 | 0 | 410 | 650 | 1030 | 1610 | 2000 | 2470 | 3040 | 3730 | 4580 | 5530 | | | | | | | |
| | 25 | 18.5 | 0 | 0 | 0 | 530 | 830 | 1300 | 1620 | 1990 | 2450 | 3010 | 3700 | 4470 | 5430 | | | | | | |
| | 30 | 22 | 0 | 0 | 0 | 430 | 680 | 1070 | 1330 | 1640 | 2030 | 2490 | 3080 | 3700 | 4500 | 5130 | 5860 | | | | |
| | 40 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 500 | 790 | 980 | 1210 | 1490 | 1830 | 2250 | 2710 | 3290 | 3730 | 4250 | | | | |
| | 50 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 840 | 800 | 980 | 1210 | 1480 | 1810 | 2190 | 2650 | 3010 | 3420 | 3830 | 4180 | 4850 | |
| | 60 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 840 | 670 | 830 | 1020 | 1250 | 1540 | 1850 | 2240 | 2540 | 2890 | 3240 | 3540 | 4100 |
| | 75 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 680 | 840 | 1030 | 1260 | 1520 | 1850 | 2100 | 2400 | 2700 | 2950 | 3440 | |
| 100 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 620 | 760 | 940 | 1130 | 1380 | 1560 | 1790 | 2010 | 2190 | 2550 | | |
| 125 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 740 | 890 | 1000 | 1220 | 1390 | 1560 | 1700 | 1960 | | |
| 150 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 760 | 920 | 1050 | 1190 | 1340 | 1460 | 1690 | | |
| 175 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 810 | 930 | 1080 | 1190 | 1300 | 1510 | | |
| 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 810 | 920 | 1030 | 1130 | 1310 | | |
| 575 V 60 Hz Trifási- co 3 - Hilos | 1/2 | 0.37 | 5900 | 9410 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3/4 | 0.55 | 4270 | 6810 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 0.75 | 3630 | 5800 | 9120 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5 | 1.1 | 2620 | 4180 | 6580 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 1.5 | 2030 | 3250 | 5110 | 8060 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 2.2 | 1580 | 2530 | 3980 | 6270 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 3.7 | 920 | 1480 | 2330 | 3680 | 5750 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7.5 | 5.5 | 660 | 1060 | 1680 | 2650 | 4150 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 7.5 | 490 | 780 | 1240 | 1950 | 3060 | 4770 | 5940 | | | | | | | | | | | | |
| | 15 | 11 | 330 | 530 | 850 | 1340 | 2090 | 3260 | 4060 | | | | | | | | | | | | |
| | 20 | 15 | 0 | 410 | 650 | 1030 | 1610 | 2520 | 3140 | 3860 | 4760 | 5830 | | | | | | | | | |
| | 25 | 18.5 | 0 | 0 | 520 | 830 | 1300 | 2030 | 2530 | 3110 | 3840 | 4710 | | | | | | | | | |
| | 30 | 22 | 0 | 0 | 430 | 680 | 1070 | 1670 | 2080 | 2560 | 3160 | 3880 | 4770 | 5780 | 7030 | 8000 | | | | | |
| | 40 | 30 | 0 | 0 | 0 | 500 | 790 | 1240 | 1540 | 1900 | 2330 | 2860 | 3510 | 4230 | 5140 | 5830 | | | | | |
| | 50 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 640 | 1000 | 1250 | 1540 | 1890 | 2310 | 2840 | 3420 | 4140 | 4700 | 5340 | 5990 | 6530 | 7580 | |
| | 60 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 850 | 1060 | 1300 | 1600 | 1960 | 2400 | 2890 | 3500 | 3970 | 4520 | 5070 | 5530 | 6410 | |
| | 75 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 890 | 860 | 1060 | 1310 | 1600 | 1970 | 2380 | 2890 | 3290 | 3750 | 5220 | 4610 | 5370 | |
| 100 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 790 | 970 | 1190 | 1460 | 1770 | 2150 | 2440 | 2790 | 3140 | 3430 | 3990 | | |
| 125 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 770 | 950 | 1160 | 1400 | 1690 | 1920 | 2180 | 2440 | 2650 | 3070 | | |
| 150 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 600 | 990 | 1190 | 1440 | 1830 | 1860 | 2060 | 2270 | 2640 | | |
| 175 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 870 | 1050 | 1270 | 1450 | 1650 | 1860 | 2030 | 2360 | | |
| 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 820 | 1110 | 1260 | 1440 | 1620 | 1760 | 2050 | | | |

Fuente: Manual de Motores Sumergibles – Franklin Electric



APLICACIÓN Motores Trifásicos

Tabla 18 Cable Trifásico para 60 °C (Continuación)

60 °C

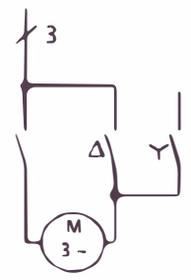
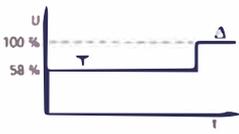
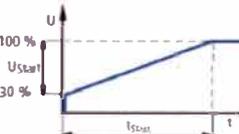
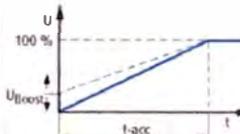
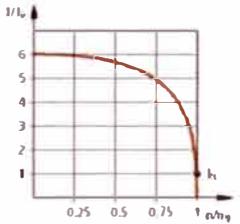
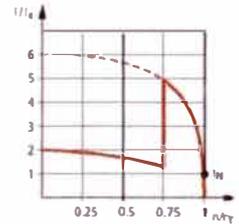
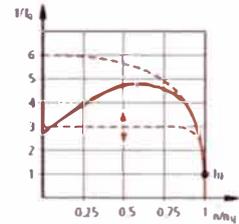
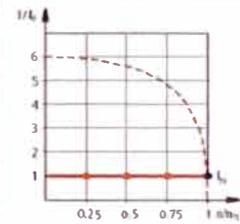
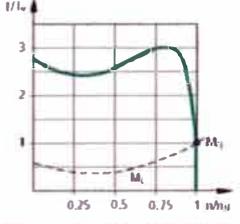
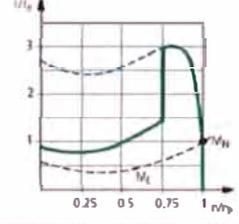
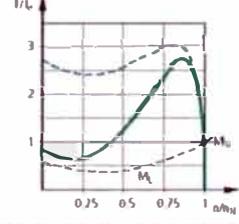
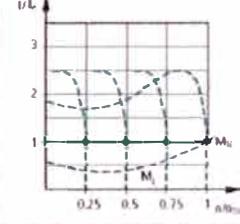
| CAPACIDAD DEL MOTOR | | | AISLAMIENTO A 60 °C - CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG | | | | | | | | | | | | | CALIBRE DEL CABLE DE COBRE MC/M | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
| VOLTS | HP | KW | 14 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 00 | 000 | 0000 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | |
| 200 V 60 Hz Trifási- co | 5 | 3.7 | 180 | 250 | 420 | 660 | 1030 | 1620 | 2020 | 2490 | 3060 | 3730 | 4570 | 5500 | 6660 | 7540 | | | | | |
| | 7 | 5.5 | 110 | 180 | 300 | 460 | 730 | 1150 | 1440 | 1770 | 2170 | 2650 | 3250 | 3900 | 4720 | 5340 | | | | | |
| | 10 | 7.5 | 80 | 130 | 210 | 340 | 550 | 850 | 1080 | 1320 | 1630 | 1990 | 2460 | 2950 | 3580 | 4080 | 4650 | 5220 | 5700 | 6630 | |
| | 15 | 11 | 0 | 0 | 140 | 240 | 370 | 580 | 730 | 900 | 1110 | 1360 | 1660 | 2010 | 2440 | 2770 | 3150 | 3520 | 3850 | 4470 | |
| | 20 | 15 | 0 | 0 | 0 | 170 | 280 | 450 | 570 | 690 | 850 | 1050 | 1290 | 1570 | 1900 | 2160 | 2470 | 2770 | 3030 | 3540 | |
| | 25 | 18.5 | 0 | 0 | 0 | 140 | 220 | 360 | 450 | 550 | 690 | 850 | 1050 | 1260 | 1540 | 1750 | 1990 | 2250 | 2460 | 2850 | |
| 6 - Hilos Y-D | 30 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 180 | 294 | 370 | 460 | 570 | 700 | 870 | 1050 | 1270 | 1450 | 1660 | 1870 | 2040 | 2380 | |
| | 5 | 3.7 | 210 | 340 | 550 | 880 | 1380 | 2140 | 2680 | 3280 | 4030 | 4930 | 6040 | 7270 | 8800 | 9970 | | | | | |
| | 7.5 | 5.5 | 150 | 240 | 390 | 630 | 970 | 1530 | 1900 | 2340 | 2880 | 3510 | 4300 | 5160 | 6240 | 7060 | 8010 | 8950 | 9750 | | |
| | 10 | 7.5 | 110 | 180 | 280 | 460 | 730 | 1140 | 1420 | 1750 | 2160 | 2640 | 3240 | 3910 | 4740 | 5380 | 6150 | 6900 | 7530 | 8760 | |
| | 15 | 11 | 0 | 0 | 190 | 310 | 490 | 780 | 970 | 1200 | 1470 | 1800 | 2200 | 2670 | 3220 | 3660 | 4170 | 4660 | 5100 | 5910 | |
| | 20 | 15 | 0 | 0 | 0 | 140 | 230 | 370 | 600 | 750 | 910 | 1140 | 1390 | 1710 | 2070 | 2620 | 2860 | 3270 | 3670 | 4020 | 4680 |
| 230 V 60 Hz Trifási- co | 25 | 18.5 | 0 | 0 | 0 | 190 | 300 | 480 | 600 | 750 | 910 | 1120 | 1380 | 1680 | 2040 | 2310 | 2640 | 2970 | 3240 | 3780 | |
| | 30 | 22 | 0 | 0 | 0 | 150 | 240 | 390 | 490 | 610 | 760 | 930 | 1140 | 1390 | 1690 | 1920 | 2200 | 2470 | 2700 | 3160 | |
| | 5 | 3.7 | 600 | 960 | 1510 | 2380 | 3730 | 5800 | 7170 | 8800 | | | | | | | | | | | |
| | 7.5 | 5.5 | 400 | 660 | 1030 | 1630 | 2560 | 3960 | 4890 | 6000 | 7390 | 9010 | | | | | | | | | |
| | 10 | 7.5 | 300 | 480 | 760 | 1200 | 1870 | 2890 | 3570 | 4360 | 5350 | 6490 | 7840 | 9390 | | | | | | | |
| | 15 | 11 | 210 | 340 | 550 | 880 | 1380 | 2140 | 2680 | 3280 | 4030 | 4930 | 6040 | 7270 | 8800 | 9970 | | | | | |
| 380 V 60 Hz Trifási- co | 20 | 15 | 160 | 260 | 410 | 660 | 1050 | 1630 | 2020 | 2500 | 3090 | 3790 | 4630 | 5640 | 6750 | 7660 | 4260 | 9760 | | | |
| | 25 | 18.5 | 0 | 210 | 330 | 540 | 850 | 1320 | 1650 | 2020 | 2500 | 3070 | 3760 | 4560 | 5460 | 6190 | 7080 | 7870 | 8610 | 9880 | |
| | 30 | 22 | 0 | 0 | 270 | 430 | 700 | 1090 | 1360 | 1680 | 2070 | 2550 | 3120 | 3780 | 4530 | 5140 | 5880 | 6540 | 7150 | 8230 | |
| | 40 | 30 | 0 | 0 | 0 | 320 | 510 | 790 | 990 | 1230 | 1510 | 1860 | 2280 | 2760 | 3300 | 3750 | 4270 | 4750 | 5200 | 5980 | |
| | 50 | 37 | 0 | 0 | 0 | 250 | 400 | 630 | 810 | 990 | 1230 | 1500 | 1830 | 2220 | 2650 | 3010 | 3430 | 3820 | 4170 | 4780 | |
| | 60 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 340 | 540 | 660 | 840 | 1030 | 1270 | 1540 | 1870 | 2250 | 2550 | 2910 | 3220 | 3520 | 4050 | |
| | 75 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 450 | 550 | 690 | 855 | 1050 | 1290 | 1570 | 1900 | 2160 | 2490 | 2770 | 3040 | 3520 | |
| | 100 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 420 | 520 | 640 | 780 | 940 | 1140 | 1360 | 1540 | 1770 | 1960 | 2140 | 2470 | |
| | 125 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 400 | 490 | 600 | 730 | 890 | 1110 | 1260 | 1420 | 1590 | 1740 | 1990 | | |
| | 150 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 420 | 510 | 620 | 750 | 930 | 1050 | 1180 | 1320 | 1440 | 1630 | | |
| | 175 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 360 | 440 | 540 | 660 | 780 | 970 | 1120 | 1260 | 1380 | 1600 | | |
| | 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 480 | 580 | 690 | 790 | 940 | 1050 | 1140 | 1320 | | |
| | 460 V 60 Hz Trifási- co | 5 | 3.7 | 880 | 1420 | 2250 | 3540 | 5550 | 8620 | | | | | | | | | | | | |
| | | 7.5 | 5.5 | 630 | 1020 | 1600 | 2530 | 3960 | 6150 | 7650 | 9390 | | | | | | | | | | |
| 10 | | 7.5 | 460 | 750 | 1180 | 1870 | 2940 | 4570 | 5700 | 7020 | 8620 | | | | | | | | | | |
| 15 | | 11 | 310 | 510 | 810 | 1270 | 2010 | 3130 | 3900 | 4800 | 5890 | 7210 | 8850 | | | | | | | | |
| 20 | | 15 | 230 | 380 | 610 | 970 | 1540 | 2410 | 3000 | 3700 | 4560 | 5590 | 6870 | 8290 | | | | | | | |
| 25 | | 18.5 | 190 | 310 | 490 | 790 | 1240 | 1950 | 2430 | 2980 | 3670 | 4510 | 5550 | 6700 | 8140 | | | | | | |
| 30 | | 22 | 0 | 250 | 410 | 640 | 1020 | 1600 | 1990 | 2460 | 3040 | 3730 | 4590 | 5550 | 6750 | 7690 | 8790 | | | | |
| 40 | | 30 | 0 | 0 | 300 | 480 | 750 | 1180 | 1470 | 1810 | 2230 | 2740 | 3370 | 4060 | 4930 | 5590 | 6370 | | | | |
| 50 | | 37 | 0 | 0 | 0 | 370 | 590 | 960 | 1200 | 1470 | 1810 | 2220 | 2710 | 3280 | 3970 | 4510 | 5130 | 5740 | 6270 | 7270 | |
| 60 | | 45 | 0 | 0 | 0 | 320 | 500 | 810 | 1000 | 1240 | 1530 | 1870 | 2310 | 2770 | 3360 | 3810 | 4330 | 4860 | 5310 | 6150 | |
| 75 | | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 420 | 660 | 810 | 1020 | 1260 | 1540 | 1890 | 2280 | 2770 | 3150 | 3600 | 4050 | 4420 | 5180 | |
| 100 | | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 500 | 610 | 760 | 930 | 1140 | 1410 | 1690 | 2070 | 2340 | 2680 | 3010 | 3280 | 3820 | |
| 125 | | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 470 | 590 | 730 | 880 | 1110 | 1330 | 1500 | 1830 | 2080 | 2340 | 2550 | 2940 | |
| 150 | | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 510 | 630 | 770 | 950 | 1140 | 1380 | 1570 | 1790 | 2000 | 2180 | 2530 | |
| 175 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 550 | 680 | 830 | 1000 | 1220 | 1390 | 1580 | 1780 | 1950 | 2270 | | |
| 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 590 | 730 | 880 | 1070 | 1210 | 1380 | 1550 | 1690 | 1970 | | |
| 575 V 60 Hz Trifási- co | 5 | 3.7 | 1380 | 2220 | 3490 | 5520 | 8620 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7.5 | 5.5 | 990 | 1590 | 2520 | 3970 | 6220 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 7.5 | 730 | 1170 | 1860 | 2920 | 4590 | 7150 | 8910 | | | | | | | | | | | | |
| | 15 | 11 | 490 | 790 | 1270 | 2010 | 3130 | 4890 | 6090 | | | | | | | | | | | | |
| | 20 | 15 | 370 | 610 | 970 | 1540 | 2410 | 3780 | 4710 | 5790 | 7140 | 8740 | | | | | | | | | |
| | 25 | 18.5 | 300 | 490 | 780 | 1240 | 1950 | 3040 | 3790 | 4660 | 5760 | 7060 | | | | | | | | | |
| | 30 | 22 | 240 | 400 | 645 | 1020 | 1600 | 2500 | 3120 | 3840 | 4740 | 5820 | 7150 | 8670 | | | | | | | |
| | 40 | 30 | 0 | 300 | 480 | 750 | 1180 | 1860 | 2310 | 2850 | 3490 | 4290 | 5260 | 6340 | 7710 | 8740 | | | | | |
| | 50 | 37 | 0 | 0 | 380 | 590 | 960 | 1500 | 1870 | 2310 | 2830 | 3460 | 4260 | 5130 | 6210 | 7050 | 8010 | 8980 | 9790 | | |
| | 60 | 45 | 0 | 0 | 0 | 500 | 790 | 1270 | 1590 | 1950 | 2400 | 2940 | 3600 | 4330 | 5250 | 5950 | 6780 | 7600 | 8290 | 9610 | |
| | 75 | 55 | 0 | 0 | 0 | 420 | 660 | 1030 | 1290 | 1590 | 1960 | 2400 | 2950 | 3570 | 4330 | 4930 | 5620 | 6330 | 6910 | 8050 | |
| | 100 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 400 | 780 | 960 | 1180 | 1450 | 1780 | 2190 | 2650 | 3220 | 3660 | 4180 | 4710 | 5140 | 5980 | |
| | 125 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 600 | 740 | 920 | 1150 | 1420 | 1740 | 2100 | 2530 | 2880 | 3270 | 3660 | 3970 | 4600 | |
| | 150 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 650 | 800 | 990 | 1210 | 1480 | 1780 | 2160 | 2450 | 2790 | 3120 | 3410 | 3950 | |
| 175 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 700 | 860 | 1060 | 1300 | 1570 | 1910 | 2170 | 2480 | 2780 | 3040 | 3540 | | |
| 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 760 | 930 | 1140 | 1370 | 1670 | 1890 | 2160 | 2420 | 2640 | 3070 | | |

Las longitudes en **NEGRITAS** cumplen con el amperaje del U.S. National Electrical Code sólo para cable de conductor individual, en aire libre o agua. Las longitudes que **NO** están en negritas cumplen con el amperaje del NEC para los conductores individuales o cable torcido. Ver página 11 para detalles adicionales.

Fuente: Manual de Motores Sumergibles – Franklin Electric.

ANEXO G

El uso y la aplicación determinan la selección del modo de arranque para un motor trifásico asíncrono. Comparamos los rasgos característicos de los modos de arranque aquí:

| | Arranque directo | Estrella-triángulo | Arrancador suave | Convertidor de frecuencia |
|---|---|---|--|---|
| Diagrama |  |  |  |  |
| Curva de tensión |  |  |  |  |
| Carga en la red en el arranque | Alto | Medio | De bajo a medio | Bajo |
| Curva de intensidad |  |  |  |  |
| Intensidad relativa en el arranque | 4...8x I _e (Dependiendo del motor) | 1,3...3x I _e (~ 1/3 comparado con un arranque directo) | 2...6x I _e (Reducido por el control de la tensión) | ≤ 1 (...2x) (ajustable) |
| Curva de par |  |  |  |  |
| Par relativo en el arranque | 1,5...3x M _N (dependiendo del motor) | 0,5...1x M _N (~ 1/3 comparado con un arranque directo) | 0,1...1x M _N (M ~ U ² , El par es proporcional al cuadrado de la tensión) | ~ 0,1...2x M _N (M ~ U/f, par ajustable) |
| Características | <ul style="list-style-type: none"> - Alta aceleración con alto consumo en el arranque - Alta carga mecánica | <ul style="list-style-type: none"> - Arranque con reducción de par y corriente - Pico de par y corriente en el cambio | <ul style="list-style-type: none"> - Características de arranque ajustables - Posibilidad de rampa de parada | <ul style="list-style-type: none"> - Alto par a baja corriente - Características de arranque ajustables |
| Áreas de aplicación | Unidades en suministros estables que permiten altas corrientes de arranque (pares) | Unidades que solo están sujetas a la carga después de la aceleración. | Unidades que requieren una progresión suave del par o una reducción de corriente | Unidades que requieren un arranque controlado y un ajuste de velocidad sin escalones |

Fuente: Informe Arranque de Motores trifásicos asíncronos – Eaton

ANEXO H

Definición y Tabla del Grado de Protección (IP), acorde a DIN EN IEC 60529

Definición del grado/índice de protección acorde a DIN EN IEC60529

Los niveles de protección están indicados por un código compuesto por dos letras constantes "IP" y dos números que indican el grado de protección. Por ejemplo: IP54

Ejemplo:

Ejemplo: Código IP65

└── Primer Índice: — Protección contra el ingreso de cuerpos sólidos.

└── Segundo Índice: — Protección contra líquidos.

| Grado de protección contra la introducción de cuerpos sólidos | | | Grado de protección al agua | | |
|---|---|--|-----------------------------|--|--|
| Primer Índice | Descripción | Alcance de la protección | Segundo Índice | Descripción | Alcance de la Protección |
| 0 | Sin protección | Sin especial protección para personas contra un contacto directo de piezas móviles internas y las externas con vida. Sin protección a los equipamientos contra el ingreso de objetos sólidos externos. | 0 | Sin protección | Sin ninguna protección especial |
| 1 | Protección contra los cuerpos sólidos grandes | Protección contra el contacto accidental de grandes áreas con vida y partes interiores con movimiento, por ejemplo: la parte posterior de la mano. Pero sin protección contra el acceso deliberado del mismo. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor que 50 mm. | 1 | Protección contra el goteo de agua vertical (condensación) | La caída vertical de gotas de agua no debe causar daños |
| | | | 2 | Protección contra el goteo de agua inclinada verticalmente | La caída de gotas de agua con hasta un ángulo de 15° de la vertical desde cualquier dirección, no debe causar daño. |
| 2 | Protección contra los cuerpos sólidos medianos | Protección contra el contacto entre los dedos y las partes interiores móviles. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 12,5mm. | 3 | Protección contra agua en spray | La caída de gotas de agua con hasta un ángulo de 60° de la vertical desde cualquier dirección, no debe causar daño. (lluvia) |
| | | | 4 | Protección contra las salpicaduras de agua | Las salpicaduras de agua desde cualquier dirección, no deben de causar daños al interior. |
| 3 | Protección contra los cuerpos sólidos pequeños | Protección contra el contacto entre las piezas móviles internas y herramientas, cables, hilos... con un espesor mayor a 2,5mm. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 2,5mm. | 5 | Protección contra chorros de agua de cualquier dirección con manguera | Los chorros de agua producidos con manguera y desde cualquier dirección, no deben de causar daño al interior. |
| | | | 6 | Protección contra inundaciones | La cantidad de agua que se introduzca, en casos de inundación esporádica o temporal, no debe dañar el interior, por ejemplo, los golpes de mar. |
| 4 | Protección contra los cuerpos sólidos muy pequeños (granulados) | Protección contra el contacto entre las piezas móviles interiores y herramientas, cables, hilos... con un espesor mayor a 1mm. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 1mm. | 7 | Protección contra la inmersión temporal | La cantidad de agua que se introduzca, en caso de sumergir el equipamiento en específicas condiciones de presión entre 1 y 30 minutos, no debe dañar las piezas internas del mismo. |
| | | | 8 | Protección durante inmersión continua | El agua que se pueda introducir, al sumergimos el equipamiento al menos con 2 horas y con una presión de 2 bares (para los racores HelaGuard IP68 No Metálicos) y de 5 horas y con una presión de 5 bares (para los racores HelaGuard IP68 Metálicos), no deben producir daño en el interior |
| 5 | Protección contra los residuos de polvo | Protección contra el contacto entre las piezas móviles interiores y el ingreso de polvo. El ingreso no se previene completamente, pero el polvo no puede penetrar en tales cantidades que puedan afectar al funcionamiento correcto del mismo. | 9k | Protección contra la introducción de agua usando pistolas de limpieza de alta presión | El agua que se introduzca en el interior, producida al utilizar pistolas de limpieza con agua de alta presión, no deben causar daño interior. |
| 6 | Protección total contra la penetración de cualquier cuerpo sólido (estanqueidad) | Protección total contra el contacto de las piezas móviles interiores. Protección contra cualquier ingreso de polvo. | | | |

ANEXO I

Tablas de conversión de medidas

| Capacidad | Litro | Pint U.S. | Pint U.K. | Gallon U.S. | Gallon U.K. | Bushel U.S. | Bushel U.K. | Barrel U.S. | Barrel U.K. |
|---------------|--------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Litro | 1 | 2,113 | 1,760 | 0,2642 | 0,2199 | 0,02837 | 0,0275 | 0,00838 | 0,00611 |
| Pint (U.S.) | 0,4731 | 1 | 0,8326 | 0,1250 | 0,104 | 0,0134 | 0,0130 | 0,00396 | 0,00289 |
| Pint (U.K.) | 0,5682 | 1,201 | 1 | 0,1500 | 0,125 | 0,0161 | 0,0156 | 0,00476 | 0,00347 |
| Gallon (U.S.) | 3,785 | 8 | 6,661 | 1 | 0,832 | 0,1074 | 0,1041 | 0,03174 | 0,0231 |
| Gallon (U.K.) | 4,546 | 9,608 | 8 | 1,201 | 1 | 0,1290 | 0,125 | 0,03813 | 0,0277 |
| Bushel (U.S.) | 35,24 | 74,483 | 62,014 | 9,310 | 7,751 | 1 | 0,9694 | 0,2955 | 0,215 |
| Bushel (U.K.) | 36,25 | 76,829 | 63,968 | 9,603 | 7,996 | 1,0314 | 1 | 0,3048 | 0,2221 |
| Barrel (U.S.) | 119,22 | 251,984 | 209,802 | 31,498 | 26,225 | 3,383 | 3,280 | 1 | 0,7286 |
| Barrel (U.K.) | 163,25 | 345,89 | 287,461 | 43,236 | 36,00 | 4,643 | 4,502 | 1,3726 | 1 |

| Potencias | Watio | KW | CV | BHP | BTU |
|-----------|-------|--------|---------|---------|--------|
| Watio | 1 | 0,001 | 0,00136 | 0,00134 | 0,0568 |
| KW. | 1,000 | 1 | 1,36 | 1,341 | 56,8 |
| C.V. | 736 | 0,736 | 1 | 0,986 | 41,8 |
| BHP | 746 | 0,746 | 1,014 | 1 | 42,4 |
| BTU | 17,6 | 0,0176 | 0,0239 | 0,0236 | 1 |

| Caudales | Litros seg. | Litros min. | M ³ hora | l GPM | US GPM |
|----------------------|-------------|-------------|---------------------|--------|--------|
| Litros/seg. | 1 | 60 | 3,6 | 13,198 | 15,852 |
| Litros/min. | 0,0166 | 1 | 0,06 | 0,2199 | 0,264 |
| M ³ /hora | 0,2776 | 16,66 | 1 | 3,670 | 4,40 |
| l GPM | 0,07576 | 4,546 | 0,2724 | 1 | 1,20 |
| US GPM | 0,0630 | 3,785 | 0,228 | 0,8326 | 1 |

| Presiones | N/m ² | BAR | Kp/cm ² | Atmosfera física | m.c.a. | P.S.I. | FEET Agua | INCH-Hg |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-----------|---------|
| N/m ² (Pascal) | 1 | 10 ⁵ | 1,02 · 10 ⁴ | 0,987 · 10 ⁵ | 1,02 · 10 ⁴ | 1,145 · 10 ⁴ | 0,321 | 0,282 |
| BAR | 10 ⁵ | 1 | 1,02 | 0,987 | 10,2 | 14,49 | 33,45 | 29,47 |
| Kp/cm ² | 9,81 · 10 ⁴ | 0,981 | 1 | 0,968 | 10 | 14,21 | 32,8 | 28,92 |
| Atmosfera | 1,02 · 10 ⁵ | 1,013 | 1,033 | 1 | 10,33 | 14,70 | 33,93 | 29,92 |
| m.c.a. | 9,81 · 10 ³ | 9,81 · 10 ² | 0,1 | 9,68 · 10 ² | 1 | 1,421 | 3,28 | 2,89 |
| P.S.I. | 6,895 | 6,895 · 10 ² | 7,031 · 10 ² | 6,805 · 10 ² | 0,703 | 1 | 2,31 | 2,04 |
| FEET-Agua | 2,99 · 10 ³ | 2,99 · 10 ² | 3,05 · 10 ² | 2,947 · 10 ² | 0,305 | 0,433 | 1 | 0,882 |
| INCH-Hg | 3,381 · 10 ³ | 3,381 · 10 ² | 3,453 · 10 ² | 3,342 · 1 ² | 0,345 | 0,491 | 1,134 | 1 |

| Longitud | m.m. | cm. | dm | m | km | Inch | Foot | Yard | St mile | Nau mile |
|---------------|-----------|---------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Milímetro | 1 | 0,1 | 0,01 | 0,001 | - | 0,03937 | 0,003281 | 0,001093 | - | - |
| Centímetro | 10 | 1 | 0,1 | 0,01 | 0,00001 | 0,3937 | 0,03281 | 0,01093 | - | - |
| Decímetro | 100 | 10 | 1 | 0,1 | 0,0001 | 3,937 | 0,3281 | 0,1093 | - | - |
| Metro | 1.000 | 100 | 10 | 1 | 0,001 | 39,37 | 3,2810 | 1,093 | - | - |
| Kilómetro | 1.000.000 | 100.000 | 10.000 | 1.000 | 1 | 39.370 | 3.281 | 1.093 | 0,621 | - |
| Inch | 25,4 | 2,54 | 0,254 | 0,0254 | 0,000025 | 1 | 0,0833 | 0,0277 | - | - |
| Foot | 304,8 | 30,48 | 3,048 | 0,3048 | 0,000304 | 12 | 1 | 0,333 | - | - |
| Yard | 914,4 | 91,44 | 9,144 | 0,9144 | 0,000914 | 36 | 3 | 1 | 0,000567 | 0,000493 |
| Statule mile | 1.609.300 | 160.930 | 16.093 | 1.609,3 | 1,6093 | 63.300 | 5.280 | 1.760 | 1 | - |
| Nautical mile | 1.853.180 | 185.318 | 18.531,8 | 1.853,18 | 1,8531 | 72.960 | 6.080 | 2.027 | 1,1520 | 1 |

| Superficie | cm ² | m ² | Km ² | Sq inch | Sq foot | Sq yard |
|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|---------|---------|---------|
| cm ² | 1 | 0,0001 | - | 0,1550 | - | - |
| m ² | 10,000 | 1 | - | 1,1550 | 10,7643 | 1,1960 |
| Km ² | - | 1.000.000 | 1 | - | - | - |
| Square inch | 6,4520 | 0,000645 | - | 1 | - | - |
| Square foot | 929 | 0,0929 | - | 144 | 1 | 0,111 |
| Square yard | 8.361 | 0,8361 | - | 1.296 | 9 | 1 |

| Volumen | mm ³ | cm ³ | m ³ | Cubic inch | Cubic foot | Cubic yard |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|------------|
| mm ³ | 1 | 0,001 | - | 0,000061 | - | - |
| cm ³ | 1.000 | 1 | - | 0,06102 | - | - |
| m ³ | - | 1.000.000 | 1 | 61.024 | 35,3150 | 1,3080 |
| Cubic inch | 16.390 | 16,390 | - | 1 | 0,00058 | 0,000021 |
| Cubic foot | - | 28.338 | 0,0238 | 1.728 | 1 | 0,0370 |
| Cubic yard | - | 764.552 | 0,7645 | 76.656 | - | 1 |

ANEXO J

Consumo (P)

Las bombas constan de varios componentes. Consulte la figura 2.2.16. El consumo de los distintos componentes se designa de la siguiente manera:

- P_1 Es la potencia absorbida de la red eléctrica o, dicho de otro modo, la cantidad de energía que debe pagar el consumidor
- P_2 Es la potencia de entrada a la bomba o la potencia de salida del motor. A menudo se denomina potencia en el eje
- P_H Potencia hidráulica – es la potencia que la bomba transfiere al líquido en forma de caudal y altura

Para los tipos de bomba más comunes, el término consumo de potencia normalmente se refiere a P_2 . La potencia se mide en W, kW.

Efficiency (η)

El rendimiento en relación con las bombas normalmente sólo cubre el rendimiento de la sección hP de la bomba. El rendimiento de una bomba viene determinado por varios factores, por ejemplo la forma de la carcasa de la bomba, el diseño del impulsor y el difusor, y la rugosidad de la superficie. Para una bomba típica que consta de la bomba en sí y el motor eléctrico, el rendimiento total hT también incluye el rendimiento del motor:

$$\eta_p = \frac{P_H}{P_2} \quad \eta_M = \frac{P_2}{P_1} \quad \eta_T = \eta_p \cdot \eta_M$$

Si también se incluye un convertidor de frecuencia, el rendimiento del conjunto también debe tener en cuenta el rendimiento del convertidor de frecuencia:

$$\eta_T = \eta_p \cdot \eta_M \cdot \eta_{FC}$$

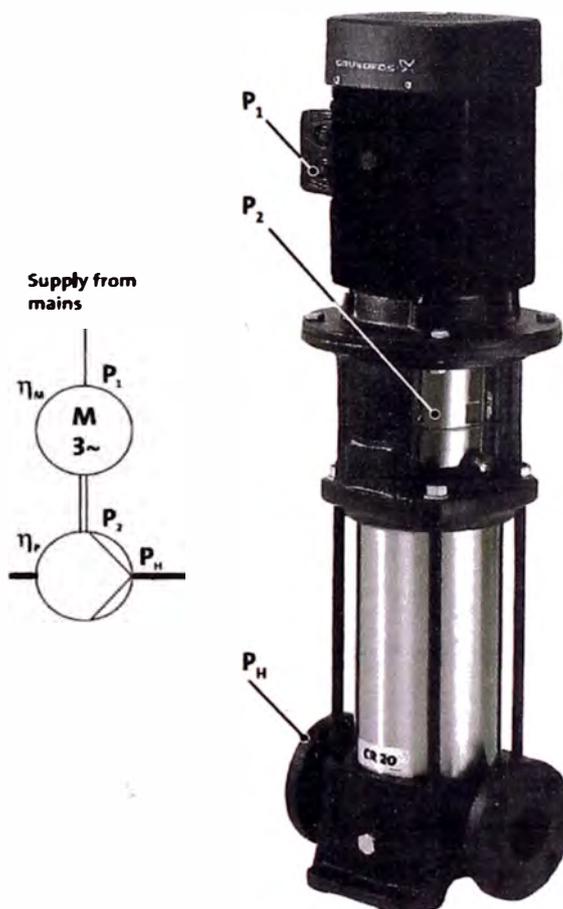


Fig. 2.2.16: Bomba con indicación de distintos niveles de consumo
Consulte el texto en PDF

Fuente: Manual de Bombeo-Grundfos

ANEXO J

Presión de vapor y densidad del agua a distintas temperaturas

Esta tabla muestra la presión de vapor p [bares] y la densidad ρ [kg/m³] del agua a distintas temperaturas t [°C]. Asimismo, la tabla muestra la temperatura absoluta T [K] correspondiente.

| Vapour pressure p and density ρ of water at different temperatures | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-----------|-----------------------------|----------|---------|-----------|-----------------------------|----------|---------|-----------|-----------------------------|
| t [°C] | T [K] | P [bar] | ρ [kg/m ³] | t [°C] | T [K] | P [bar] | ρ [kg/m ³] | t [°C] | T [K] | P [bar] | ρ [kg/m ³] |
| 0 | 273.15 | 0.00611 | 999.8 | | | | | 138 | 411.15 | 3.414 | 927.6 |
| 1 | 274.15 | 0.00657 | 999.9 | 61 | 334.15 | 0.2086 | 982.6 | 140 | 413.15 | 3.614 | 925.8 |
| 2 | 275.15 | 0.00706 | 999.9 | 62 | 335.15 | 0.2184 | 982.1 | 145 | 418.15 | 4.155 | 921.4 |
| 3 | 276.15 | 0.00758 | 999.9 | 63 | 336.15 | 0.2286 | 981.6 | 150 | 423.15 | 4.760 | 916.8 |
| 4 | 277.15 | 0.00813 | 1000.0 | 64 | 337.15 | 0.2391 | 981.1 | | | | |
| 5 | 278.15 | 0.00872 | 1000.0 | 65 | 338.15 | 0.2501 | 980.5 | 155 | 428.15 | 5.433 | 912.1 |
| 6 | 279.15 | 0.00935 | 1000.0 | 66 | 339.15 | 0.2615 | 979.9 | 160 | 433.15 | 6.181 | 907.3 |
| 7 | 280.15 | 0.01001 | 999.9 | 67 | 340.15 | 0.2733 | 979.3 | 165 | 438.15 | 7.008 | 902.4 |
| 8 | 281.15 | 0.01072 | 999.9 | 68 | 341.15 | 0.2856 | 978.8 | 170 | 443.15 | 7.920 | 897.3 |
| 9 | 282.15 | 0.01147 | 999.8 | 69 | 342.15 | 0.2984 | 978.2 | 175 | 448.15 | 8.924 | 892.1 |
| 10 | 283.15 | 0.01227 | 999.7 | 70 | 343.15 | 0.3116 | 977.7 | | | | |
| | | | | | | | | 180 | 453.15 | 10.027 | 886.9 |
| 11 | 284.15 | 0.01312 | 999.7 | 71 | 344.15 | 0.3253 | 977.0 | 185 | 458.15 | 11.233 | 881.5 |
| 12 | 285.15 | 0.01401 | 999.6 | 72 | 345.15 | 0.3396 | 976.5 | 190 | 463.15 | 12.551 | 876.0 |
| 13 | 286.15 | 0.01497 | 999.4 | 73 | 346.15 | 0.3543 | 976.0 | 195 | 468.15 | 13.987 | 870.4 |
| 14 | 287.15 | 0.01597 | 999.3 | 74 | 347.15 | 0.3696 | 975.3 | 200 | 473.15 | 15.50 | 864.7 |
| 15 | 288.15 | 0.01704 | 999.2 | 75 | 348.15 | 0.3855 | 974.8 | | | | |
| 16 | 289.15 | 0.01817 | 999.0 | 76 | 349.15 | 0.4019 | 974.1 | 205 | 478.15 | 17.243 | 858.8 |
| 17 | 290.15 | 0.01936 | 998.8 | 77 | 350.15 | 0.4189 | 973.5 | 210 | 483.15 | 19.077 | 852.8 |
| 18 | 291.15 | 0.02062 | 998.7 | 78 | 351.15 | 0.4365 | 972.9 | 215 | 488.15 | 21.060 | 846.7 |
| 19 | 292.15 | 0.02196 | 998.5 | 79 | 352.15 | 0.4547 | 972.3 | 220 | 493.15 | 23.198 | 840.3 |
| 20 | 293.15 | 0.02337 | 998.3 | 80 | 353.15 | 0.4736 | 971.6 | 225 | 498.15 | 25.501 | 833.9 |
| | | | | | | | | | | | |
| 21 | 294.15 | 0.02485 | 998.1 | 81 | 354.15 | 0.4931 | 971.0 | 230 | 503.15 | 27.976 | 827.3 |
| 22 | 295.15 | 0.02642 | 997.8 | 82 | 355.15 | 0.5133 | 970.4 | 235 | 508.15 | 30.632 | 820.5 |
| 23 | 296.15 | 0.02808 | 997.6 | 83 | 356.15 | 0.5342 | 969.7 | 240 | 513.15 | 33.478 | 813.6 |
| 24 | 297.15 | 0.02982 | 997.4 | 84 | 357.15 | 0.5557 | 969.1 | 245 | 518.15 | 36.523 | 806.5 |
| 25 | 298.15 | 0.03166 | 997.1 | 85 | 358.15 | 0.5780 | 968.4 | 250 | 523.15 | 39.776 | 799.2 |
| 26 | 299.15 | 0.03360 | 996.8 | 86 | 359.15 | 0.6011 | 967.8 | 255 | 528.15 | 43.246 | 791.6 |
| 27 | 300.15 | 0.03564 | 996.6 | 87 | 360.15 | 0.6249 | 967.1 | | | | |
| 28 | 301.15 | 0.03778 | 996.3 | 88 | 361.15 | 0.6495 | 966.5 | 260 | 533.15 | 46.943 | 783.9 |
| 29 | 302.15 | 0.04004 | 996.0 | 89 | 362.15 | 0.6749 | 965.8 | 265 | 538.15 | 50.877 | 775.9 |
| 30 | 303.15 | 0.04241 | 995.7 | 90 | 363.15 | 0.7011 | 965.2 | 270 | 543.15 | 55.058 | 767.8 |
| | | | | | | | | 275 | 548.15 | 59.496 | 759.3 |
| 31 | 304.15 | 0.04491 | 995.4 | 91 | 364.15 | 0.7281 | 964.4 | 280 | 553.15 | 64.202 | 750.5 |
| 32 | 305.15 | 0.04753 | 995.1 | 92 | 365.15 | 0.7561 | 963.8 | | | | |
| 33 | 306.15 | 0.05029 | 994.7 | 93 | 366.15 | 0.7849 | 963.0 | 285 | 558.15 | 69.186 | 741.5 |
| 34 | 307.15 | 0.05318 | 994.4 | 94 | 367.15 | 0.8146 | 962.4 | 290 | 563.15 | 74.461 | 732.1 |
| 35 | 308.15 | 0.05622 | 994.0 | 95 | 368.15 | 0.8453 | 961.6 | 295 | 568.15 | 80.037 | 722.3 |
| 36 | 309.15 | 0.05940 | 993.7 | 96 | 369.15 | 0.8769 | 961.0 | 300 | 573.15 | 85.927 | 712.2 |
| 37 | 310.15 | 0.06274 | 993.3 | 97 | 370.15 | 0.9094 | 960.2 | 305 | 578.15 | 92.144 | 701.7 |
| 38 | 311.15 | 0.06624 | 993.0 | 98 | 371.15 | 0.9430 | 959.6 | 310 | 583.15 | 98.700 | 690.6 |
| 39 | 312.15 | 0.06991 | 992.7 | 99 | 372.15 | 0.9776 | 958.6 | | | | |
| 40 | 313.15 | 0.07375 | 992.3 | 100 | 373.15 | 1.0133 | 958.1 | 315 | 588.15 | 105.61 | 679.1 |
| | | | | | | | | 320 | 593.15 | 112.89 | 666.9 |
| 41 | 314.15 | 0.07777 | 991.9 | 102 | 375.15 | 1.0878 | 956.7 | 325 | 598.15 | 120.56 | 654.1 |
| 42 | 315.15 | 0.08198 | 991.5 | 104 | 377.15 | 1.1668 | 955.2 | 330 | 603.15 | 128.63 | 640.4 |
| 43 | 316.15 | 0.08639 | 991.1 | 106 | 379.15 | 1.2504 | 953.7 | 340 | 613.15 | 146.05 | 610.2 |
| 44 | 317.15 | 0.09100 | 990.7 | 108 | 381.15 | 1.3390 | 952.2 | | | | |
| 45 | 318.15 | 0.09582 | 990.2 | 110 | 383.15 | 1.4327 | 950.7 | 350 | 623.15 | 165.35 | 574.3 |
| 46 | 319.15 | 0.10086 | 989.8 | | | | | 360 | 633.15 | 186.75 | 527.5 |
| 47 | 320.15 | 0.10612 | 989.4 | 112 | 385.15 | 1.5316 | 949.1 | | | | |
| 48 | 321.15 | 0.11162 | 988.9 | 114 | 387.15 | 1.6362 | 947.6 | 370 | 643.15 | 210.54 | 451.8 |
| 49 | 322.15 | 0.11736 | 988.4 | 116 | 389.15 | 1.7465 | 946.0 | 374.15 | 647.30 | 221.2 | 315.4 |
| 50 | 323.15 | 0.12335 | 988.0 | 118 | 391.15 | 1.8628 | 944.5 | | | | |
| | | | | 120 | 393.15 | 1.9854 | 942.9 | | | | |
| 51 | 324.15 | 0.12961 | 987.6 | | | | | | | | |
| 52 | 325.15 | 0.13613 | 987.1 | 122 | 395.15 | 2.1145 | 941.2 | | | | |
| 53 | 326.15 | 0.14293 | 986.6 | 124 | 397.15 | 2.2504 | 939.6 | | | | |
| 54 | 327.15 | 0.15002 | 986.2 | 126 | 399.15 | 2.3933 | 937.9 | | | | |
| 55 | 328.15 | 0.15741 | 985.7 | 128 | 401.15 | 2.5435 | 936.2 | | | | |
| 56 | 329.15 | 0.16511 | 985.2 | 130 | 403.15 | 2.7013 | 934.6 | | | | |
| 57 | 330.15 | 0.17313 | 984.6 | | | | | | | | |
| 58 | 331.15 | 0.18147 | 984.2 | 132 | 405.15 | 2.8670 | 932.8 | | | | |
| 59 | 332.15 | 0.19016 | 983.7 | 134 | 407.15 | 3.041 | 931.1 | | | | |
| 60 | 333.15 | 0.19920 | 983.2 | 136 | 409.15 | 3.223 | 929.4 | | | | |

Fuente: Manual de Bombeo-Grundfos

ANEXO L

Presión atmosférica, lectura barómetro y punto de ebullición del agua a distintas alturas

| Altitud | | Lectura Barómetro | | Presión atmosférica | | | | | Punto ebullición del agua (grados) | |
|---------|----------|-------------------|----------|----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------------|-------|
| Mts. | Pies | Mm. Hg. | Pug. Hg. | Mts. col. H ₂ O | Kg/cm ² Atms. metr. | Atmósf. | Libras/ /pulg. ² | Pies H ₂ O | Co | F |
| -300 | -984,2 | 787,6 | 31,0 | 10,70 | 1,07 | 1,03 | 15,2 | 35,1 | 101,0 | 213,8 |
| -150 | -492,1 | 774,8 | 30,5 | 10,53 | 1,5 | 1,02 | 15,0 | 34,5 | 100,5 | 212,9 |
| 0 | 0,0 | 760,0 | 29,9 | 10,33 | 1,03 | 1,00 | 14,7 | 33,9 | 100,0 | 212,0 |
| +150 | +492,1 | 747,2 | 29,4 | 10,15 | 1,01 | 0,98 | 14,4 | 33,3 | 99,5 | 211,1 |
| +300 | 984,2 | 734,4 | 28,9 | 9,98 | 0,99 | 0,96 | 14,2 | 32,7 | 99,0 | 210,2 |
| 450 | 1.476,3 | 719,6 | 28,3 | 9,78 | 0,97 | 0,94 | 13,9 | 32,1 | 98,5 | 209,3 |
| 600 | 1.968,5 | 706,8 | 27,8 | 9,60 | 0,96 | 0,93 | 13,6 | 31,5 | 98,0 | 208,4 |
| 750 | 2.460,6 | 695,0 | 27,3 | 9,44 | 0,94 | 0,91 | 13,4 | 31,0 | 97,5 | 207,5 |
| 900 | 2.952,7 | 682,2 | 26,8 | 9,27 | 0,92 | 0,89 | 13,2 | 30,4 | 97,0 | 206,6 |
| 1.050 | 3.444,8 | 669,4 | 26,3 | 9,10 | 0,91 | 0,88 | 12,9 | 29,8 | 96,5 | 205,7 |
| 1.200 | 3.937,0 | 656,6 | 25,8 | 8,92 | 0,89 | 0,86 | 12,7 | 29,2 | 96,0 | 204,8 |
| 1.350 | 4.429,1 | 635,0 | 25,4 | 8,79 | 0,87 | 0,85 | 12,5 | 28,8 | 95,5 | 203,9 |
| 1.500 | 4.921,2 | 646,8 | 25,0 | 8,63 | 0,86 | 0,83 | 12,2 | 28,3 | 95,0 | 203,0 |
| 1.650 | 5.413,3 | 622,2 | 24,5 | 8,45 | 0,84 | 0,81 | 12,0 | 27,7 | 94,5 | 202,1 |
| 1.800 | 5.905,5 | 612,4 | 24,1 | 8,32 | 0,83 | 0,80 | 11,8 | 27,3 | 94,0 | 201,2 |
| 1.950 | 6.397,6 | 599,6 | 23,6 | 8,15 | 0,81 | 0,78 | 11,6 | 26,7 | 93,5 | 200,3 |
| 2.100 | 6.889,7 | 589,8 | 23,2 | 8,01 | 0,80 | 0,77 | 11,4 | 26,2 | 93,0 | 199,4 |
| 2.250 | 7.381,9 | 580,0 | 22,8 | 7,88 | 0,78 | 0,76 | 11,2 | 25,8 | 92,5 | 198,5 |
| 2.400 | 7.874,0 | 567,0 | 22,3 | 7,70 | 0,77 | 0,74 | 11,0 | 25,2 | 92,0 | 197,6 |
| 2.550 | 8.366,1 | 557,2 | 21,9 | 7,57 | 0,75 | 0,73 | 10,7 | 24,8 | 91,5 | 196,7 |
| 2.700 | 8.858,2 | 547,4 | 21,5 | 7,44 | 0,74 | 0,72 | 10,5 | 24,4 | 91,0 | 195,8 |
| 2.850 | 9.350,4 | 536,6 | 21,0 | 7,29 | 0,72 | 0,70 | 10,3 | 23,9 | 90,5 | 194,9 |
| 3.000 | 9.842,5 | 434,2 | 20,7 | 7,16 | 0,71 | 0,69 | 10,1 | 23,5 | 90,0 | 194,0 |
| 4.500 | 14.763,7 | 526,8 | 17,1 | 5,90 | 0,59 | 0,57 | 8,4 | 19,3 | 84,7 | 184,4 |

Fuente: Manual de Bombeo-Grundfos

ANEXO M

Monitoriza

Acimut



MANUAL DE USUARIO

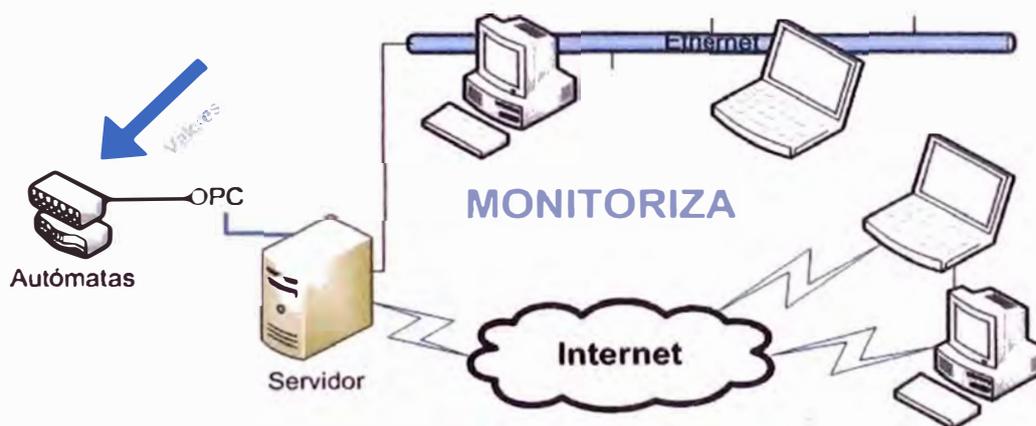
v. 3.2

<http://monitoriza.acimut.com>

2012

Fuente: <http://monitoriza.acimut.com>.

MONITORIZA Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)



© ACIMUT Integración de Sistemas S.L. 2012
Todos los derechos reservados.



MONITORIZA

INDICE

| | |
|-----------------------------------|----|
| INDICE | 3 |
| MONITORIZA | 5 |
| ¿QUÉ ES MONITORIZA? | 5 |
| INSTALACIÓN | 7 |
| EDITOR | 10 |
| CREAR UN PROYECTO | 16 |
| COMO EMPEZAR | 16 |
| GUARDAR O ABRIR UN PROYECTO | 19 |
| CREAR VARIABLES | 19 |
| <i>Evento Variables</i> | 25 |
| ALARMAS | 27 |
| <i>Crear Alarmas</i> | 27 |
| <i>Visor de Alarmas</i> | 29 |
| <i>Eventos de Alarmas</i> | 31 |
| CREAR FORMULARIOS..... | 34 |
| CONTROLES DE MONITORIZA | 38 |
| SOLAPA SCADA..... | 39 |
| <i>Botón</i> | 39 |
| <i>BotonEstado</i> | 40 |
| <i>Etiqueta</i> | 41 |
| <i>GrupoOpciones</i> | 43 |
| <i>ImageList</i> | 44 |
| <i>IndicadorAnalogico</i> | 45 |
| <i>IndicadorLCD</i> | 46 |
| <i>IndicadorLeds</i> | 47 |
| <i>IndicadorNumerico</i> | 48 |
| <i>Level</i> | 49 |
| <i>LinkLabel</i> | 50 |
| <i>PanellImagenes</i> | 50 |
| <i>ProgressBar</i> | 53 |
| <i>Recipe</i> | 53 |
| <i>TecladoNumerico</i> | 54 |
| <i>Temporizador</i> | 55 |
| <i>Tendencia</i> | 56 |
| <i>Texto</i> | 58 |
| <i>TextoConMascara</i> | 59 |
| <i>ToolTip</i> | 60 |
| <i>TrackBar</i> | 60 |
| SOLAPA DISEÑO | 61 |
| <i>Elipse</i> | 61 |
| <i>Imagen</i> | 62 |
| <i>Linea</i> | 63 |
| <i>Rectangulo</i> | 64 |
| <i>Rotulo</i> | 65 |
| SOLAPA WINDOWS | 67 |
| <i>CheckBox</i> | 67 |



MONITORIZA

| | |
|---|------------|
| <i>CheckedListBox</i> | 67 |
| <i>ComboBox</i> | 68 |
| <i>DateTimerPicker</i> | 68 |
| <i>GroupBox</i> | 68 |
| <i>HScrollBar</i> | 68 |
| <i>ListBox</i> | 68 |
| <i>MonthCalendar</i> | 69 |
| <i>NumericUpDown</i> | 69 |
| <i>Panel</i> | 69 |
| <i>PictureBox</i> | 69 |
| <i>RadioButton</i> | 69 |
| <i>TabControl</i> | 69 |
| <i>RichTextBox</i> | 70 |
| <i>VScrollBar</i> | 70 |
| <i>WebBrowser</i> | 70 |
| PROBAR EL PROYECTO | 70 |
| LIBRERÍA DE IMÁGENES | 73 |
| USUARIOS Y PERMISOS | 76 |
| RECETAS E INTERFASE BATCH | 79 |
| GUARDAR EN BASE DE DATOS | 82 |
| MOSTRAR HISTÓRICO DE DATOS | 85 |
| MOSTRAR HISTÓRICO ALARMAS | 85 |
| CONFIGURAR COMUNICACIONES DEL SERVIDOR | 86 |
| SERVIDOR | 87 |
| CLIENTE | 89 |
| EXTENSIBILIDAD Y PROGRAMACIÓN | 90 |
| CODIGO INTERNO "CODEBINDINGS" | 90 |
| CODIGO EXTERNO | 92 |
| LIBRERÍA DE CONTROLES Y LIBRERÍA DE EVENTOS | 92 |
| LA HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN | 93 |
| LAS FUNCIONES. LIBRERÍA DE EVENTOS | 93 |
| ACCESO A LAS PROPIEDADES DE LOS CONTROLES DE MONITORIZA | 97 |
| ACCESO A VARIABLES Y COMPONENTES | 99 |
| LIBRERIA DE CONTROLES | 100 |
| REFERENCIAS CRUZADAS | 103 |
| APÉNDICE | 104 |
| TABLA DE ALMACENAMIENTO DE ALARMAS | 104 |
| TABLA DE ALMACENAMIENTO DE AUDITORÍA | 104 |
| RANGO DE REGISTROS MODBUS | 104 |

MONITORIZA

¿QUÉ ES MONITORIZA?

Monitoriza es un sistema de monitorización y control (SCADA *Supervisory Control & Data Acquisition*) que cubre los requerimientos de cualquier proyecto, tanto básicos como avanzados.

Monitoriza nos permite crear soluciones para la captura de información en procesos industriales o de cualquier otro ámbito. Con esa información se retroalimenta el proceso y se emplea como ayuda en la toma de decisiones.

Consta de tres partes:

- Un editor de proyectos en el que se definen todos los elementos a tratar.
- Un servidor que ejecutará el proyecto y se ocupará de las comunicaciones con los procesos (adquisición de datos, establecimiento de parámetros del proceso, etc.)
- Un cliente que mostrará, de forma visual, la información de los procesos que se estén supervisando.

Monitoriza es un sistema flexible en cuanto a su configuración, ya que puede ejecutarse por varios usuarios simultáneamente. Puede funcionar sobre una infraestructura monopuesto o multipuesto, tanto en una red local como a través de puestos remotos conectados a través de internet.

Entre las características principales de Monitoriza se pueden destacar:

- Instalación sencilla e inmediata del producto.
- Fácil configuración, incluso cuando se trata de una instalación con puestos remotos (WAN) ya que las comunicaciones entre los equipos cliente y el servidor se basan en los estándares de internet (protocolo HTTP).
- Incluye comunicaciones nativas ModBUS, Ethernet S7 para S7-300 y conectividad OPC.
- No precisa programación para la creación de proyectos completamente funcionales, basta "pinchar y arrastrar" los objetos SCADA sobre la superficie de los formularios y establecer las propiedades correspondientes para obtener una solución operativa.
- Si se requiere una funcionalidad avanzada que no esté contemplada en los objetos SCADA definidos en Monitoriza no hay problema ya que Monitoriza es extensible mediante programación en C# o VB.Net. También es posible la utilización de librerías de terceros desarrolladas para el .NET Framework de Windows.
- La creación de la interfaz gráfica de usuarios está basada en la tecnología de Windows Forms Designer de Microsoft® lo que facilita enormemente el diseño.
- A nivel de proyecto podemos definir los usuarios y los permisos asignados a cada uno ellos. Por ejemplo si solo se tiene permiso de lectura en un determinado formulario o si se tiene acceso total a este.
- Definición inmediata de alarmas.
- Control efectivo de operaciones.
- Incremento instantáneo de información.
- Fácil seguimiento de variables.
- Datos en formatos accesibles. Monitoriza permite almacenar las variables que se monitorizan en bases de datos estándar del mercado (Microsoft® SQL Server™, Microsoft® Access™, Oracle®, etc.)
- Inversión mínima amortizable inmediatamente.
- Definición de recetas mediante plantillas, control de usuario para utilización de recetas.
- Funciones Batch para la carga de recetas por evento.



MONITORIZA

- El servidor de Monitoriza ofrece las variables definidas mediante servicios OPC, así aplicaciones externas pueden conectarse a Monitoriza y acceder a las variables para su uso. (Este servicio solo está disponible en la versión Profesional y superiores de Monitoriza).



MONITORIZA

INSTALACIÓN

Monitoriza tiene una instalación muy sencilla. Consta de dos ficheros, *setup.exe* e *Instalación Monitoriza.msi*. Haciendo un doble clic sobre *setup.exe* se inicia la instalación.

Monitoriza requiere para instalarse el .Net Framework™ 3.5 SP1 de Windows™ en el caso que no se encuentre instalado nos aparecerá el siguiente dialogo

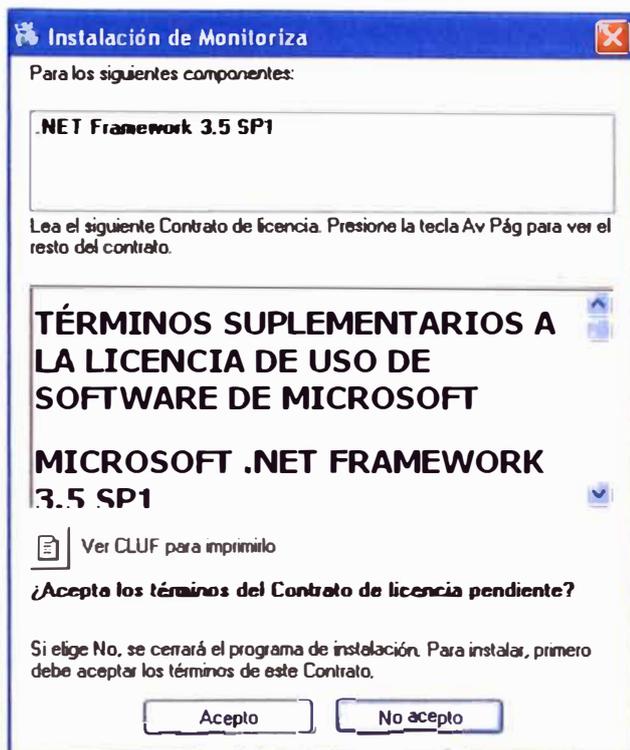


Ilustración 1 - .Net Framework 3.5 SP1

en el que se nos pedirá si aceptamos el Contrato de licencia del .Net Framework de Microsoft.

A continuación procede a descargar desde la web de Microsoft el paquete correspondiente e instalarlo

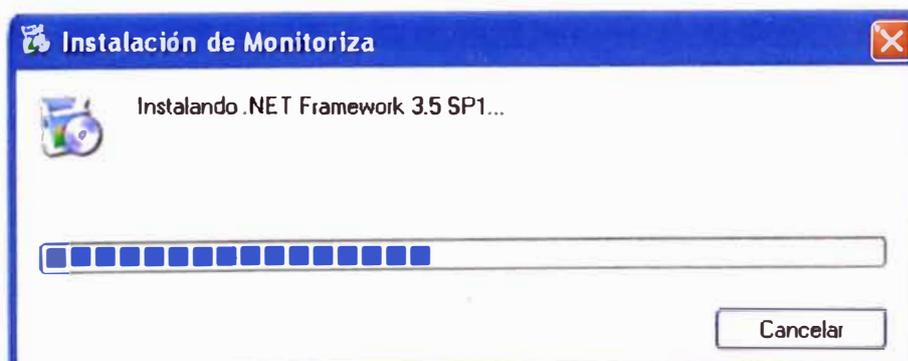


Ilustración 2 - Descarga del .Net Framework 3.5 SP1

MONITORIZA

Una vez instalado se inicia la instalación de Acimut Monitoriza propiamente dicha

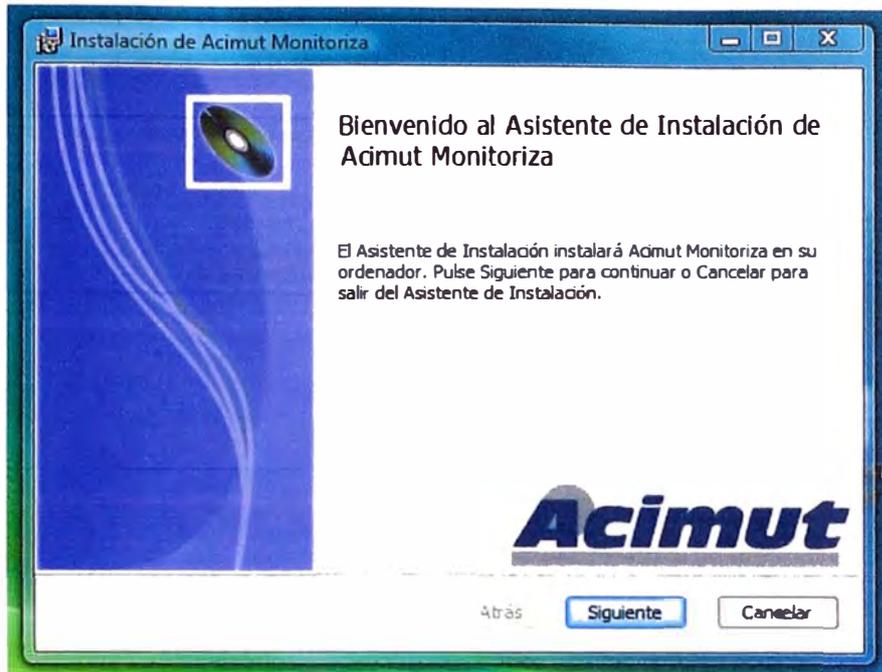


Ilustración 3 – Pantalla de bienvenida

Pulsando sobre el botón *Siguiente* nos aparece la pantalla de instalación personalizada, en la que seleccionamos los elementos del sistema Acimut Monitoriza que se desea instalar. Estos elementos son el **Editor** que nos permite crear y modificar nuestros proyectos Scada, el **Ciente** mediante el cual establecemos el entorno de ejecución de los proyectos Scada y el **Servidor de Comunicaciones** a través del cual establecemos las comunicaciones tanto con los servidores OPC, como con las bases de datos y los autómatas.

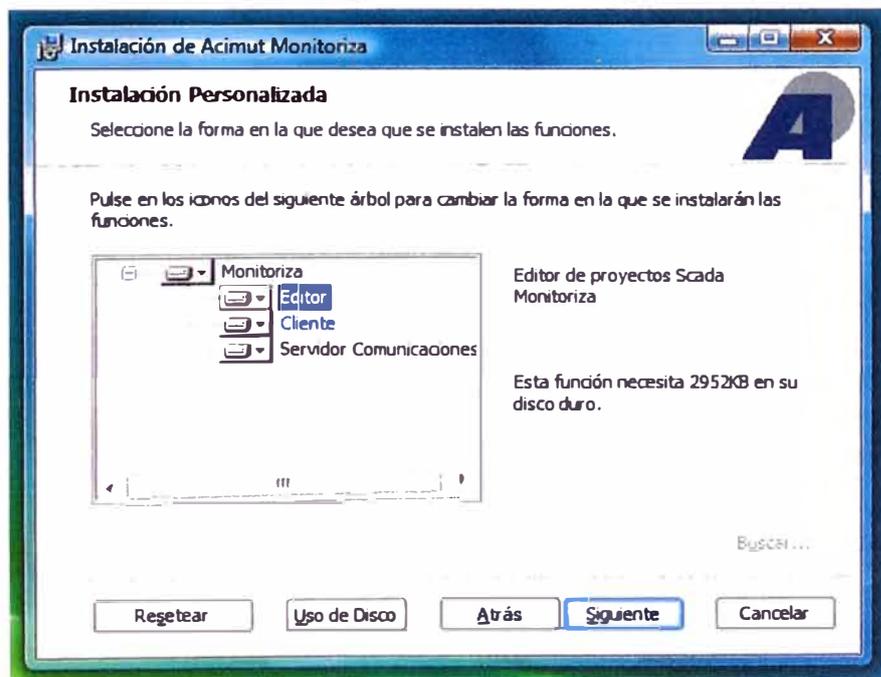


Ilustración 4 – Instalación personalizada

MONITORIZA

En la siguiente pantalla pulsaremos sobre el botón Instalar para iniciar el proceso de instalación en sí.

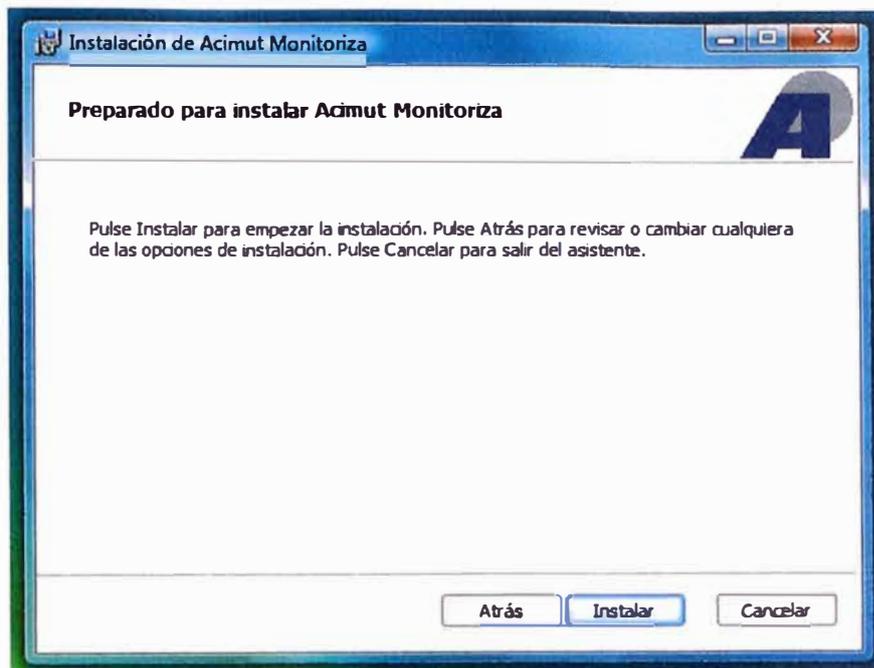


Ilustración 5 Fin instalación

Acimut Monitoriza es compatible con los sistemas operativos Windows™ 7, Vista, XP, 2003 y 2008, siendo el único requerimiento que esté instalado el .Net Framework 3.5 SP1 de Microsoft.



MONITORIZA

EDITOR

El Editor de Acimut Monitoriza es uno de los tres componentes principales del sistema, con el vamos a crear, diseñar y modificar nuestros proyectos de scada que luego se ejecutarán a través del Servidor de Comunicaciones y del Cliente Scada.

Al crear o modificar un proyecto scada mediante el Editor podremos definir variables y alarmas, crear formularios para mostrar de forma gráfica los valores de las variables, guardar en base de datos los valores de las variables, mantener un histórico de alarmas, mostrar gráficas de los valores de variables almacenados, escribir variables sobre un autómatas (u otros dispositivos) y gestionar los usuarios que podrán acceder a los recursos del proyecto.

La interfaz de usuario del Editor es la que puede verse en las dos ilustraciones siguientes:

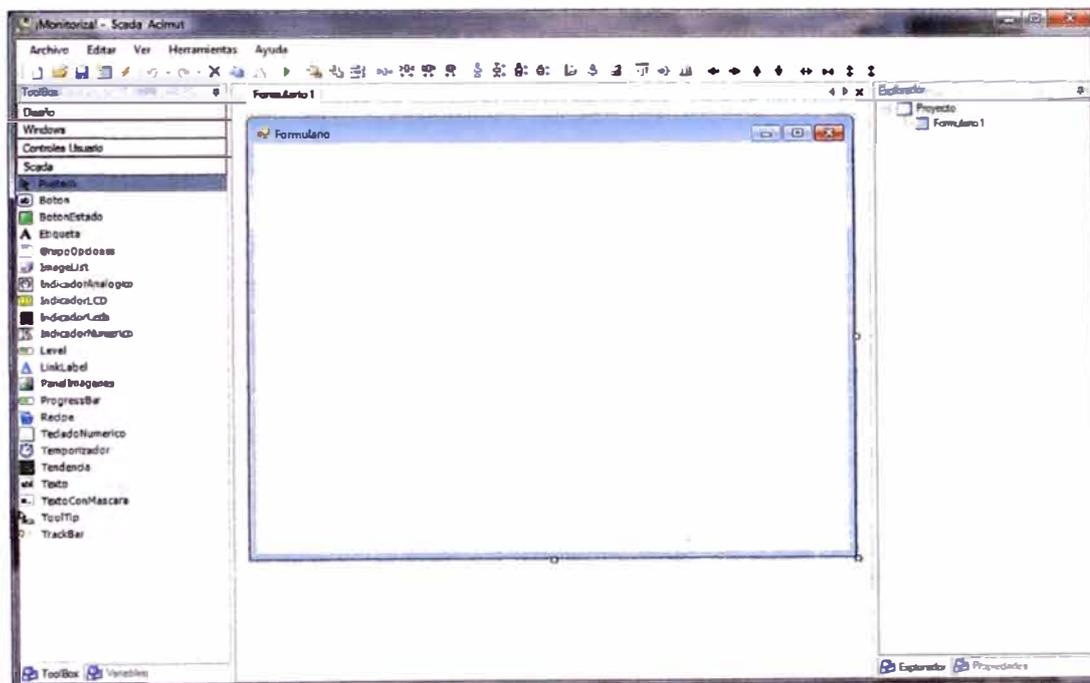


Ilustración 6- Editor 1

MONITORIZA

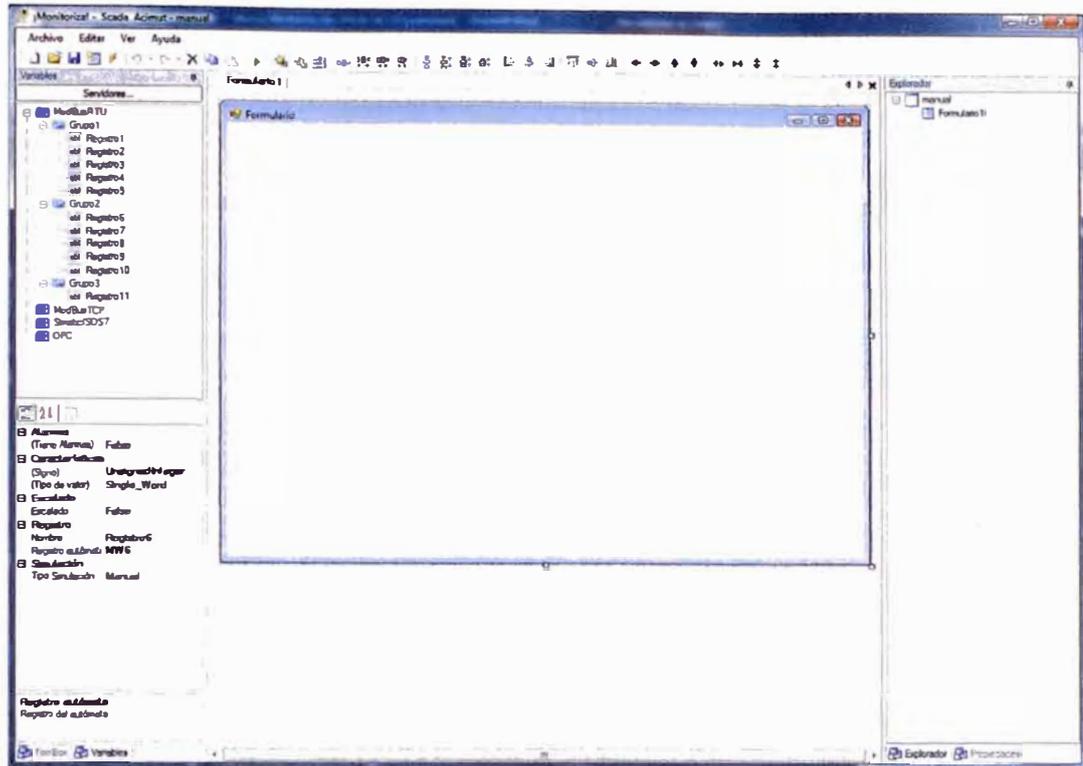


Ilustración 7 – Editor 2

Veamos con un poco de detalle cada una de las partes de la interfaz de usuario. En la parte superior se encuentra la barra de menús y herramientas en la que se encuentran elementos habituales como las operaciones de abrir o guardar un proyecto, operaciones de edición (copiar, cortar, pegar...) y operaciones de formateo y alineación.



Ilustración 8 – Barra de menús y herramientas

En los laterales nos encontramos las ventanas del explorador del proyecto, el ToolBox, la de características de los servidores y variables y la ventana de propiedades.



MONITORIZA

La ventana del explorador del proyecto nos muestra la relación de formularios de que consta nuestro proyecto y mediante un doble clic podemos visualizar el formulario en cuestión, también podremos a través del menú contextual realizar ciertas operaciones sobre los formularios tal y como se muestra en la ilustración siguiente.

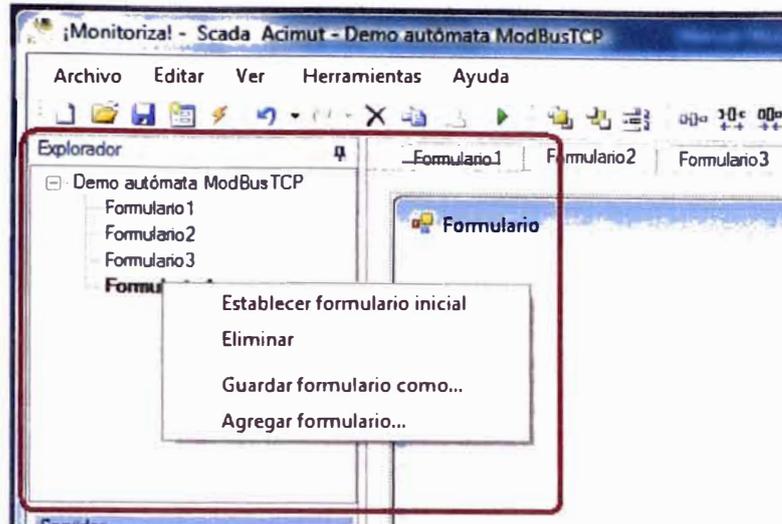


Ilustración 9 – Ventana de Explorador de proyecto

La ventana del ToolBox nos permite agregar componentes al formulario, mediante estos componentes iremos diseñando los formularios y dándoles la funcionalidad deseada, bien a través de componentes que nos permiten ver o modificar las variables o parámetros que deseamos monitorizar (solapa Scada), bien a través de componentes que sirven para controlar el flujo de la aplicación y definir su diseño o apariencia (solapas Diseño y Windows).

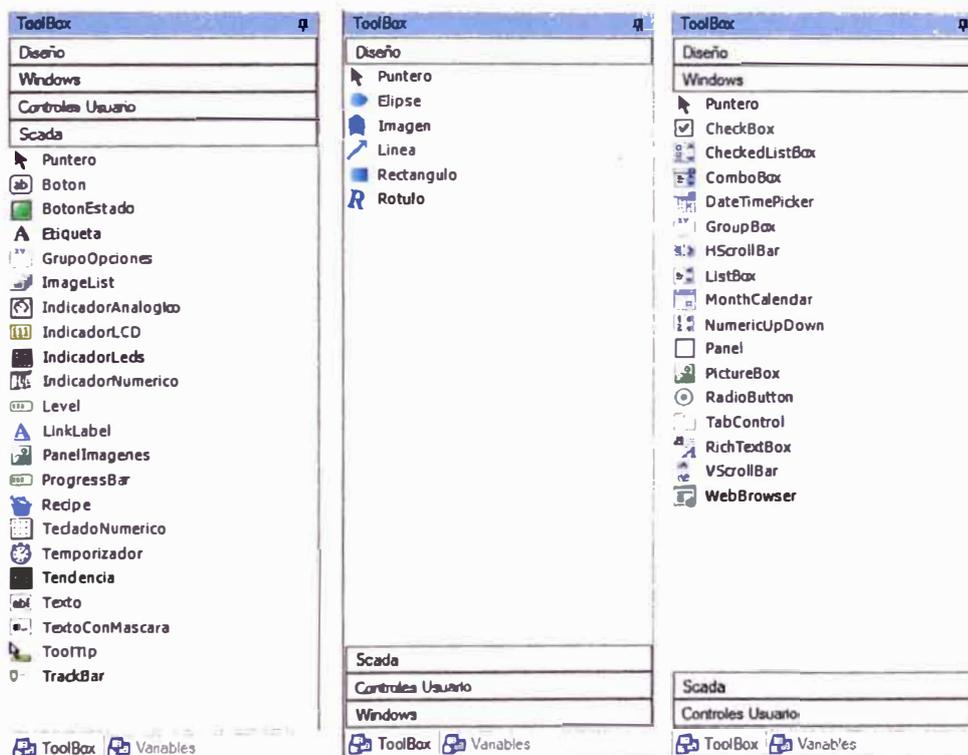


Ilustración 10 – ToolBox

La ventana de características de variables y servidores nos permite definir los parámetros correspondientes a cada uno de los servidores de comunicación que



MONITORIZA

definamos en el proyecto, como por ejemplo la dirección IP del automático con el que queremos comunicar y las características de los grupos y variables que definamos en cada servidor.

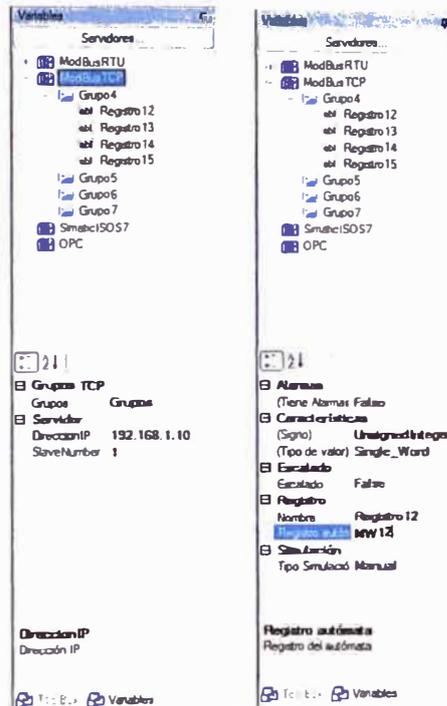


Ilustración 11 – Ventana características Variables y Servidores

En la ventana de propiedades definiremos las características de cada uno de los componentes que agreguemos a los formularios, así por ejemplo vemos en la ilustración siguiente que al seleccionar el componente `IndicadorNumerico`, en la ventana de propiedades se nos muestran las características o propiedades de ese componente en particular

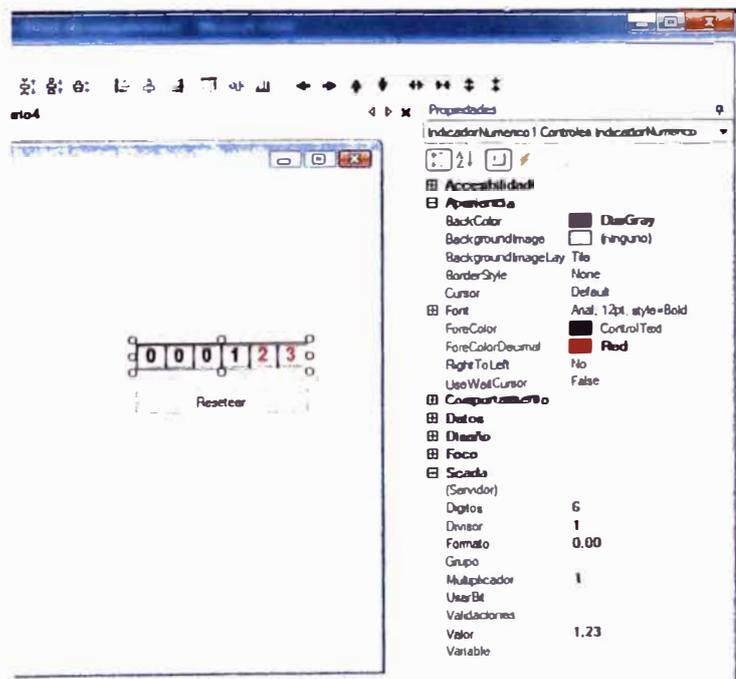


Ilustración 12 – Ventana de propiedades

MONITORIZA

Hay que tener en cuenta que si bien al abrir el Editor las distintas ventanas se encuentran dispuestas en los laterales, esta disposición es configurable y simplemente arrastrando sobre el título de la ventana podemos posicionarlas donde nos sea más cómodo para nuestro trabajo.

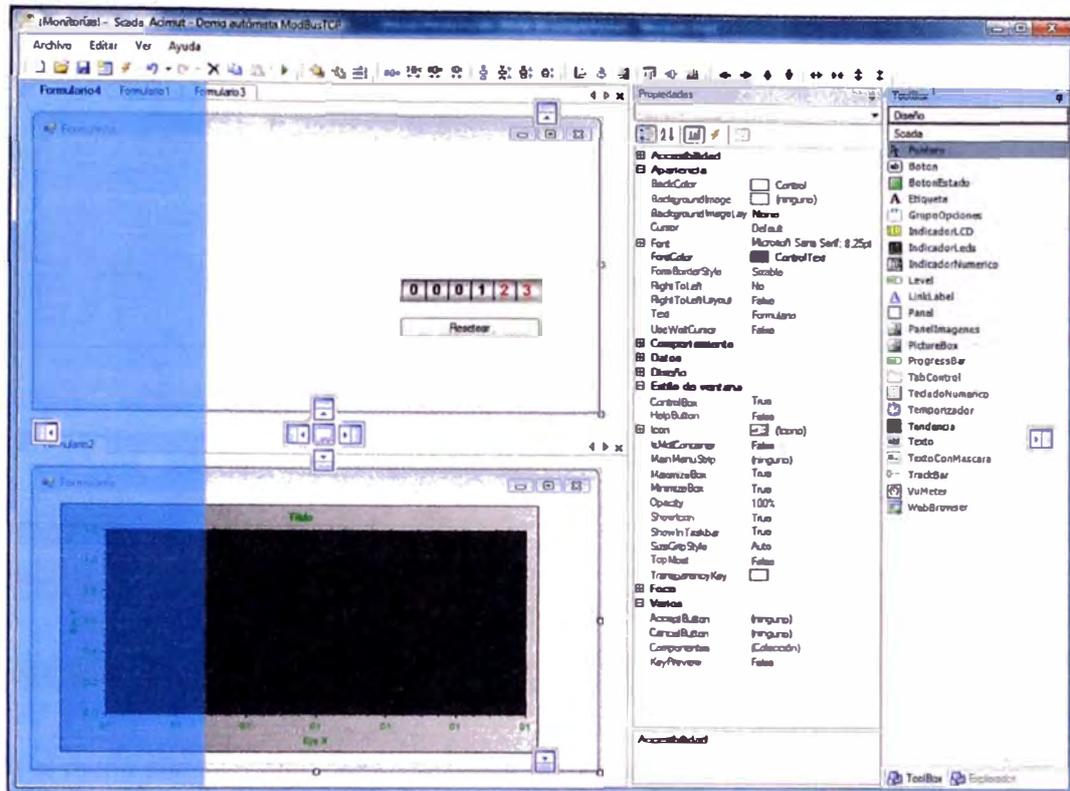


Ilustración 13 – Reposicionamiento de ventanas y formularios

Demostración: <http://www.acimut.com/monitoriza/videos/editor1/default.html>

Igualmente las ventanas de Variables, Propiedades, ToolBox y Explorador podemos configurarlas para que se oculten automáticamente cuando no tienen el foco con ello logramos que la superficie de trabajo sea más grande, simplemente deberemos pulsar sobre el correspondiente botón del título de la ventana (marcado en rojo en la ilustración siguiente) y la ventana se ocultará cuando no tenga el foco. Para volver a visualizarla deberemos mover el ratón sobre la solapa que queda visible representando la ventana y si queremos que deje de ocultarse volveremos a pulsar sobre el mismo botón para fijar su posición. La configuración de posicionamiento de cada ventana se almacena con cada proyecto de forma que al abrir de nuevo un determinado proyecto las ventanas se posicionan tal y como estaban al guardar el proyecto.

MONITORIZA

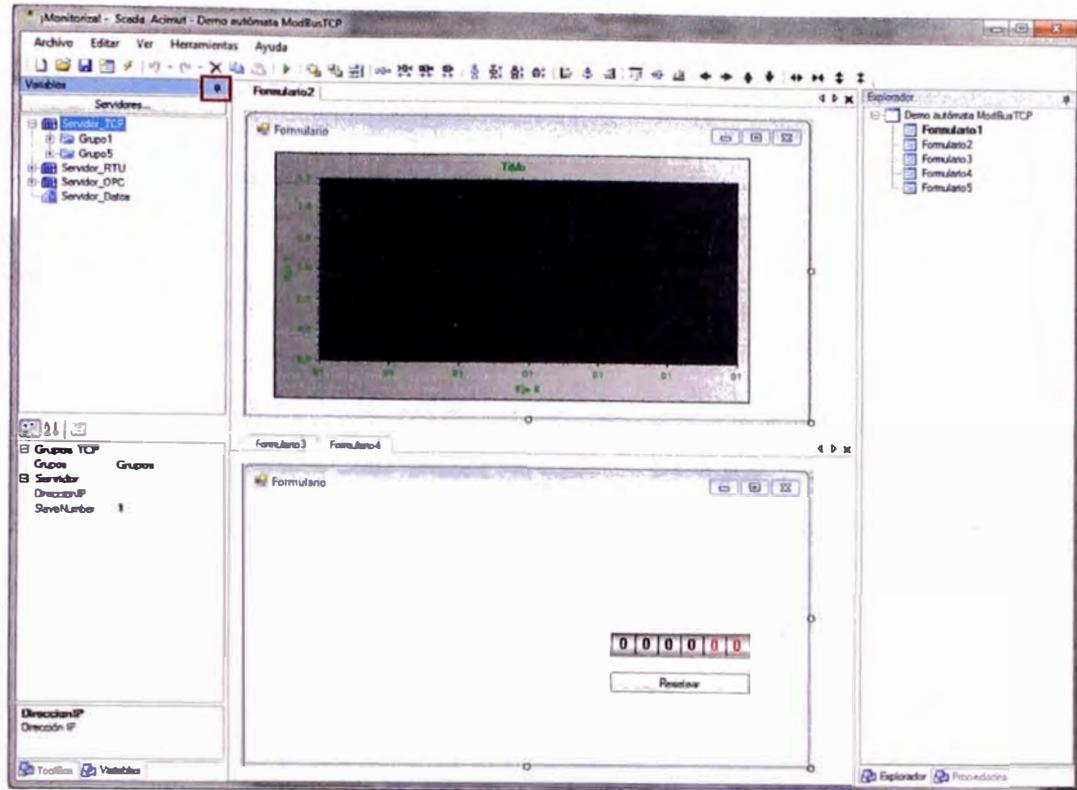
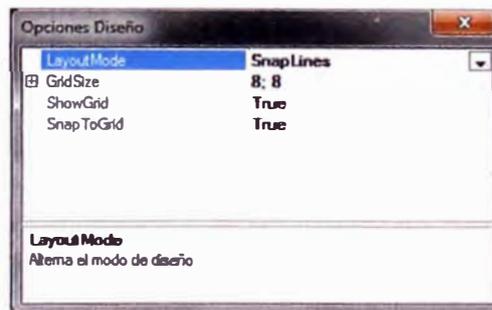


Ilustración 14 – Ocultar automáticamente una ventana

Demostración: <http://www.acimut.com/monitoriza/videos/editor2/default.html>

En el menú Herramientas disponemos de opciones que nos ayudarán en las tareas de diseño de los formularios.

En este menú disponemos del ítem Opciones:



Las distintas opciones de diseño son:

Layout Mode: Podemos elegir entre *SnapLines* (por defecto), que usa las características avanzadas de posicionamiento de las últimas aplicaciones de Microsoft; o podemos usar *Grid* para usar la rejilla clásica de posicionamiento, pudiendo elegir en este caso el tamaño de la misma desde la propiedad **GridSize**.

También podemos elegir las opciones de la rejilla mediante las propiedades:

ShowGrid: Para mostrar o no la rejilla en el formulario.

SnapToGrid: Si deseamos que los controles se ajusten a la rejilla o no.

CREAR UN PROYECTO COMO EMPEZAR

Para crear un proyecto usaremos el Editor de Monitoriza, como mínimo deberemos definir un servidor de comunicaciones con el autómata, las variables del autómata a las que queramos acceder, que las uniremos en grupos a los que daremos nombre, y por lo menos un formulario en el que diseñaremos como será la interfaz de usuario del proyecto.

Adicionalmente podemos definir alarmas que se dispararan cuando se cumplan las condiciones que definamos y usuarios y permisos para poder establecer a que formularios puede acceder cada uno de los usuarios definidos.

En la definición de servidores también podemos establecer los servidores de base de datos en los que almacenaremos permanentemente los valores de las variables que estemos monitorizando.

Veamos cómo hacer cada una de las tareas. Para empezar en el Editor de Monitoriza tendremos que decir que queremos iniciar un nuevo proyecto, para ello pulsaremos sobre la opción **Nuevo proyecto** del menú **Archivo**.

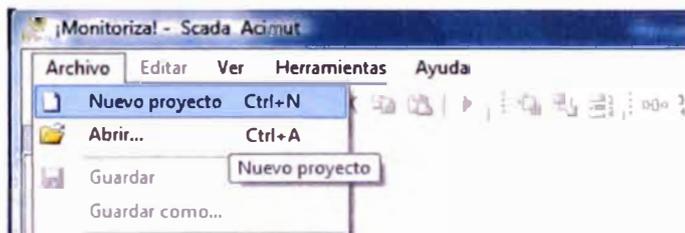


Ilustración 15 – Menú Nuevo proyecto

O bien en la barra de herramientas sobre el botón **Nuevo Proyecto**.

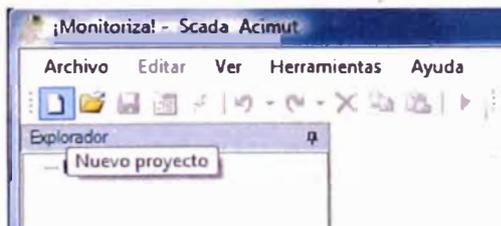


Ilustración 16 Barra de herramientas Nuevo proyecto

A continuación deberemos definir los servidores de comunicaciones con los autómatas y bases de datos, para ello pulsaremos sobre la opción **Servidores** del menú **Ver**.

MONITORIZA

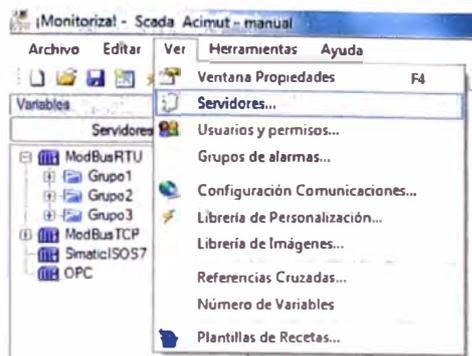


Ilustración 17 – Menú servidores

O bien en el botón **Servidores** del la ventana Variables



Ilustración 18 Servidores

Y nos aparecerá el dialogo para la definición de los servidores.

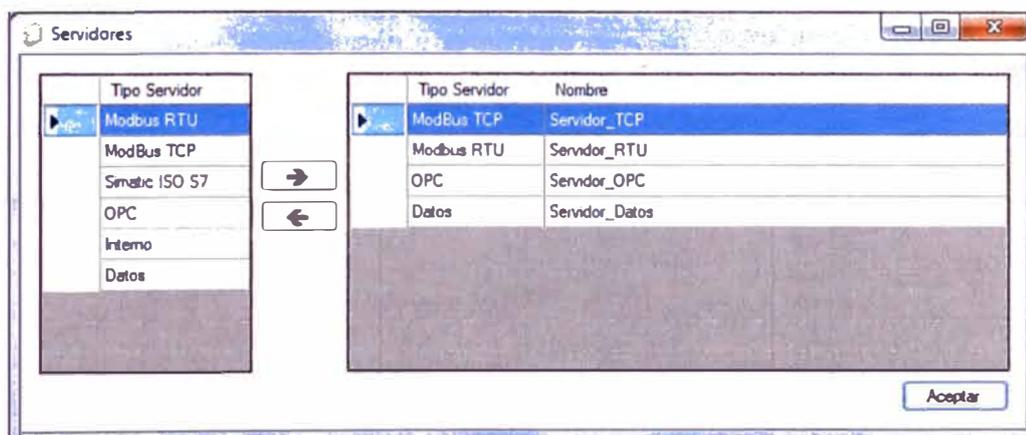


Ilustración 19 – Definición de servidores

Demostración: http://www.acimut.com/monitoriza/videos/definir_servidores/default.html

Un nuevo proyecto necesita al menos un *servidor*, aquí tenemos la lista de los diferentes tipos de servidor.

Monitoriza tiene servidores nativos de comunicaciones con autómatas (ModBUS RTU, ModBUS TCP y Simatic ISO S7) y de terceros como OPC, esto le permite conectar con multitud de dispositivos.



MONITORIZA

Si queremos almacenar un histórico de valores de las variables y/o un histórico de las alarmas que se produzcan en el sistema, deberemos definir uno o varios servidores de base de datos en los que estableceremos cual es la base de datos a utilizar. La definición de los servidores de datos se verá en detalle en la sección [Guardar en Base de Datos](#)

Otra posibilidad que tenemos es definir un servidor de datos internos, mediante este servidor podemos especificar un conjunto de variables que no dependen de las variables de los autómatas sino que nos puede servir para almacenar valores por ejemplo de parámetros de configuración o valores de cálculo.

Cada uno de los servidores de comunicaciones con el autómata tendrá diferentes propiedades como veremos a continuación.

ModBUS RTU

Las diferentes propiedades de un servidor de tipo ModBUS RTU son las que se muestran a continuación.

Estas propiedades establecen los parámetros de comunicación serie así como el número de esclavo al que se conectará en un entorno ModBUS. Hay que hacer notar que Monitoriza establece comunicaciones ModBUS como maestro.

| | | |
|-------------------------------------|-------------------|---------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | RTU | |
| | DataBits | 8 |
| | Parity | N |
| | Port | 1 |
| | SlaveNumber | 1 |
| | Speed | 19200 |
| | StopBits | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | RTU Groups | |
| | Groups | Grupos |

Ilustración 20 - RTU

ModBUS TCP

Las propiedades de un servidor de tipo ModBUS TCP son las siguientes:

Son la dirección IP del dispositivo ModBUS que en un entorno Ethernet es necesaria y el número de esclavo al que se conectará en un entorno ModBUS. Hay que hacer notar que Monitoriza establece comunicaciones ModBUS como maestro. El utilizar número de esclavo permite su conexión a pasarelas.

| | | |
|-------------------------------------|-------------------|---------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Server | |
| | IPAddress | |
| | SlaveNumber | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | TCP Groups | |
| | Groups | Grupos |

Ilustración 21 - TCP

OPC

OPC es el acrónimo de OLE for Process Control, se trata de un estándar definido por Microsoft que tiene como objetivo unificar los métodos de comunicación con todo tipo de dispositivos, dada su buena aceptación por diversos fabricantes, se puede decir que existe un servidor OPC apropiado para cualquier dispositivo que se encuentre en el mercado.

Las propiedades que nos permitirán conectarnos a un servidor OPC son las siguientes

| | | |
|-------------------------------------|-------------------|---------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | OPC Groups | |
| | Groups | Grupos |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Server | |
| | Driver | |
| | Node | |
| | Type | |

Ilustración 22 - OPC



MONITORIZA

Comenzaremos describiendo la última de estas propiedades, **Type**, se trata del nombre que el fabricante ha dado a su servidor OPC, un desplegable nos permitirá elegir el servidor OPC entre los instalados en nuestra máquina o en el ordenador de nuestra red que especifiquemos en **Node** (siempre y cuando se tengan los permisos adecuados, los permisos para utilizar un servidor OPC en red dependen del sistema operativo utilizado, hay abundante documentación sobre este tema que queda fuera de las pretensiones de este manual). La propiedad **Driver** es específica del fabricante, habrá que consultar la documentación de cada servidor OPC, es un prefijo que suele definir el medio por el que comunicaremos con el autómatas así como su dirección y características.

En la siguiente tabla podemos ver algunos ejemplos.

| Fabricante | Tipo | Driver | Variable |
|----------------|---------------------|----------------------------|---------------|
| Siemens S7-200 | S7200.OPCServer | 192.168.100.120:1200:1001, | VW1000,INT,RW |
| Telemecanique | Schneider-Aut.OFS.2 | UNTLW01:0.254.0! | %MW2000 |
| | | MBS03:1/T! | %MW2000 |
| | | XIP01:192.168.1.2.10.2! | %MW2000 |

Simatic ISO S7

Las propiedades de un servidor de tipo Simatic ISO S7 son las siguientes:

Son la dirección IP del dispositivo Simatic, el número de Rack en que se encuentra la CPU (suele ser el 0), y el slot dentro del Rack en el que se encuentra la CPU (suele ser el 2).

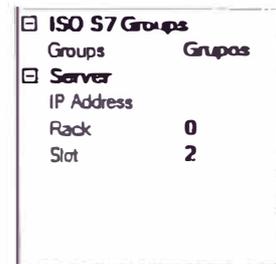
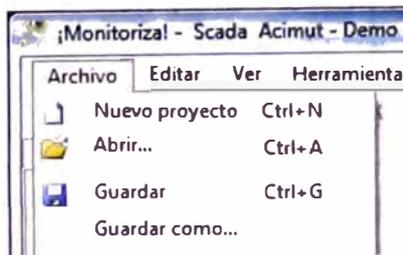


Ilustración 23 - Simatic

GUARDAR O ABRIR UN PROYECTO

En el menú **Archivo** aparecen las típicas opciones de **Abrir...**, **Guardar** y **Guardar como...** que nos permiten abrir los proyectos previamente guardados y guardar los cambios que vayamos haciendo a nuestros proyectos. Estas operaciones también pueden hacerse desde la barra de herramientas.



CREAR VARIABLES

Las variables en Acimut Monitoriza son el elemento básico de información, mediante ellas establecemos el vínculo de unión entre los tags o registros del autómatas y los



MONITORIZA

distintos elementos de nuestro proyecto, posibilitando por tanto la visualización y modificación de los diferentes elementos que estemos monitorizando.

Las variables son en definitiva lo que vamos a estar midiendo o controlando, son la temperatura, la presión, el voltaje, el estado abierto o cerrado de cualquiera de los dispositivos de nuestro proceso.

Cada variable de Acimut Monitoriza viene definida por tres elementos:

- **El servidor de comunicaciones**, que hace referencia al autómeta que gestiona y controla el dispositivo o dispositivos sobre los que queremos actuar o controlar
- **El grupo**, que es una agrupación de variables en función de las características de estas, por ejemplo, agruparemos las variables que solo nos interesa leer en un grupo y las que queramos leer y escribir en otro, o si tenemos un grupo de variables que queremos leer con una cadencia distinta a otras variables las agruparemos en distintos grupos. También es importante tener en cuenta los protocolos de comunicaciones, así pues, cuando queremos leer un conjunto de registros del autómeta si estos registros ocupan posiciones contiguas de memoria, la lectura, ya sea por un servidor OPC o por un servidor ModBUS, es más eficiente con lo cual si ponemos los registros contiguos en el mismo grupo mejoraremos las prestaciones de nuestro SCADA.
- **Nombre** es el nombre simbólico que le damos al registro del autómeta.

Por tanto para crear variables una vez tenemos creados los servidores de comunicaciones tal y como vimos en el capítulo anterior, tenemos que crear los grupos a los que van a pertenecer las variables

Para ello en la ventana de servidores pulsaremos sobre los tres puntos de la propiedad **Grupos**



Ilustración 24 – Crear/Editar grupos



MONITORIZA

En función del tipo de servidor las características del grupo son similares pero con alguna diferencia, por tanto vamos a ver cada una con detalle.

Grupos ModBUS TCP y ModBUS RTU

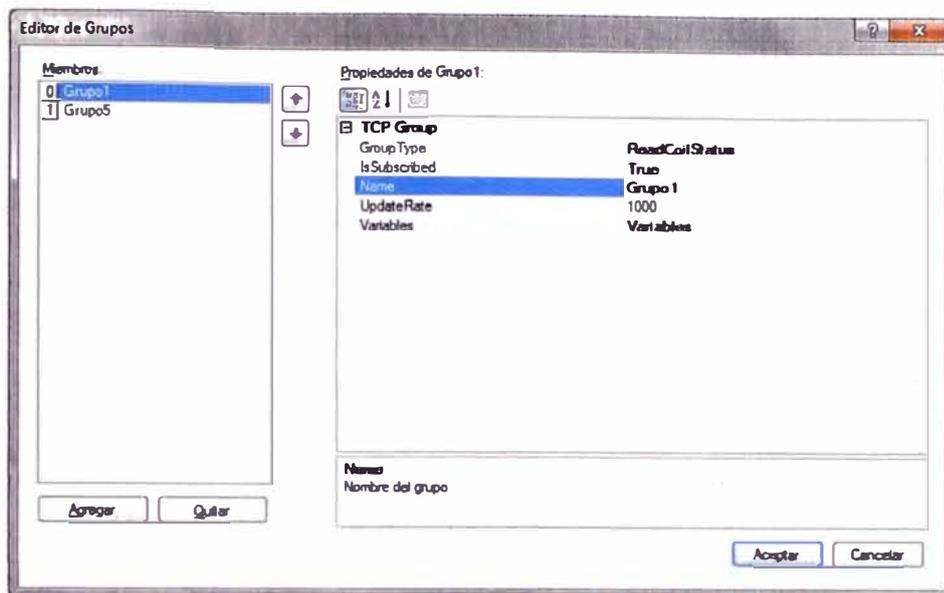


Ilustración 25 – Grupo ModBUS TCP y ModBUS RTU

Las propiedades que definen un grupo de un servidor ModBUS TCP son las siguientes:

- **GroupType:** Tipo de Grupo, nos indica si las variables son de tipo registro o de tipo marca. Seleccionaremos *ReadHoldingRegisters* cuando las variables que se lean/escriban son de tipo registro (una palabra, 2 bytes), y *ReadCoilStatus* cuando se lean variables de tipo marca (un bit).
- **IsSubscribed:** Indica que este grupo de variables se leerá continuamente. Si definimos un grupo con variables que tan solo se van a escribir y que no necesitaremos leer podremos dejar a False esta propiedad.
- **Name:** Denomina al grupo, es conveniente que el nombre sea lo más descriptivo posible por razones de organización.
- **UpdateRate:** En caso de que IsSubscribed esté a True esta propiedad indicará cada cuántos milisegundos se leerá el grupo. Es conveniente adecuar este valor al tipo de comunicación de que se disponga.
- **Variables:** Es la propiedad a través de la cual podremos dar de alta las variables a utilizar. Esta propiedad la veremos con más detalle más adelante.

Grupo OPC

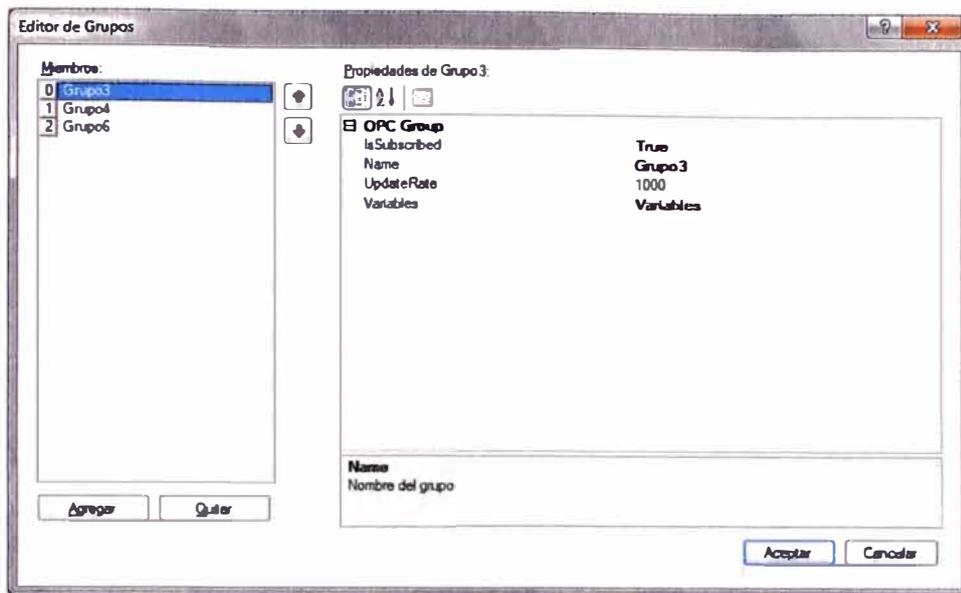


Ilustración 26 – Grupo OPC

Las propiedades que definen un grupo de un servidor OPC son las siguientes:

- **IsSubscribed:** Indica que este grupo de variables se leerá continuamente. Si definimos un grupo con variables que tan solo se van a escribir y que no necesitaremos leer podremos dejar a False esta propiedad.
- **Name:** Denomina al grupo, es conveniente que el nombre sea lo más descriptivo posible por razones de organización.
- **UpdateRate:** En caso de que IsSubscribed esté a True esta propiedad indicará cada cuántos milisegundos se leerá el grupo. Es conveniente adecuar este valor al tipo de comunicación de que se disponga.
- **Variables:** Es la propiedad a través de la cual podremos dar de alta las variables a utilizar.

Una vez tenemos definido el grupo ya podemos definir las variables o registros, para ello en la misma ventana como hemos visto, tenemos la propiedad **Variables** en la que si pulsamos sobre el botón de tres puntos de la propiedad **Variables** nos aparece la ventana de definición de variables o registros.

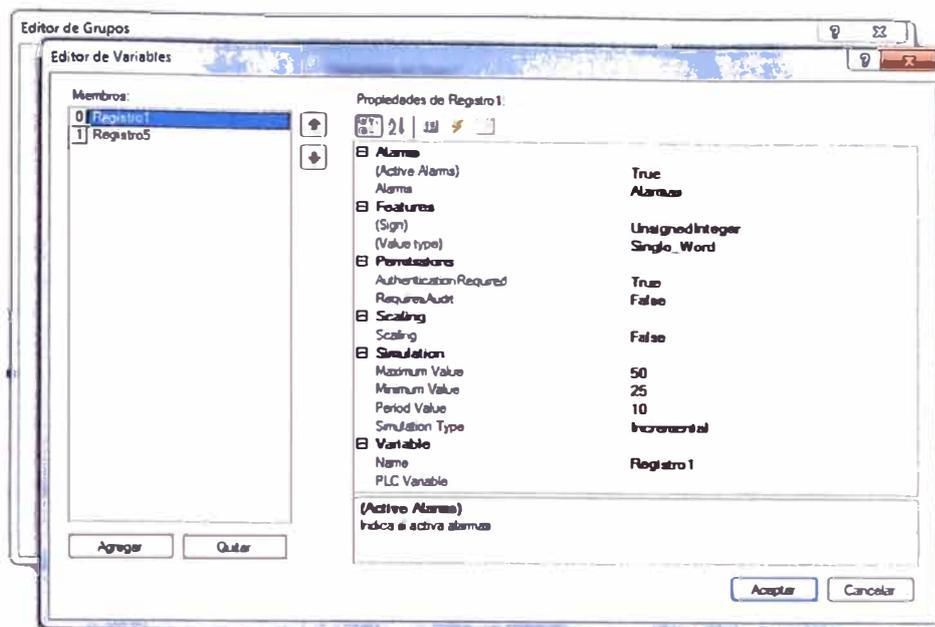


Ilustración 27 – Crear/Editar variables

Que tiene las siguientes propiedades:

- **Active Alarms:** Indica si deben activarse alarmas para esa variable. Se verá con más detalle en el capítulo siguiente.
- **Value type:** Define el tamaño de la variable. Las opciones posibles son: *Single_Word* (2 bytes) y *Double_Word* (4 bytes)
- **Sign:** Define si las variables se consideran con signo o no. Las opciones posibles son: *UnsignedInteger* – Entero sin signo y *SignedInteger* – Entero con signo
- **Name:** Nombre simbólico que le damos a la variable. Debe estar formado por caracteres alfanuméricos y no contener ni blancos ni símbolos.
- **PLC Variable:** Identifica el registro del autómatas al que se quiere hacer referencia y debe seguir las normas y convenciones del autómatas en cuestión.
- **Permissions:** Las propiedades **AuthenticationRequired** y **RequiresAudit** establecen si se deberá autenticar un usuario para poder cambiar un valor y si se guardará un registro de los cambios efectuados respectivamente. Estas propiedades se verán con más detalle en el capítulo de [Usuarios y Permisos](#).
- **Scaling:** Indica si el valor de este registro se escalará, es decir podremos indicar los valores Máximo y Mínimo para los valores Analógico y Escalado, si por ejemplo tenemos un registro que nos va a dar el valor de entrada de una sonda, y tenemos por una parte una señal de 12 bits y por otra una sonda 4-20 mA. que mide temperaturas entre -40 °C y 60 °C configuraremos estas propiedades así

| Scaling | |
|------------------------|------|
| Maximum Analogic Value | 4095 |
| Maximum Scaling Value | 60 |
| Minimum Analogic Value | 0 |
| Minimum Scaling Value | -40 |
| Scaling | True |

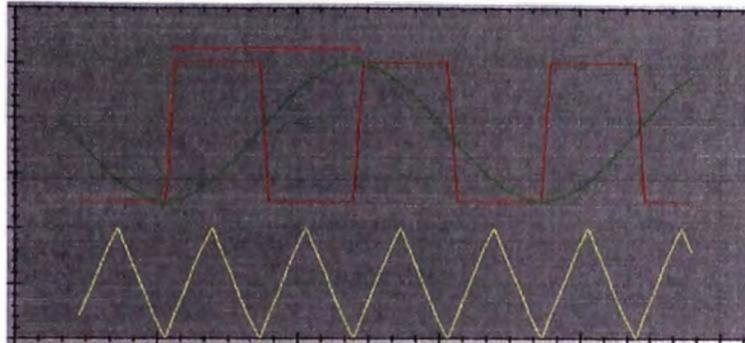
De esta manera tenemos ya escalado el valor, hay que tener en cuenta que el valor escalado es el que se utilizará en las alarmas, recetas, etc. Sin embargo los valores en simulación no se escalan. Se utiliza un escalado lineal.

- **Simulation Type:** Cuando en diseño se 'ejecuta' un proyecto, esta opción nos permite cambiar de forma automática el valor de las variables. Si se escoge cualquier tipo de simulación que no sea Manual nos aparecerán las siguientes tres propiedades.

MONITORIZA

- **Maximum Value:** Es el máximo valor que el sistema de simulación dará a la variable.
- **Minimum Value:** Es el mínimo valor que el sistema de simulación dará a la variable.
- **Period Value:** Es el tiempo, en segundos, de cada ciclo o estado, influirá en la velocidad a la que cambiará el valor de la variable.

Existen simulaciones para valores Aleatorios, Incrementales, Decrementales, de Onda Cuadrada, Onda Sinusoidal y Onda Triangular. Vemos en la siguiente imagen un ejemplo de ondas generadas con Monitoriza y el periodo señalado para la Onda Cuadrada.



Las propiedades **Value type** y **Sign** solo nos aparecerán cuando el grupo sea ModBUS TCP o ModBUS RTU y no hallamos definido el tipo del grupo como *ReadCoilStatus* ya que este tipo implica una marca de un bit.

Demostración: http://www.acimut.com/monitoriza/videos/crear_variables/default.html

Una vez tenemos creados los grupos y variables también podemos editarlos seleccionando el correspondiente grupo o variable en el árbol de variables de la parte superior de la ventana variables y editando su propiedades en el panel inferior de la ventana

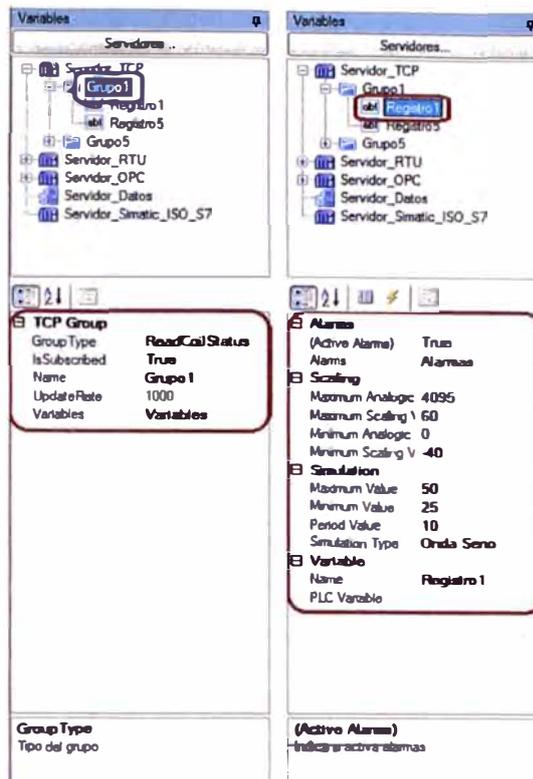


Ilustración 28 – Edición de grupos y variables

Evento Variables

Una vez tenemos definida una variable podemos definir alarmas asociadas a esa variable como se verá en el capítulo siguiente de [Alarmas](#) o bien controlar el evento *ValueChanged* de la variable.

Mediante ambos métodos tenemos la posibilidad de realizar acciones cuando cambia el valor de una variable.

Usaremos las alarmas cuando queremos que nos avise de que una determinada condición del valor de la variable y usaremos el evento *ValueChanged* cuando queremos realizar alguna acción simplemente porque el valor ha cambiado.

Para definir el evento *ValueChanged* debemos pulsar sobre el botón *Eventos* de la ventana de propiedades de la Variable (marcado en rojo en la figura).

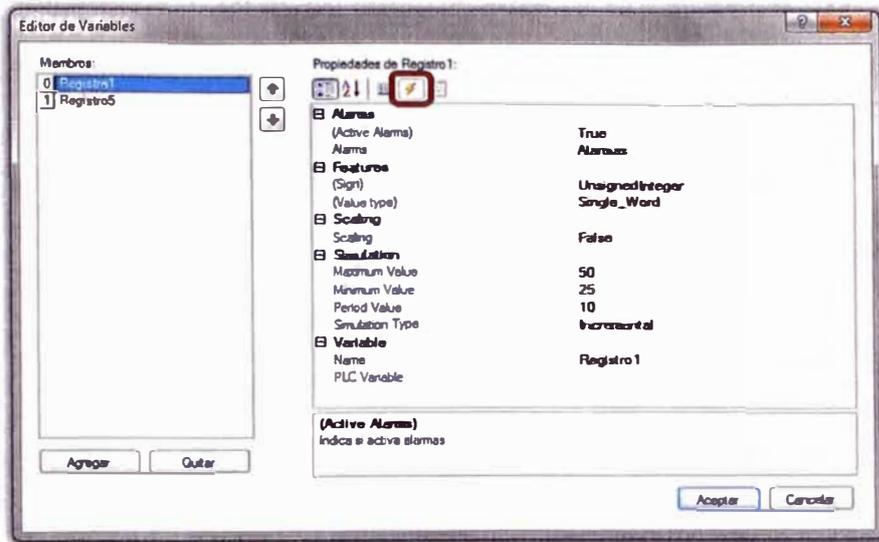


Ilustración 29 – Activar ventana eventos

Una vez en la ventana de eventos pulsaremos sobre el botón de tres puntos

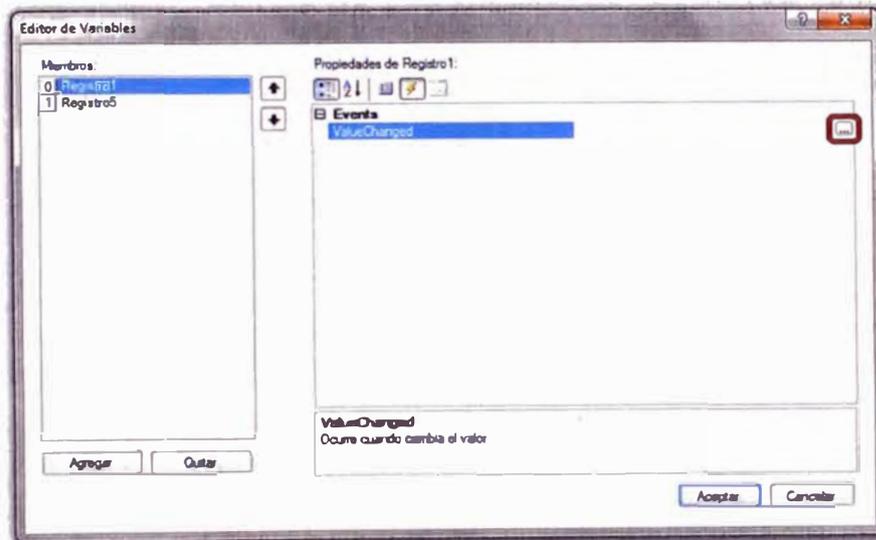


Ilustración 30 – Evento de variable

Y nos mostrará un editor de código para que podamos programar la acción que queremos realizar cuando el valor de la variable cambia.

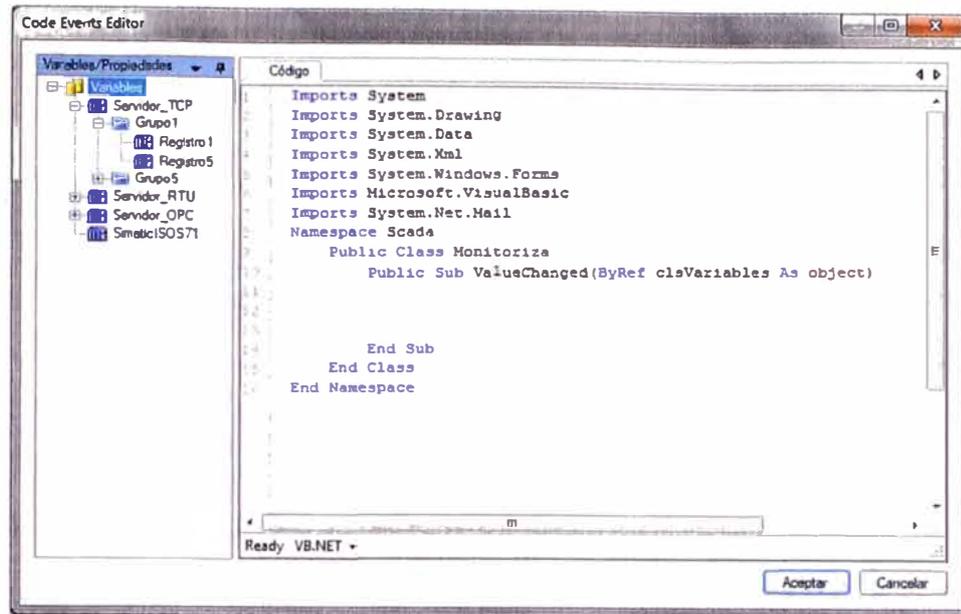


Ilustración 31 – Editor de código de eventos

El código que implementemos se ejecutará en el servidor de comunicaciones de Acimut Monitoriza por tanto tendrá acceso a todos los recursos del servidor sobre el que esté instalado.

ALARMAS

Crear Alarmas

Siempre que queramos que el sistema Scada nos avise de una determinada condición deberemos definir una Alarma. Estas alarmas pueden ser por ejemplo que una temperatura este por encima o por debajo de un determinado valor, que la presión haya alcanzado un valor o cualquier otro aspecto que queramos considerar.

Las alarmas están asociadas a las variables y por tanto es en la ventana de definición de variables donde establecemos si queremos vincular una variable a una alarma. Para ello cuando estamos creando o editando una variable pondremos a True la propiedad **Active Alarms** con lo cual nos aparecerá la propiedad **Alarms** en la que pulsando en el botón de tres puntos podremos definir las alarmas asociadas a la variable.

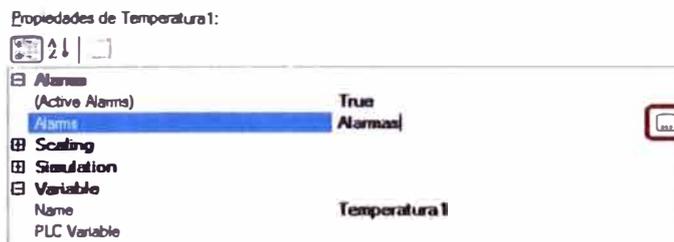


Ilustración 32 – Creación de alarmas

Asociada a una variable podemos definir una o varias alarmas en función de las condiciones que queramos controlar.

Al definir la alarma establecemos el mensaje que queremos mostrar, si queremos almacenar el evento para tener constancia de que ha ocurrido o si es necesario que un usuario valide la alarma, así como las condiciones en las que se debe disparar la alarma.

Podemos hacer que la evaluación de las alarmas sea por comparación de la variable en la que está definida la alarma con un valor constante (por ejemplo que la temperatura

MONITORIZA

sea menor que 40) o bien nos puede interesar comparar la variable en la que está definida la alarma con otra variable del sistema (por ejemplo si estas monitorizando la producción de distintos productos podemos tener almacenado en una variable a que temperatura queremos disparar la alarma en función del producto que estemos produciendo). Estableceremos la propiedad **TypeValue** a *Constant* o *Variable* respectivamente para uno u otro caso.

Adicionalmente podemos definir en grupo de alarmas, mediante la propiedad **AlarmGroup**, este grupo de alarmas nos sirve para especificar permisos a nivel de usuario, o sea, que usuarios podrán ver que alarmas o si pueden validarlas o no tal como se verá en el capítulo de [Usuarios y Permisos](#).

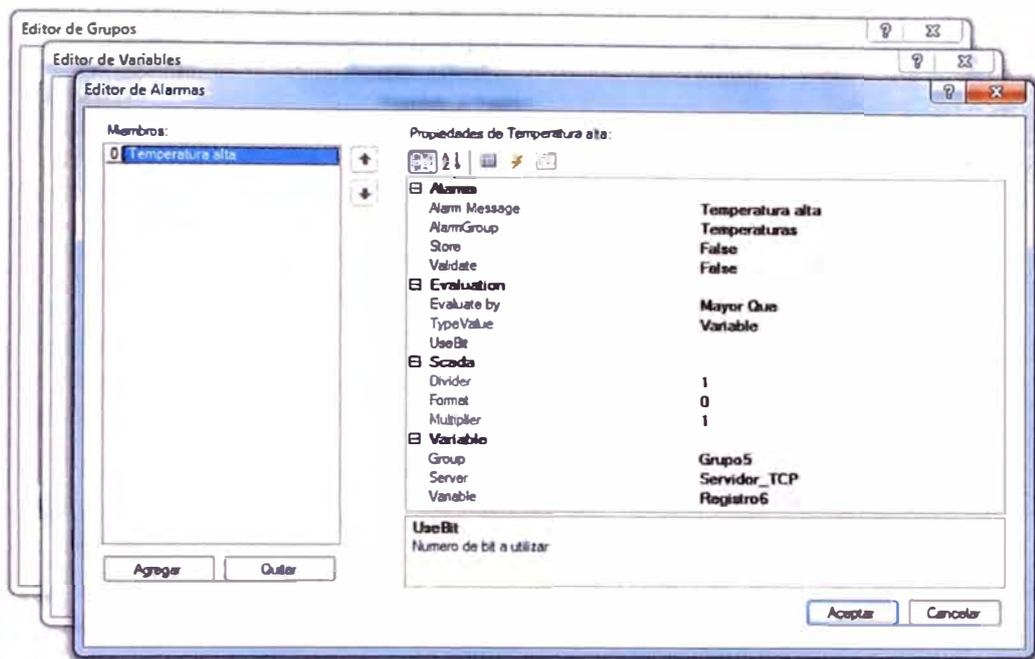


Ilustración 33 – Ventana del editor de alarmas

Veámoslo con detalle examinando cada una de las propiedades de la alarma.

- **Store:** Permite indicar si quedará constancia de la alarma. Para poder almacenar las alarmas se tendrá que definir adicionalmente un servidor de base de datos en el que, en su propiedad **Alarms**, se establezca que es el que se utilizará para guardar éstas.
- **Alarm Message:** Mensaje que mostrará la alarma al activarse.
- **AlarmGroup:** Grupo de permisos a la que está vinculada la alarma.
- **Validate:** Si la establecemos a True, exigirá que un usuario del proyecto scada la valide para que deje de mostrarse en la ventana de alarmas cuando ya no está activa. Para que la validación actúe correctamente es necesario almacenar la alarma. Veremos cómo definir la base de datos, tabla y campos en el punto Guardar en base de datos.
- **Evaluate by:** Establece la condición de comparación que determina cuando estará activa la alarma. Los posibles valores son: *Igual*, *MayorQue*, *MenorQue* y *Distinto*.
- **TypeValue:** Los posibles valores son *Constant* y *Variable*. Especificaremos el valor *Constant* si la comparación establecida por la propiedad **Evaluate by** es frente a un valor absoluto estando este valor definido por la propiedad **Value**. Si el disparo de la alarma queremos que sea en función del valor de otra variable definida en el sistema, el valor de **TypeValue** se debe de poner a *Variable* y se usaran las propiedades **Server**, **Group** y **Variable** para especificar la variable con quien comparar.
- **Value:** Establece el valor que al aplicarle la condición de **Evaluate by** hará que se active la alarma, si hemos establecido **TypeValue** a *Constant*. Por ejemplo si

MONITORIZA

estamos monitorizando una temperatura y definimos la propiedad **Value** a 40 y la propiedad **Evaluate by** a *MayorQue* se nos activará la alarma siempre que el valor de la temperatura supere el valor de 40.

- **UseBit:** Nos permite utilizar de forma aislada los bits de la variable en la evaluación teniendo en cuenta que el primer bit es el 0. Es evidente, que en este caso, solo podremos comparar con los valores 0 y 1.
- **Server, Group y Variable:** Establece que variable del sistema usamos para realizar la comparación establecida por **Evaluate by** siempre que **TypeValue** esté establecido a **Variable**.

El grupo de propiedades Scada nos permite especificar el valor de la variable para su almacenamiento en la base de datos y por tanto para su visualización en el Visor de Alarmas.

- **Divider:** Mostrará el valor de la variable dividido por el número indicado en la propiedad.
- **Multiplier:** Mostrará el valor de la variable multiplicado por el por el número indicado en la propiedad.
- **Format:** Modifica el aspecto del valor de la variable, por ejemplo un formato igual a **##.00** hará que el la variable se muestre con dos decimales.

Los grupos de alarmas los podemos definir bien cuando se está definiendo la alarma mediante la opción **New** de la propiedad **AlarmGroup** o bien mediante el menú **Grupos de Alarma** del menú **Ver**, en el que se nos muestra la siguiente ventana

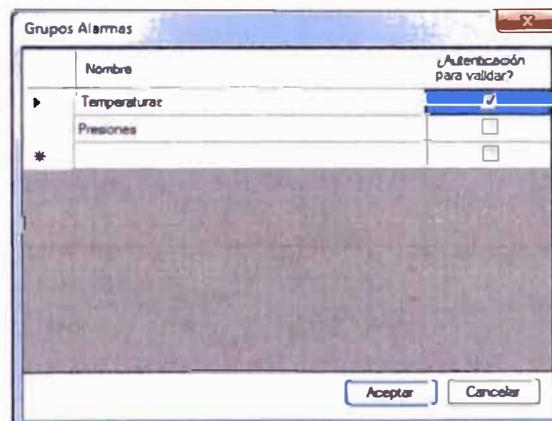


Ilustración 34 – Grupos de Alarmas

En el que además de poder especificar el nombre del grupo de alarma, o cambiarlo si al crearlo nuevo nos hemos equivocado, determinaremos si se quiere forzar una autenticación del usuario volviendo a introducir el nombre y la contraseña cada vez que se quiera validar una alarma que pertenezca al grupo en cuestión.

Tal y como se verá en el capítulo [Usuarios y Permisos](#) hay parámetros generales del proyecto que afectan a este comportamiento.

Demostración: http://www.acimut.com/monitoriza/videos/crear_alarmas/default.html

Visor de Alarmas

El visor de alarmas es el elemento central de notificación y validación de las alarmas que se producen en la ejecución del proyecto Scada.

MONITORIZA



Ilustración 35 – Visor de alarmas

Cada vez que se active una alarma, porque se cumplen las condiciones que se han establecido al diseñar el Scada, se muestra el visor de alarmas, en el tenemos diferentes posibles estados de la alarma en función de si ha definido como que necesita validación o no y estos estados están representados por diferentes colores.

- **Rojo:** Indica que la alarma está activa y requiere que se valide, o sea, hay que pulsar sobre el botón **Validar** para hacer constar que un usuario ha tenido en cuenta la alarma y ha tomado las medidas oportunas.



- **Rosa:** Indica que la alarma está activa y se ha validado, o sea, un usuario de Scada ha pulsado sobre el botón **Validar**.



- **Amarillo:** Indica que la alarma ya no está activa pero todavía no se ha validado.



- **Azul:** Indica que la alarma está activa y no requiere validación. En este caso al no requerir validación desaparece en el momento que la alarma deja de estar activa.



Si una alarma requiere validación, en función del grupo de alarma al que pertenezca, puede que sea necesario volverse a autenticar, esto es, puede que se le vuelva a solicitar el usuario y la contraseña.

Esto se verá con más detalle en el capítulo de [Usuarios y permisos](#). Su función es reforzar la seguridad y que solamente los usuarios autenticados puedan validar la alarma.

Demostración: http://www.acimut.com/monitoriza/videos/validar_alarma/default.html



MONITORIZA

Eventos de Alarmas

Los Eventos de Alarmas es uno de los elementos de extensibilidad de Acimut Monitoriza más importantes.

Mediante el Visor de Alarmas, descrito en el apartado anterior, hemos visto que tenemos la oportunidad de ser notificados cada vez que se produce una alarma y que podremos validarla, en el caso que así este definido, de forma que nos seguirá apareciendo la alarma hasta estar validada aunque la situación de alarma haya dejado de producirse.

El problema es que el Visor de Alarmas nos notifica mediante una ventana emergente, en el puesto de operación correspondiente, que la alarma se ha producido, y por tanto si no se está controlando esa pantalla no nos daremos cuenta de la alarma.

Para solucionar esto tenemos los Eventos de Alarmas, que los podemos definir como procedimientos que se disparan, en el servidor de Acimut Monitoriza, cada vez que una situación de alarma se **inicia**, **finaliza** o se **valida**.

El uso típico de estos eventos es enviar una notificación de que la alarma ha entrado en un determinado estado, por ejemplo enviando un correo electrónico o un mensaje de SMS. De esta forma, si estamos controlando, por ejemplo, una temperatura y esta supera un determinado valor podemos hacer que se nos envíe a un determinado teléfono o a una cuenta de correo un mensaje indicándonos que la temperatura ha superado el valor establecido.

Si bien esto es un uso típico, la verdad es que las posibles acciones que queramos hacer cuando se produce una alarma es muy variada (poner en marcha un proceso en el servidor, o pararlo, grabar en una base de datos, invocar a un servicio externo a nuestro sistema...) por tanto la forma en que Acimut Monitoriza permite definir los procedimientos que se dispararan cuando la alarma se inicie, finalice o se valide es mediante programación del procedimiento en C# o VB.NET.

Vamos a ver cómo hacer todo esto:

Desde la ventana del Editor de Alarmas nos situaremos en la alarma a la que queremos asignarle eventos

MONITORIZA

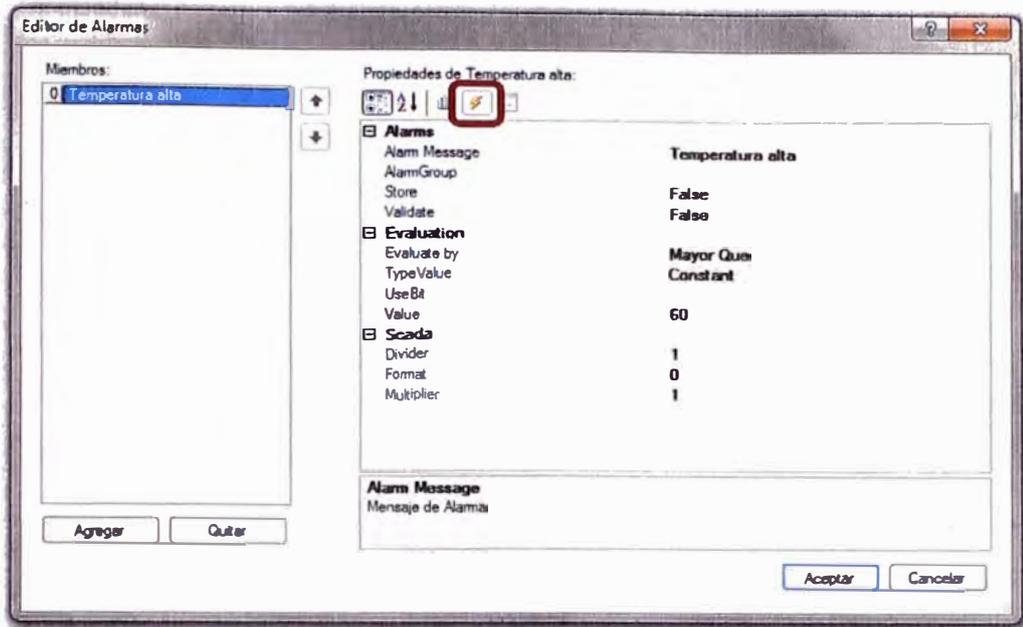


Ilustración 36 – Editor de alarmas

Pulsaremos sobre el botón Eventos (marcado en rojo en la figura) y se nos mostrará la siguiente ventana.

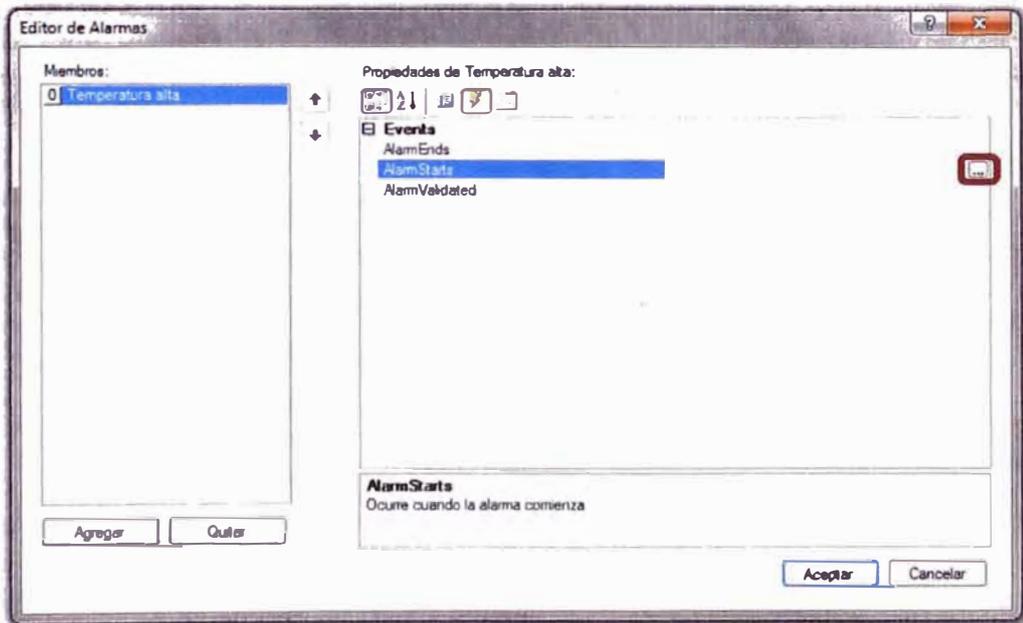


Ilustración 37 – Eventos de alarmas

En ella aparecen tres eventos que son AlarmStars, AlarmEnd y AlarmValidated que son los eventos que se dispararan cuando se inicie una situación de alarma, finalice o se valide respectivamente.

Podremos asociar código a uno o a todos los eventos indistintamente. Por ejemplo para asociar código al evento AlarmStarts pulsaremos sobre el botón de tres puntos (marcado en rojo en la figura) para que se abra el editor de código del evento.

MONITORIZA

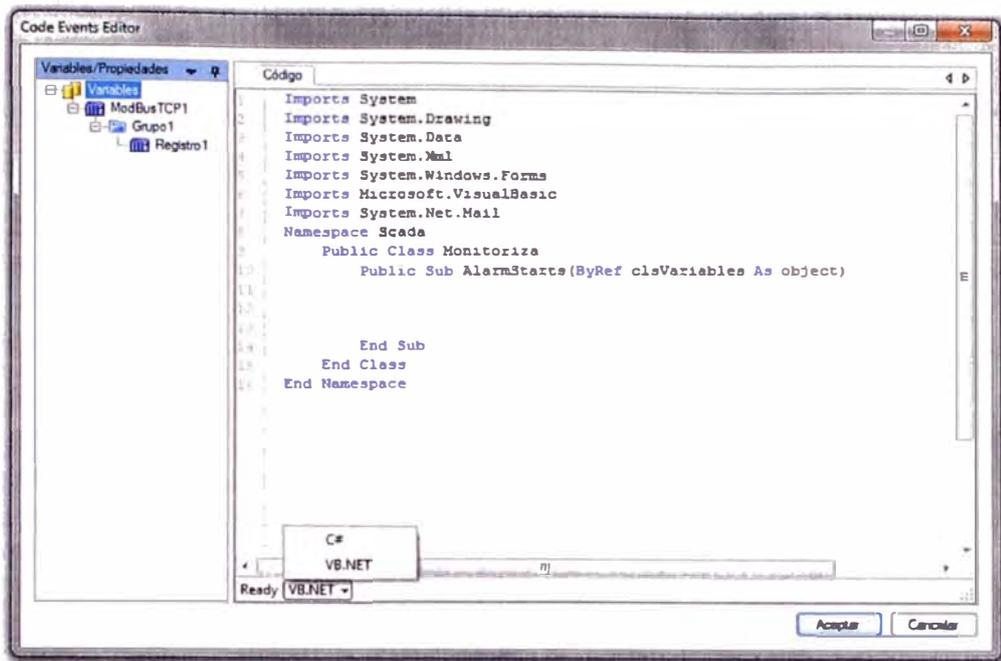


Ilustración 38 – Editor de código de eventos de alarmas

En el Editor de Código de Eventos vemos que podemos escribir el código tanto en C# como en VB.NET, simplemente seleccionando del menú correspondiente.

En el panel izquierdo se nos muestra la relación de Servidores, Grupos y Variables que tengamos definidos, teniendo la posibilidad de arrastrar cualquiera de las variables sobre el editor para así poder recoger su valor o bien modificarlo.

A continuación se muestra en ejemplo del código que sería necesario para enviar un mensaje de correo electrónico utilizando una cuenta de *gmail.com*. En el que se puede observar como simplemente consiste en la creación de un objeto `SmtpClient` que nos establece la conexión con el servidor de correo, un objeto `MailMessage` que nos permite definir el remitente, los destinatarios, el asunto y cuerpo del mensaje. En particular en el ejemplo se ve como para componer el cuerpo del mensaje `MyMailMessage.Body` se utiliza el valor de la variable `Registro1`.

```
Imports System
Imports System.Drawing
Imports System.Data
Imports System.Xml
Imports System.Windows.Forms
Imports Microsoft.VisualBasic
Imports System.Net.Mail
Namespace Scada
    Public Class Monitoriza
        Public Sub AlarmStarts(ByRef clsVariables As object)
            Try
                'Comience por crear un objeto de mensaje de correo
                Dim MyMailMessage As New MailMessage()

                'El campo From requiere una instancia del tipo MailAddress
                MyMailMessage.From = New MailAddress("remitente@gmail.com")

                'El campo To es una colección de tipos MailAddress
                MyMailMessage.To.Add("destinatario@dominio.com")

                MyMailMessage.Subject = "Inicio de Alarma Grupo1, Registro1"

                Dim strBody As String
```

MONITORIZA

```
        strBody = String.Format("{0}. La variable Grupo1, Registro1 ha  
alcanzado el valor {1}", Now(), clsVariables.Variables( "ModBusTCP1", "Grupo1",  
"Registro1", ""))  
  
        MyMailMessage.Body = strBody  
  
        'Crea el objeto SmtplibClient y especifica las credenciales del usuario  
Dim SMTPServer As New SmtplibClient("smtp.gmail.com")  
SMTPServer.Port = 587  
SMTPServer.Credentials = New System.Net.NetworkCredential(  
"usuario@gmail.com", "contraseña")  
SMTPServer.EnableSsl = True  
  
        'Envia el mensaje  
Try  
    SMTPServer.Send(MyMailMessage)  
Catch ex As SmtplibException  
    MessageBox.Show("Ex1=" & ex.Message)  
End Try  
Catch ex2 As SmtplibException  
    MessageBox.Show("Ex2=" & ex2.Message)  
End Try  
End Sub  
End Class  
End Namespace
```

CREAR FORMULARIOS

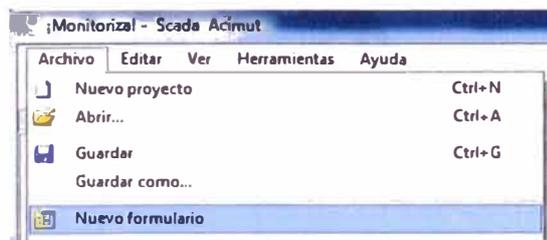
En Acimut Monitoriza para crear un proyecto Scada lo mínimo necesario es definir los servidores de comunicaciones con los autómatas y la interfaz de usuario.

Para crear la interfaz de usuario diseñaremos tantos formularios como nos sea necesario para nuestro proyecto y para ello le agregaremos cualquiera de los controles que se muestran en la ventana **ToolBox**, en cualquiera de sus solapas: *Scada*, *Diseño*, *Windows* y *Controles de usuario*. También podemos agregar los controles arrastrando directamente desde la ventana de **Variables** la variable correspondiente como veremos un poco más adelante.

Para añadir un formulario a un proyecto tan solo hay que hacer clic en el botón de la barra de herramientas que mostramos a continuación.



O bien seleccionar la opción **Nuevo Formulario** del menú **Archivo**.



El aspecto que tendrá ahora el editor de Monitoriza es el siguiente

MONITORIZA

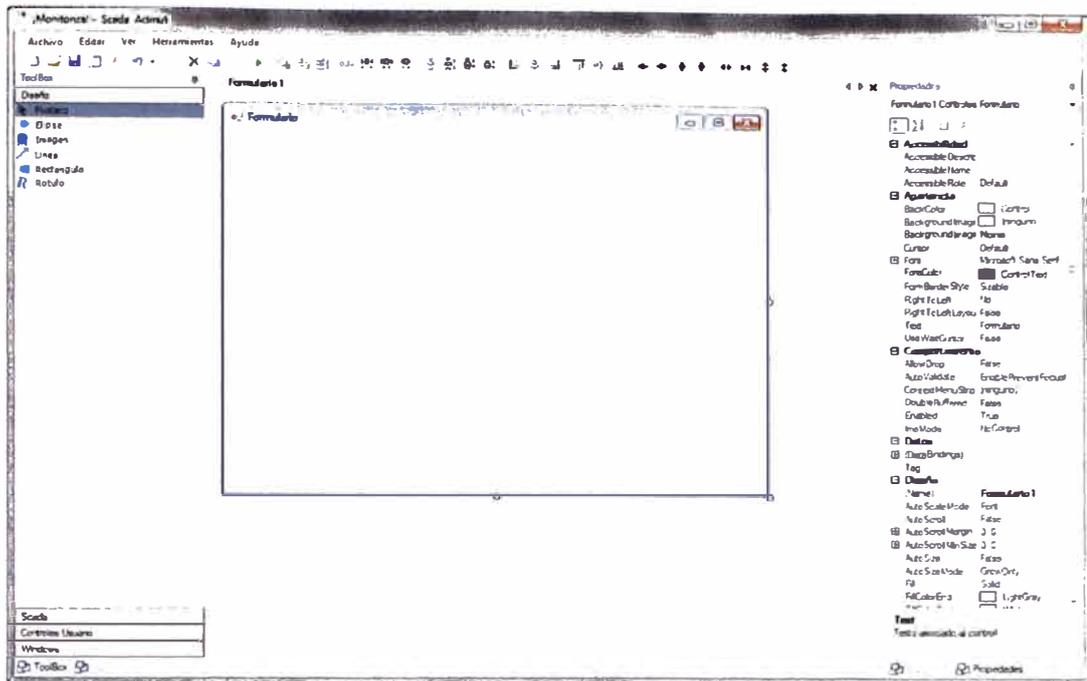


Ilustración 39 – Editor de Monitoriza

Tenemos ahora un nuevo formulario y sus propiedades a la derecha.

También observamos que ahora ya se han activado las herramientas de edición en la barra de herramientas.

Los formularios adicionales que se creen aparecerán en nuevas solapas, además de en el árbol del Explorador de la derecha. Cerrar una solapa no implica que se elimine un formulario.

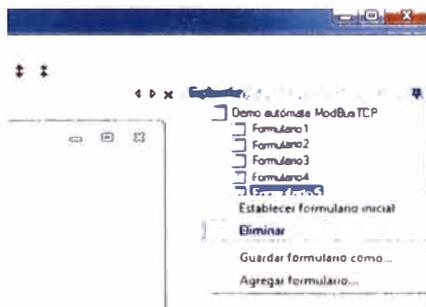


Ilustración 40 – Árbol del explorador del proyecto

El explorador de proyectos nos permite con un doble clic abrir un formulario y mediante un menú contextual *Eliminar*, *Exportar* e *Importar* formularios.

Demostración: http://www.acimut.com/monitoriza/videos/crear_formularios/default.html

Como decíamos anteriormente para añadir controles al formulario podemos arrastrarlos desde la ventana de **ToolBox** como se indica en la siguiente ilustración

MONITORIZA

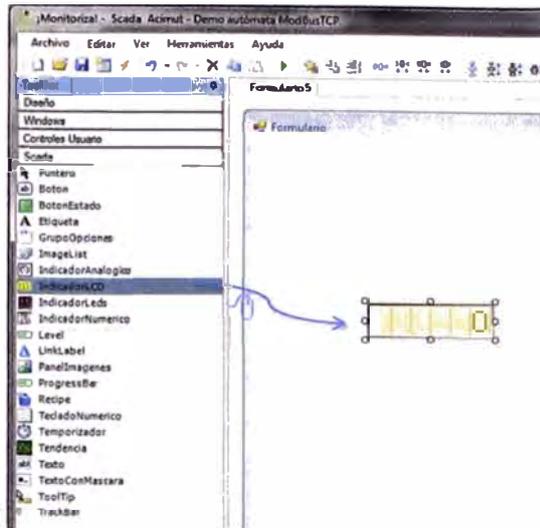


Ilustración 41 – Arrastre de un control desde la ventana de ToolBox

O bien arrastrar una variable desde la ventana de Variables tal y como se aprecia en la siguiente ilustración

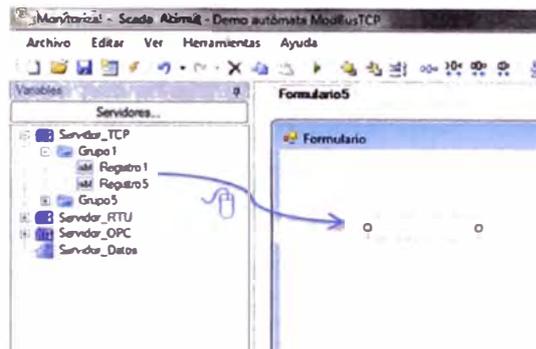


Ilustración 42 – Arrastre de un control desde la ventana de variables

El arrastrar una variable tiene la ventaja que en la misma operación estamos realizando dos acciones ya que por una parte diseñamos el formulario estableciendo los controles necesarios y por otra a esos controles les asignamos directamente las propiedades *Server*, *Group* y *Variable*

| | |
|-----------------|--------------|
| Scada | |
| (Server) | Servidor_TCP |
| CodeBindings | |
| Divider | 1 |
| Format | 0 |
| Group | Grupo 1 |
| Multiplier | 1 |
| NumberingSystem | Decimal |
| UseBit | |
| Validations | |
| Variable | Registro 1 |

Por defecto al arrastrar una variable nos crea un control Texto, pero pulsando con el ratón sobre el nombre de la variable le podemos cambiar a esa variable el tipo de control asociado a ella, simplemente eligiendo el tipo correspondiente de la lista que se nos despliega.

MONITORIZA

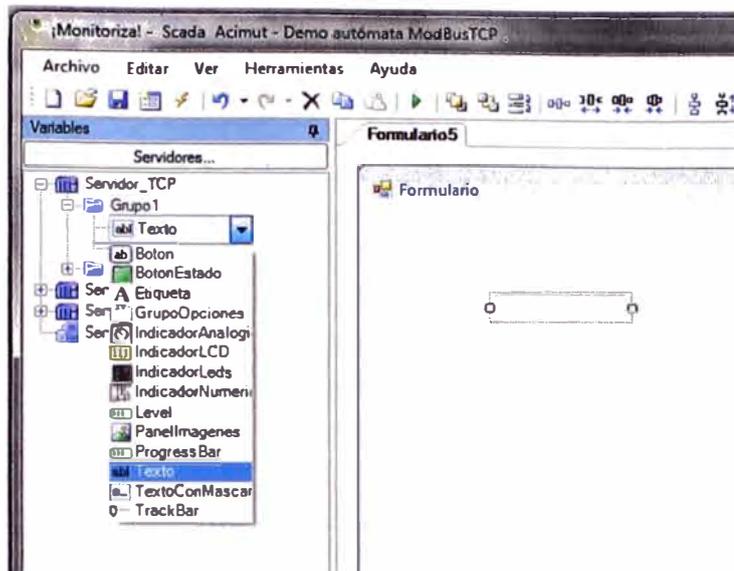
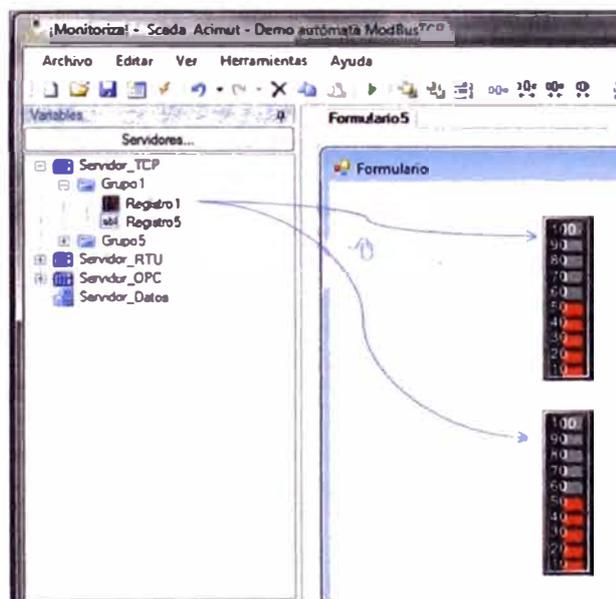


Ilustración 43 – Lista de controles vinculables a una variable

La lista de controles que se despliega está compuesta por todos los controles de Acimut Monitoriza que pueden mostrar o editar el valor de una variable.

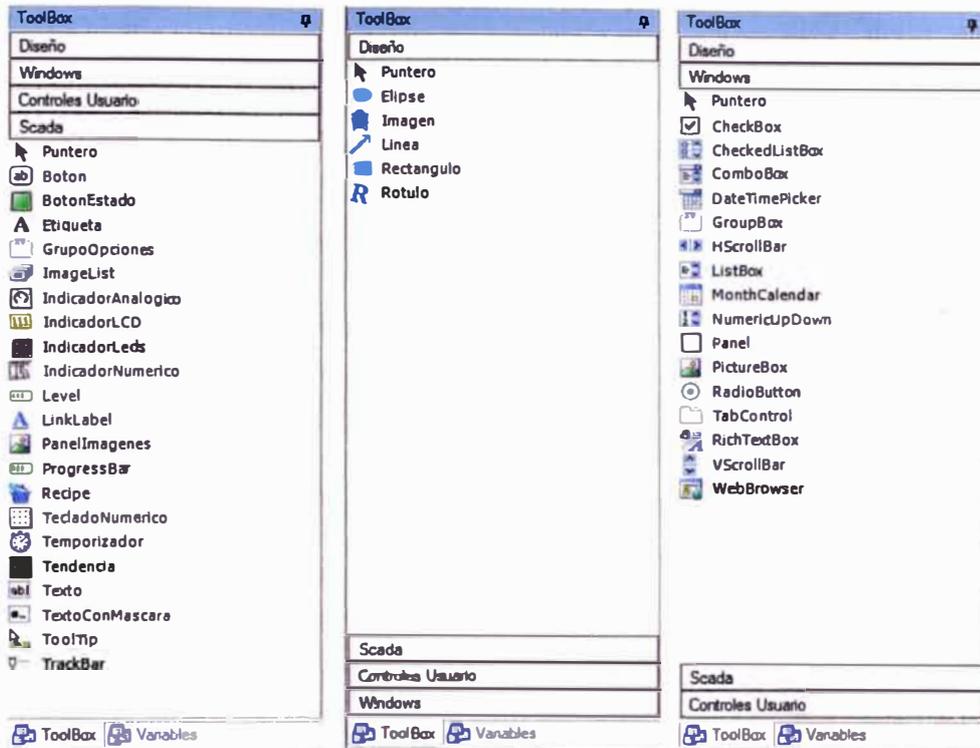
Una vez que tenemos asignado un tipo de control para la variable cada vez que arrastremos esa variable se nos creará un control del tipo correspondiente en cualquiera de los formularios de nuestro proyecto.



Otra operación que se puede realizar es arrastrar una variable pero dejándola caer sobre un control existente, mediante esta operación lo que conseguimos es asignar al control existente las propiedades Server, Group y Variable de la variable que estamos arrastrando. En el caso que arrastremos la variable sobre un control que no tenga las propiedades Server, Group y Variable evidentemente no tendrá ningún efecto la operación.

CONTROLES DE MONITORIZA

Los controles que pueden utilizarse son los que están en la Toolbox, en cualquiera de las solapas Scada, Diseño, Windows o Controles Usuario.



Todos estos controles pueden arrastrarse a la superficie de un formulario, una vez sobre el formulario podrán editarse sus propiedades mediante las cuales le daremos la funcionalidad deseada.

Existen tres grupos principales de controles, los que nos permiten agrupar funcionalidades, como son Panel y TabControl, y los que nos permitirán mostrar al usuario los valores de las Variables.

Son estos últimos controles los que tienen propiedades para poder definir cómo mostrarán el valor de una variable.

Vemos a continuación un ejemplo de estas propiedades, comunes en la mayor parte de los casos.

Las propiedades (Server), Group y Variable hacen referencia a la variable que se representará. La propiedad UseBit, si se utiliza, hace referencia al bit, entre 0 y 15, que se representará (valor 0 o 1).

| | |
|-----------------|---------|
| Scada | |
| (Server) | |
| CodeBindings | |
| Divider | 1 |
| Format | 0 |
| Group | |
| Multiplier | 1 |
| NumberingSystem | Decimal |
| UseBit | |
| Validations | |
| Variable | |

Las propiedades Divider y Multiplier alteran el valor mostrado. La propiedad NumberingSystem permite mostrar valores en formato hexadecimal.

Format nos permite, por ejemplo, mostrar y limitar el número de decimales mostrados.

MONITORIZA

Por último, la propiedad **Validations**, nos permite establecer condiciones de escritura y de visualización sobre el control, en caso de cumplirse las validaciones aparecerá un aviso de incidencia junto al control.

Vemos a continuación el Editor de Validaciones.

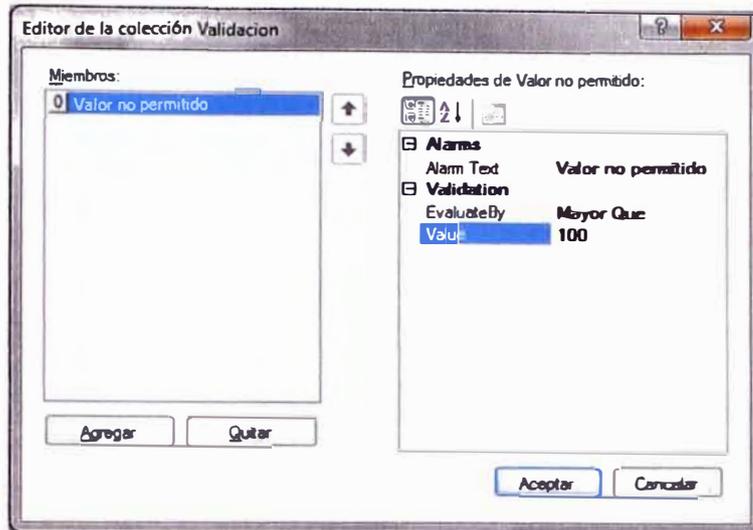


Ilustración 44 – Editor de validaciones

La relación completa de los controles disponibles es la siguiente:

Solapa Scada

Botón

La funcionalidad de este control es poder ejecutar acciones por parte del usuario.

Las propiedades principales de este control son: **Action** y **Actions**, usaremos la primera cuando queremos que el botón realice una única acción y la propiedad **Actions** cuando se deben realizar un conjunto de acciones de forma consecutiva.

Las posibles opciones de la propiedad **Action** y del conjunto de **Actions** son las siguientes:

- **NoAccion:** Indica que el botón no realiza ninguna acción.
- **AbrirFormulario:** Abre formulario indicado en la propiedad **Form**.
- **CerrarFormulario:** Cierra el formulario actual.
- **SalirScada:** Cierra la aplicación.
- **ForzarValor:** Fuerza a que la variable indicada mediante las propiedades **Server**, **Group** y **Variable** tome el valor indicado en la propiedad **Value**.
- **MostrarHistoricoAlarmas:** Muestra el formulario correspondiente al [histórico de alarmas](#).
- **MostrarGráfica:** Muestra el formulario correspondiente al [histórico de datos](#).

Para establecer un conjunto de acciones para el botón se hace mediante el editor de la colección de acciones como se ve en la siguiente imagen:

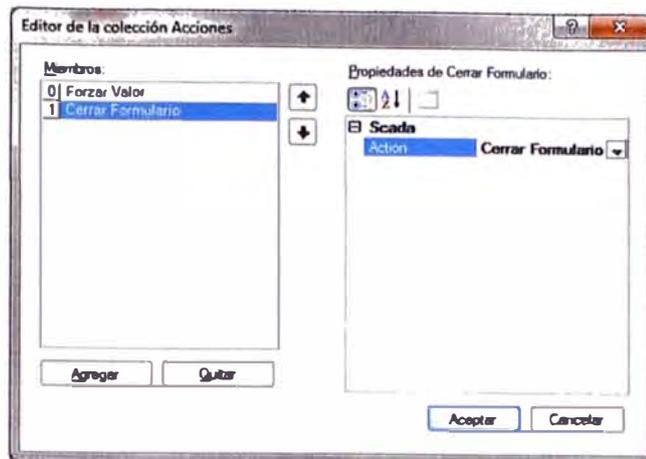


Ilustración 45 – Editor de colección de acciones



BotonEstado

Este control nos servirá normalmente para mostrar y modificar el estado de una variable.

Por defecto el funcionamiento del **BotonEstado** consiste en asignarle una variable de las definidas en los servidores de comunicaciones y el botón mostrará un color u otro en función de si la variable vale 0 ó 1 y además cada vez que pulsemos el botón intercambiará el valor de la variable a 0 ó 1

Pero también podemos hacer que muestre un conjunto de imágenes o una relación de colores en función del valor de la variable y que vaya recorriendo la colección de imágenes o los colores cada vez que pulsemos el botón. A cada una de las imágenes o colores se le asigna un valor o rango y por tanto mostrará la imagen o el color en función del valor de la variable.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Server, Group, Variable y UseBit:** Que nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómatas en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado y adicionalmente establecer la propiedad **UseBit** si queremos referirnos a un determinado bit en concreto.
- **Color v=0 y Color v=1:** Definen el color que mostrará el botón cuando la variable vale 0 y 1 respectivamente. Los colores por defecto son Rojo para el valor 0 y Verde para el valor 1
- **Shape:** Los posibles valores son *Circulo* y *Cuadrado* harán que el botón se represente respectivamente como se puede ver en las siguientes figuras:



- **BorderWidth:** Establece el ancho del borde.
- **ReadOnly:** Indica que el botón simplemente mostrará el valor de la variable, la pulsación del botón no tendrá ningún efecto.
- **Value:** Valor de la variable asociada con las propiedades **Server, Group y Variable**.
- **Text:** La propiedad **text** nos permite establecer un texto que se mostrará en el control
- **Images:** Cuando queremos hacer que el botón muestre un conjunto de imágenes o una relación de colores en función del valor de la variable lo haremos mediante esta propiedad con el editor de la colección que se muestra en la figura siguiente:

MONITORIZA



Ilustración 46 – Editor colección de imágenes y colores

En el agregaremos tantos rangos de valores como estados queramos tener, para cada estado podemos asignarle un color y una imagen, la forma en que se comporta el control es que si un determinado rango no tiene imagen asignada mostrará el color correspondiente a ese rango, mientras que si hay una imagen asignada prevalecerá la imagen sobre el color y mostrará por tanto la imagen correspondiente

De igual forma la propiedad **Images** prevalece sobre las propiedades **Color v=0** y **Color v=1**, o sea, que si tenemos definidos uno o varios rangos de valores en la propiedad **Images** el comportamiento del control será el establecido por esta propiedad y no tendrá en cuenta los valores que tengan las propiedades **Color v=0** y **Color v=1**

Adicionalmente, las imágenes se ven afectadas por la propiedad **Rotate**, que como se describe a continuación, modifica el aspecto de las imágenes, transformando si se desea la forma de representarlas.

Rotate integra en una sola propiedad la posibilidad de rotar la imagen (90,180 y 270) y la posibilidad de generar una imagen reflejada (en el eje X, el eje Y o ambos). Veamos algunos ejemplos:



Etiqueta

El control etiqueta nos permite mostrar textos fijos, valores de variables y textos variables en función del valor de la variable

Es un control de solo lectura, o sea, su funcionalidad es mostrar textos o valores pero nunca podremos modificar un valor con este control.

MONITORIZA

El comportamiento por defecto del control es el de mostrar un texto fijo, para mostrar el valor de una variable deberemos vincular una variable con el control a través de las propiedades **Server, Group, Variable**

Si lo que queremos es que nos muestre distintos textos lo haremos a través de la propiedad **Messages**.

Veamos por tanto las principales propiedades del control:

- **Server, Group, Variable y UseBit:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómatas en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado y adicionalmente establecer la propiedad UseBit si queremos referimos a un determinado bit en concreto.

El establecer este conjunto de variables hace que cambie el comportamiento del control de manera que se mostrará el valor de la variable referenciada por Server, Group y Variable en vez del texto que esté establecido en la propiedad Text.

- **Text:** Texto asociado al control. Esta propiedad no tiene efecto si se establecen las propiedades Server, Group y Variable.
- **AutoEllipsis:** Si se establece a True, los textos que se extienden más allá del ancho del control se sustituyen por puntos suspensivos.
- **AutoSize:** Si se establece a True se habilita el cambio automático del tamaño del control para ajustarse al tamaño del texto.
- **Divider:** Cuando el control está vinculado a una variable, muestra el valor de la variable dividido por el valor de la propiedad.
- **Format:** Cuando el control está vinculado a una variable, muestra el valor según el formato especificado por la propiedad, por ejemplo un formato igual a ##.00 hará que la variable se muestre con dos decimales.
- **Multiplier:** Cuando el control está vinculado a una variable, muestra el valor de la variable multiplicado por el valor de la propiedad.
- **UseBit:** Número del bit a utilizar, el control mostrará un valor de 0 ó 1 en función del valor del bit especificado de la variable a la que esté vinculado.
- **Value:** Valor de la variable asociada con las propiedades Server, Group y Variable.
- **Messages:** Mediante esta propiedad podemos hacer que el control muestre distintos mensajes en función del valor de la variable vinculada, para ello mediante el editor de la colección de mensajes estableceremos los rangos a los que queremos que se muestre cada uno de los mensajes.

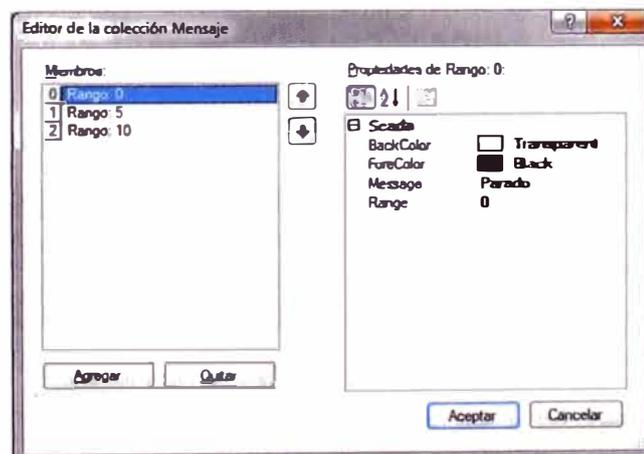


Ilustración 47 – Editor de colección de mensajes

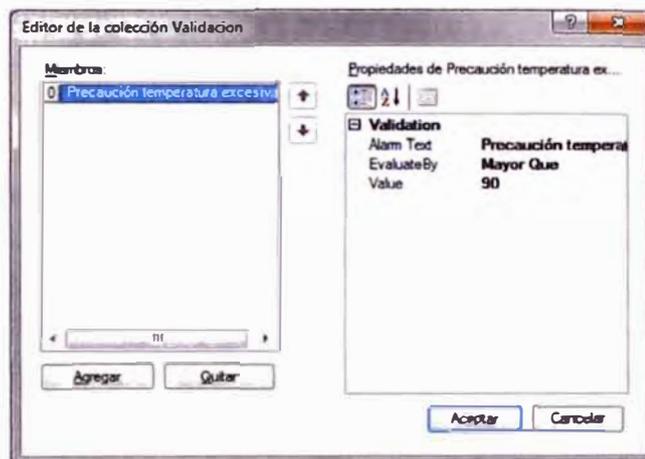
MONITORIZA

Para cada uno de los posibles mensajes estableceremos las propiedades Range, Message, BackColor y ForeColor, siendo el *Range* el valor máximo por debajo del cual queremos que se muestre el mensaje, *Message* el texto que se mostrará y BackColor y ForeColor los colores del fondo de la etiqueta y del texto respectivamente.

- **Validations:** La propiedad Validations nos permite definir un conjunto de condiciones, sobre el valor de la variable a la que esté vinculado el control, de forma que si en la ejecución del proyecto se cumple alguna de esas condiciones se mostrará un aviso junto al control, por ejemplo, podemos diseñar un formulario como el de la figura siguiente



en el que se han puesto dos etiquetas una con un texto fijo y otra vinculada a una variable, en esta se ha establecido la propiedad Validations mediante el editor de colección de validaciones tal y como se muestra en la figura siguiente



en el que se ha especificado que se muestre un mensaje de alarma asociado a este control cuando el valor de la variable es mayor que 90.

Gr. Opciones

Opción1 Opción2 Opción3

GrupoOpciones

El control GrupoOpciones nos sirve para establecer o mostrar el valor de una variable que tiene un conjunto de valores definido.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Server, Group, Variable y UseBit:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómata en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado y adicionalmente establecer la propiedad UseBit si queremos referirnos a un determinado bit en concreto.
- **Text:** Texto que se muestra como cabecera del grupo de opciones.



MONITORIZA

- **ReadOnly:** Si se establece a True indica que el control mostrará el valor de la variable pero no nos dejará modificarlo.
- **Value:** Valor de la variable asociada con las propiedades Server, Group y Variable.
- **Options:** Mediante esta propiedad establecemos el conjunto de opciones asociadas al control, para ello se utiliza el Editor de la colección de opciones que se muestra en la figura siguiente

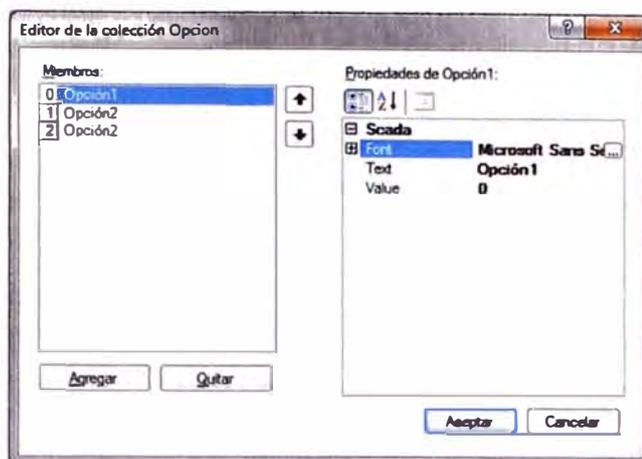


Ilustración 48 – Editor de la colección de opciones

en el que para cada una de las opciones estableceremos las propiedades *Value*, *Text* y *Font* donde *Value* es el valor de la variable vinculada para el cual se activará esta opción y por tanto el valor que se le asignará cuando se seleccione la opción y *Text* y *Font* son el texto que se mostrará con la fuente correspondiente.

ImageList1 **ImageList**

El control ImageList se utiliza para almacenar imágenes que, a partir de ese momento, podrán mostrar otros controles.

Puede utilizar una lista de imágenes con cualquier control que tenga una propiedad ImageList

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **ColorDepth:** Obtiene o establece el número de colores utilizado para procesar la imagen de la lista de imágenes. Esta propiedad es necesario establecerla antes que la propiedad Images.
- **ImageSize:** Tamaño de las imágenes en píxeles. Esta propiedad es necesario establecerla antes que la propiedad Images.
- **Images:** Colección de imágenes almacenadas en el ImageList.



MONITORIZA



IndicadorAnalogico

La función de este control es la de mostrarnos el valor de una variable de manera visual, teniendo una representación analógica de la variable, nos servirá normalmente cuando sabemos entre que intervalo de valores se encuentra la variable y queremos hacer una representación gráfica de ella.

El control tiene la posibilidad de almacenar el valor máximo que alcance la variable en la sesión correspondiente, o sea, mientras que se está ejecutando la aplicación, no lo almacena de forma permanente.

Si queremos durante una sesión de ejecución de la aplicación se restablezcan el valor máximo podremos hacerlo mediante un Click sobre el control.

Mediante programación se puede invocar al método Reset del control para restablecer el valor máximo.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **ArrowColor:** Obtiene o establece el color con que se mostrará la flecha que indica el valor de la variable.
- **Decimals:** Número de decimales con que se muestran en los números de la escala de valores.
- **StoreMaximum:** Se establecerá True si se desea que se visualice durante la sesión de ejecución el máximo alcanzado por la variable. Por ejemplo en la siguiente figura se muestra el IndicadorAnalogico representando un valor de 60, habiendo alcanzado un máximo de 80



- **StartingAngle:** Ángulo inicial en grados en el cual se empezara a dibujar la escala de valores.
- **BarsBetweenValues:** Número de divisiones o marcas secundarias que se dibujarán entre cada una de las marcas principales establecidas para la escala de valores.
- **SpacingBetweenNumbers:** Espaciado en grados entre las marcas principales de la escala de valores.
- **Interval:** Número de unidades de la escala de valores entre marcas principales.
- **Maximum:** Valor máximo de la escala de valores que puede representar el control. Cualquier valor de la variable superior al valor de la propiedad se representará con el valor de la propiedad.
- **MaximumStored:** Valor máximo alcanzado por la variable durante la sesión de ejecución. No almacena el máximo histórico de la variable.



MONITORIZA

- **Minimum:** Valor mínimo de la escala de valores que puede representar el control. Cualquier valor de la variable inferior al valor de la propiedad se representará con el valor de la propiedad.
- **ClockWiseDirection:** Sentido de giro en que se representan los valores de la escala. Si se establece a True el sentido de giro será el de las agujas del reloj.
- **Text:** Texto asociado al control. Normalmente usaremos este texto para indicar lo que estamos midiendo o las unidades de la variable.
- **Server, Group y Variable:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómeta en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado.
- **Divider:** Muestra el valor de la variable dividido por el valor de la propiedad.
- **Multiplier:** Muestra el valor de la variable multiplicado por el valor de la propiedad.
- **Value:** Valor de la variable asociada con las propiedades Server, Group y Variable.



IndicadorLCD

La función del control IndicadorLCD es fundamentalmente de diseño, en el sentido que nos servirá para mostrar el valor de una variable pero de una forma en la que simula la representación mediante un panel LCD de matriz de puntos.

Su función es de solo lectura, ya que mediante este control solo podremos visualizar datos pero no podremos modificarlos.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Server, Group, Variable y UseBit:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómeta en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado y adicionalmente establecer la propiedad UseBit si queremos referirnos a un determinado bit en concreto.
- **Divider:** Muestra el valor de la variable dividido por el valor de la propiedad.
- **Format:** Muestra el valor según el formato especificado por la propiedad, por ejemplo un formato igual a 0000 hará que el la variable se muestre relleno con ceros las casillas por la izquierda del valor tal y como se muestra en la figura.

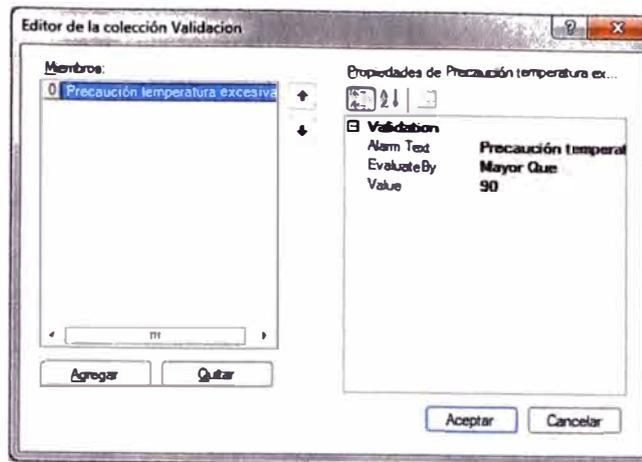
- **Multiplier:** Muestra el valor de la variable multiplicado por el valor de la propiedad.
- **Value:** Valor de la variable asociada con las propiedades Server, Group y Variable.
- **Validations:** La propiedad Validations nos permite definir un conjunto de condiciones, sobre el valor de la variable a la que esté vinculado el control, de forma que si en la ejecución del proyecto se cumple alguna de esas condiciones se mostrará un aviso junto al control, por ejemplo, podemos diseñar un formulario como el de la figura siguiente



en el que se han puesto un IndicadorLCD vinculado a una variable, en este se ha establecido la propiedad Validations mediante el editor de colección de validaciones tal y como se muestra en la figura siguiente

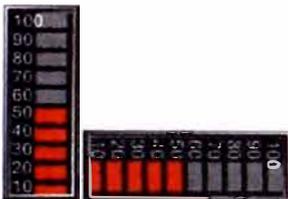


MONITORIZA



en el que se ha especificado que se muestre un mensaje de alarma asociado a este control cuando el valor de la variable es mayor que 90.

- **BorderWidth:** Indica el grosor en pixeles del borde que se dibuja alrededor del control.



IndicadorLeds

El IndicadorLeds pertenece al conjunto de controles que nos sirve para mostrar de una forma gráfica el valor de una variable.

Su representación se basa en la simulación de que según el valor de la variable se enciende o se apagan los "leds" que se muestran en el control.

Su función es de solo lectura, ya que mediante este control solo podremos visualizar datos pero no podremos modificarlos.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Server, Group, Variable y UseBit:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómata en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado y adicionalmente establecer la propiedad UseBit si queremos referimos a un determinado bit en concreto.
- **Divider:** Muestra el valor de la variable dividido por el valor de la propiedad.
- **Multiplier:** Muestra el valor de la variable multiplicado por el valor de la propiedad.
- **Value:** Valor de la variable asociada con las propiedades Server, Group y Variable.
- **Maximum:** Valor máximo de la escala de valores. Cualquier valor de la variable superior a este valor se representará con el valor máximo.

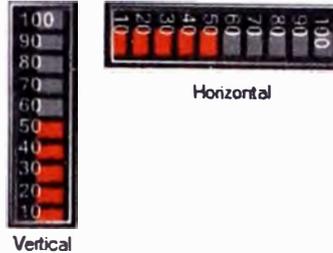
MONITORIZA

- **LedsNumber:** Número de leds que se mostrarán en el control. Por ejemplo si establecemos su valor a 5 con la propiedad máximo a 100 se representará según se

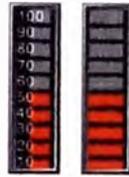


muestra en la figura.

- **Orientation:** Los posibles valores de esta propiedad son: Vertical y Horizontal.



- **ShowScale:** Determina si se muestra la escala de valores del control.



- **ForeColorLeds:** Color de los leds al iluminarse.



0 0 0 0 0 0

IndicadorNumerico

Con el control IndicadorNumerico podremos mostrar el valor de una variable como si fuera un odómetro o cuentarrevoluciones.

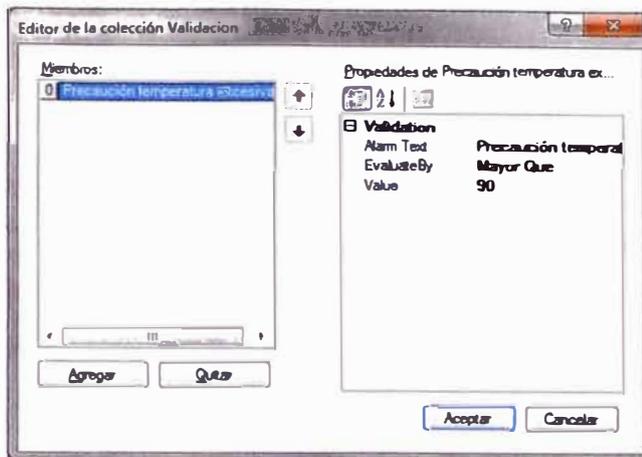
Su función es de solo lectura, ya que mediante este control solo podremos visualizar datos pero no podremos modificarlos.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Server, Group, Variable y UseBit:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómata en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado y adicionalmente establecer la propiedad UseBit si queremos referirnos a un determinado bit en concreto.
- **Divider:** Muestra el valor de la variable dividido por el valor de la propiedad.
- **Format:** Muestra el valor según el formato especificado por la propiedad, por ejemplo un formato igual a `##.00` hará que el la variable se muestre con dos decimales usando para ello el color definido en *ForeColorDecimal*. 
- **Multiplier:** Muestra el valor de la variable multiplicado por el valor de la propiedad.
- **Value:** Valor de la variable asociada con las propiedades Server, Group y Variable.
- **Validations:** La propiedad Validations nos permite definir un conjunto de condiciones, sobre el valor de la variable a la que esté vinculado el control, de forma

MONITORIZA

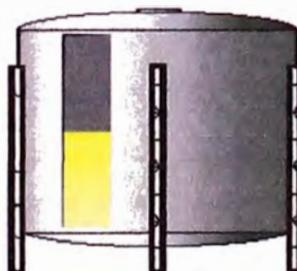
que si en la ejecución del proyecto se cumple alguna de esas condiciones se mostrará un aviso junto el control. Para definir las reglas de validación se usa el Editor de la colección de validaciones que se muestra en la siguiente figura:



- **Digits:** Número de dígitos o "ruedas del cuentarrevoluciones" que se mostrarán.
- **ForeColorDecimal:** Color con que se mostrará la parte decimal de la variable. Por ejemplo el valor 30,56 se mostrará como **003056** si se establece ForeColorDecimal a Rojo y Formato a la expresión **##.00**

Level

El control Level nos sirve para representar de una forma gráfica el valor de una variable. Por ejemplo si tenemos un depósito en que estemos controlando su volumen podemos poner un control Level asociado al volumen sobre una imagen del depósito y tenemos una representación visual del volumen tal y como podemos ver en la figura:



Su función es de solo lectura, ya que mediante este control solo podremos visualizar datos pero no podremos modificarlos.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

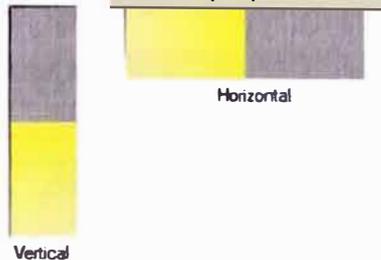
- **Server, Group, Variable y UseBit:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómeta en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado y adicionalmente



MONITORIZA

establecer la propiedad UseBit si queremos referirnos a un determinado bit en concreto.

- **Divider:** Muestra el valor de la variable dividido por el valor de la propiedad.
- **Multiplier:** Muestra el valor de la variable multiplicado por el valor de la propiedad.
- **Value:** Valor de la variable asociada con las propiedades Server, Group y Variable.
- **Maximum:** Valor máximo de la escala. Cuando el valor de la variable supere el máximo se mostrará con el valor correspondiente al máximo.
- **Minimum:** Valor mínimo de la escala. Cuando el valor de la variable sea inferior al mínimo se mostrará con el valor correspondiente al mínimo.
- **ForeColorLevel:** Color con que se representará la parte correspondiente al valor de la variable.
- **Orientation:** Los posibles valores de esta propiedad son: Vertical y Horizontal.



www.acimut.es

LinkLabel

La función del control LinkLabel es la de poder poner enlaces a sitios web dentro del Scada. De esta forma cuando pulsemos sobre un control LinkLabel se abrirá el explorador de Internet y navegará a la dirección especificada por la propiedad URL.

El control LinkLabel no está asociado a las variables del Scada y por tanto no puede representar ningún valor.



Panellmagenes

El control Panellmagenes nos permite visualizar distintas imágenes en función del valor de una variable.

Así, por ejemplo, podemos hacer que el control Panellmagenes nos muestre la imagen siguiente si el valor de la variable es menor que 150





MONITORIZA

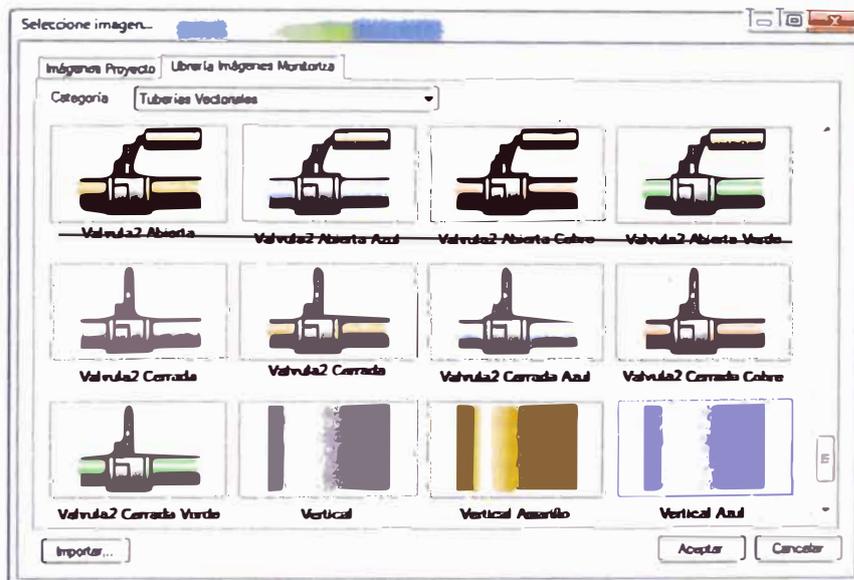
y la imagen siguiente si es mayor o igual que 150



Para asignar las imágenes usaremos la propiedad **images** y mediante el editor de la colección de imágenes iremos definiendo las imágenes y los valores a los que queremos que se muestren.

Acimut Monitoriza dispone de una gran variedad de imágenes predefinidas gracias a su [Librería de imágenes](#) que nos posibilitará realizar unos diseños atractivos.

Algunas de estas imágenes son las que se muestran en las siguientes figuras:



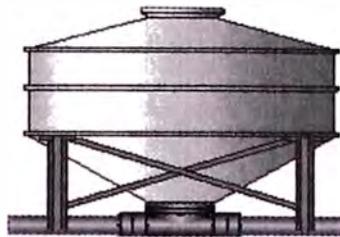
Un tema importante es que las imágenes que se muestran en el PanelImágenes pueden tener zonas transparentes, lo que nos permitirá poner varios controles PanelImágenes que se solapen entre sí y que se vea la parte de las imágenes que quedan por debajo siempre y cuando la de arriba sea transparente.

Por ejemplo supongamos que tenemos estas tres imágenes de la librería de imágenes de Acimut Monitoriza:

MONITORIZA



Podemos combinarlas poniendo unas delante de las otras para obtener esta otra figura, gracias a que las partes que no forman parte del depósito son transparentes.



En este caso la transparencia está conseguida debido a que las imágenes usadas son vectoriales creadas en formato wmf y solo se ha definido como sólidas las zonas en cuestión.

Si lo que queremos es que una imagen de mapa de bits pueda tener transparencia, deberemos definir la imagen con el canal Alfa con valor 0.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Server, Group, Variable y UseBit:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómata en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado y adicionalmente establecer la propiedad UseBit si queremos referirnos a un determinado bit en concreto.
- **Images:** La propiedad *images* nos permite definir la colección de imágenes que queremos asociar a la variable para ello usaremos el editor de la colección de imágenes, en el que iremos definiendo los rangos de variable y las imágenes que asociamos a cada valor

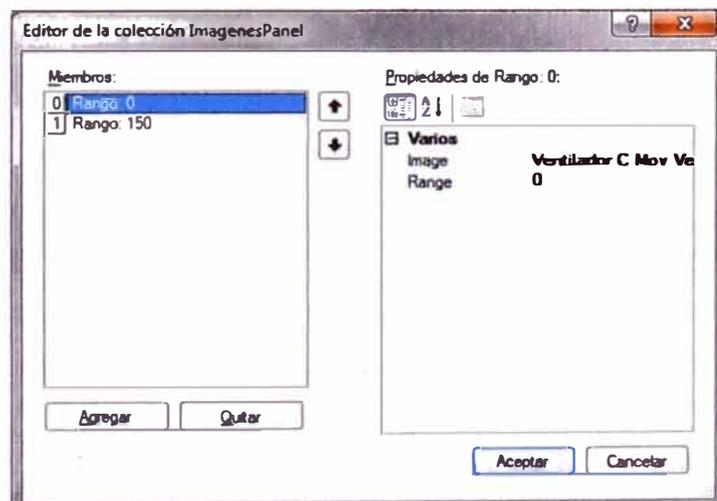


Ilustración 49 – Editor de la colección de imágenes

MONITORIZA

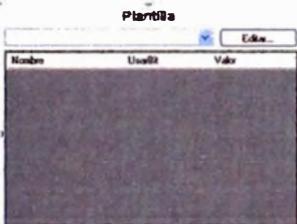
Adicionalmente, las imágenes se ven afectadas por la propiedad **Rotate**, que modifica el aspecto de las imágenes, transformando, si se desea, la forma de representarlas, tal y como se describe en el control BotonEstado.

ProgressBar

La funcionalidad del control ProgressBar es la de representar el valor de una variable, de forma que el tamaño de la barra de progreso es proporcional al valor de la variable.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Server, Group y Variable:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómatas en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado.
- **Divider:** Muestra el valor de la variable dividido por el valor de la propiedad.
- **Multiplier:** Muestra el valor de la variable multiplicado por el valor de la propiedad.
- **Value:** Valor de la variable asociada con las propiedades Server, Group y Variable.
- **Maximun:** Limite superior de la escala con la que trabaja el ProgressBar.
- **Minimum:** Limite inferior de la escala con la que trabaja el ProgressBar.



Recipe

El control Recipe, es el control que permite a los usuarios ver, editar y cargar Recetas en el autómatas siempre y cuando tengan permiso para ello.

Para entender el funcionamiento de este control es adecuado completar esta información con la del capítulo dedicado a Recetas y control Batch.

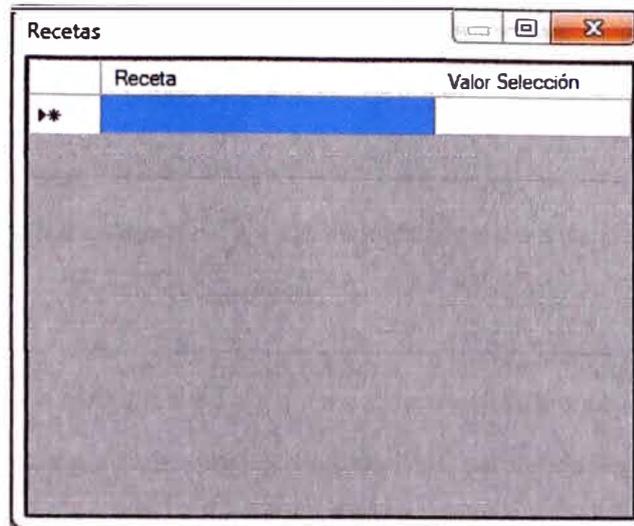
Las propiedades que afectan al funcionamiento de este control son las siguientes:

- **Template:** Aquí se indicará a qué plantilla de recetas hará referencia este control.
- **SendToPLC:** Indica si desde este control se podrá cargar una receta en el PLC. Cuando en ejecución se intenta cargar una receta, si ocurre cualquier problema, o bien, no se cumple con alguno de los requerimientos de la receta algunos elementos del grid mostrarán color rojo, en caso contrario el color será verde.
- **ReadOnly:** Indica si este control permitirá la edición de recetas.

Los botones del control tienen las siguientes funcionalidades:

Editar..

Editar o añadir recetas. Se mostrará la siguiente pantalla.



Además el campo ValorSelección nos permitirá especificar el valor de carga de cada receta en Batch si es necesario.



Guardar las modificaciones en las recetas. **Importante:** Las recetas las almacena el servidor en un fichero en la misma localización y nombre que el proyecto pero con la extensión *recipes*.



Cargar la receta seleccionada en el automático.

En el grid tendremos los registros a los que se podrá, si se dispone de permiso, modificar el valor a cargar en cada uno de los registros. Por otra parte, cuando se intente cargar una receta en el automático el grid se coloreará en verde si se lleva a cabo con éxito y en rojo si hay algún problema o no se cumplen las condiciones fijadas en la receta.



TecladoNumerico

La función del control TecladoNumerico es la de poder tener un teclado en pantalla en los casos en los que en el sistema en ejecución no se dispone de un teclado físico, bien por razones de seguridad o por estar diseñado para un ambiente industrial y solo se dispone de una pantalla táctil.

El control funciona enviando la tecla que se pulse al control del formulario que tenga en foco.

Mediante el control TecladoNumerico podemos ir cambiando de control a control

pulsando la tecla



MONITORIZA

Las teclas  y  mueven el punto de inserción un carácter a la izquierda y a la derecha respectivamente.

Al pulsar la tecla  se borrará la tecla inmediatamente a la izquierda del punto de inserción.

La tecla  envía la pulsación correspondiente a la tecla Intro/Enter con lo cual en función del control que tenga el foco su funcionalidad será diferente.

Las principales propiedades de este control son las correspondientes a la apariencia visual del control y son las siguientes:

- **BackColor:** Color de fondo del control.
- **ForeColor:** Color del primer plano del control. Utilizado para mostrar el texto de las teclas y el borde de ellas.
- **Font:** Fuente del texto de las teclas.
- **Fill:** Determina como se pinta el fondo de cada tecla. Los posibles valores son: **None** - , **Horizontal** - , **Vertical** - , **ForwardDiagonal** -  y **BackwardDiagonal** - .
- **FillColorStart:** Color de inicio del degradado del fondo de la tecla
- **FillColorEnd:** Color final del degradado del fondo de la tecla.



Temporizador1 Temporizador

Se utiliza el control **Temporizador** para provocar un evento en los intervalos definidos por el usuario.

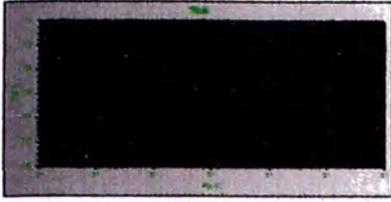
Acimut Monitoriza soporta extensibilidad del marco de trabajo a través de programación de funciones y librerías en los lenguajes de .Net (Visual Basic y C#) y es dentro de este marco de trabajo donde tiene sentido el temporizador, ya que en él lo que podemos hacer es personalizar el evento Tick del temporizador tal y como se verá en el capítulo [Extensibilidad y Programación](#) y en este evento realizar las funciones correspondientes.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Interval:** Frecuencia con que se dispara el evento Tick en milisegundos.
- **Enabled:** Habilita o deshabilita la generación de eventos Tick.



MONITORIZA



Tendencia

El control **Tendencia** sirve para visualizar el valor de una o más variables a lo largo del tiempo.

Pondremos este control en un formulario si queremos que el usuario del scada tenga una pantalla en la que pueda ver cómo evoluciona el conjunto de variables que se haya definido en el diseño.

Si lo que queremos es que en un determinado momento el usuario pueda ver un histórico de datos pudiendo seleccionar la variable y el periodo lo que pondremos es un botón con la propiedad **Action** establecida a **MostrarGrafica** tal y como se ve en el apartado [Mostrar Histórico de Datos](#)

Una cosa importante a tener en cuenta cuando usamos un control **Tendencia** es que si queremos tener un histórico de valores de las variables deberemos definir acciones de guardado para estas variables tal y como se establece en el apartado [Guardar en Base de Datos](#).

Si no guardamos los valores de las variables en base de datos el control **Tendencia** también nos podrá visualizar la evolución de los valores de las variables pero tan solo mostrará los valores recogidos durante la sesión actual, o sea, que empezará con la gráfica vacía sin ningún valor representado y a medida que va pasando el tiempo irá generando la gráfica correspondiente pero nada más cerremos la aplicación estos valores se perderán y volverá a estar vacía la siguiente vez que ejecutemos el scada.

En un mismo gráfico podemos mezclar ambos tipos de variables y hablaremos de variables tipo **AccionGuardado** cuando tenemos un histórico de valores en la base de datos y variables tipo **Dinamica** cuando solo se representan los valores recogidos en la sesión actual.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Frequency:** Frecuencia con que se actualizan los datos en la gráfica, expresada en segundos.
- **Period:** Se establece en minutos y corresponde con el intervalo de tiempo que se muestra en la gráfica. Por ejemplo si se establece un periodo de 100 minutos en la gráfica se visualizaran los valores de las variables correspondientes a los últimos 100 minutos.

MONITORIZA

- **Series:** Conjunto de variables que queremos representar. Para definir las series se utiliza el Editor de Series que se muestra en la figura siguiente:

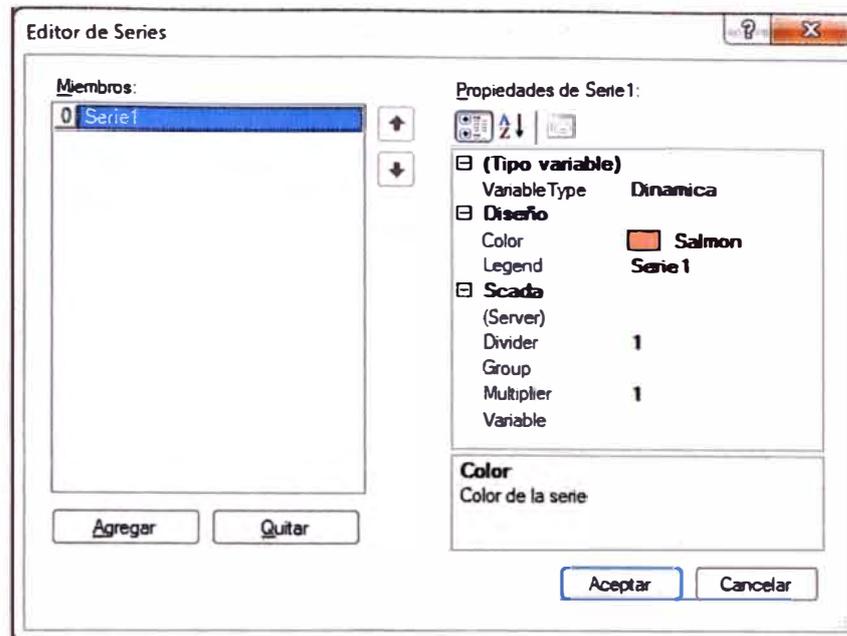


Ilustración 50 – Editor de Series

Para cada serie tenemos que establecer las siguientes propiedades: *VariableType* determina si la variable está guardada en base de datos o no y acepta como posibles valores *AccionGuardado* y *Dinamica*, siendo respectivamente cuando disponemos de valores guardados en base de datos y cuando no.

En el caso de que el tipo de variable sea *AccionGuardado* tendremos que establecer las propiedades *DataServer*, *SaveAction* y *SaveVariables* siendo respectivamente el servidor de base de datos, la acción de guardado donde está definida la variable a representar y la variable en concreto que queremos representar.

En el caso que el tipo de variable sea *Dinamica* tendremos que establecer las propiedades *Server*, *Group* y *Variable* correspondiendo al Servidor de comunicaciones con el autómata, el Grupo de variables donde está definida y la variable en concreto que queremos representar.

Para ambos tipos de variables deberemos especificar el color con que queremos graficar la variable mediante la propiedad *Color* y el texto que aparecerá asociado a la variable en la propiedad *Legend*.

- **XAxisColor:** Color con que se dibujará el eje abscisas.
- **XAxisText:** Texto que aparecerá junto al eje de abscisas.
- **YAxisColor:** Color con que se dibujará el eje de ordenadas.
- **YAxisText:** Texto que aparecerá junto al eje de ordenadas.
- **GraphicStartColor:** Color inicial del gradiente de colores del fondo del gráfico.
- **GraphicEndColor:** Color final del gradiente de colores del fondo del gráfico.
- **PanelStartColor:** Color inicial del gradiente de colores del fondo del área alrededor del gráfico.
- **PanelEndColor:** Color final del gradiente de colores del fondo del área alrededor del gráfico.
- **Legend:** Se establecerá a *True* si queremos que se muestren las leyendas asociadas a cada variable, sino se establecerá a *False*.
- **TitleColor:** Color del texto correspondiente al título.



MONITORIZA

- **FontTitle:** Fuente que se usará para mostrar el título.
- **TitleText:** Texto del título del gráfico.

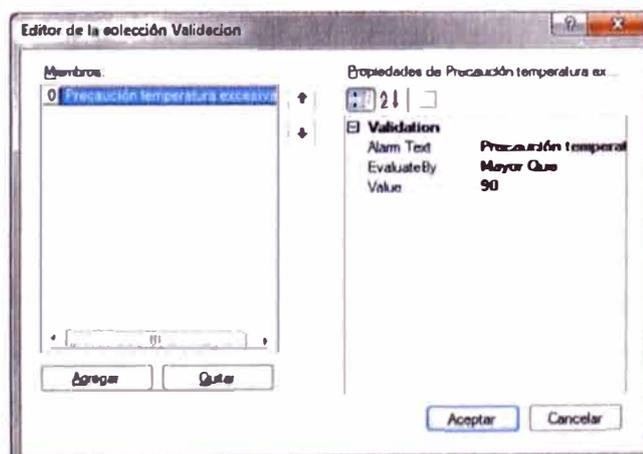
123 Texto

El control texto posiblemente es el control más usado en cualquier proyecto Scada, su objetivo es tanto poder visualizar valores de variables como poder editar y modificar esos valores.

La edición de un valor se finaliza por la pulsación de la tecla *Intro* , hasta que no se pulsa Intro no se transmite el nuevo valor al autómeta.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Server, Group, Variable y UseBit:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómeta en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado y adicionalmente establecer la propiedad UseBit si queremos referirnos a un determinado bit en concreto.
- **Divider:** Muestra el valor de la variable dividido por el valor de la propiedad.
- **Format:** Muestra el valor según el formato especificado por la propiedad, por ejemplo un formato igual a **##.00** hará que el la variable se muestre con dos decimales.
- **Multiplier:** Muestra el valor de la variable multiplicado por el valor de la propiedad.
- **Text:** Valor de la variable asociada con las propiedades Server, Group y Variable.
- **ReadOnly:** Controla si se puede cambiar el valor en el control de edición. Si se establece a True solo se podrá visualizar valores pero no se podrán modificar.
- **NumberingSystem:** Muestra el valor de la variable en el sistema de numeración especificado. Los posibles valores son Decimal y Hexadecimal.
- **Validations:** La propiedad Validations nos permite definir un conjunto de condiciones, sobre el valor de la variable a la que esté vinculado el control, de forma que si en la ejecución del proyecto se cumple alguna de esas condiciones se mostrará un aviso junto el control. Para definir las validaciones se usa el Editor de la colección de validaciones en el que se introduce para cada condición que queremos definir las siguientes propiedades: *Alarma Text*, *EvaluateBy* y *Value*, donde *Alarm Text* es el texto que aparecerá si se cumple la condición, *EvaluateBy* es el tipo de condición que queremos establecer, siendo los posibles valores *Igual*, *MayorQue*, *MenorQue* y *Distinto* y *Value* es el valor con que queremos comparar.



—:— TextoConMascara

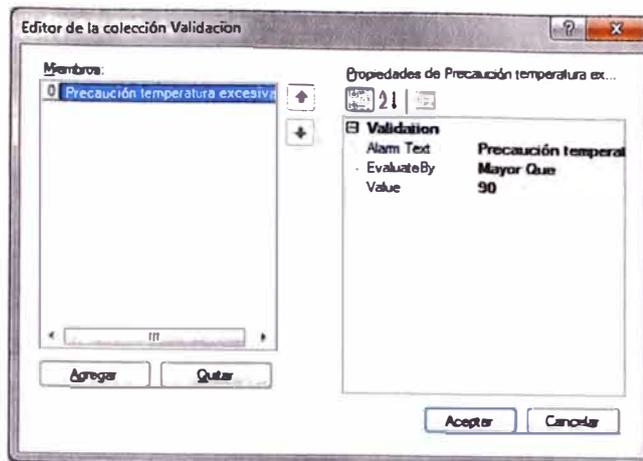
El control `TextoConMascara` es muy parecido al control `Texto`, la única diferencia es que nos permite definir una máscara de edición del texto, por ejemplo, si estamos mostrando una variable que representa información horaria podemos usar una máscara como `__:__` en la que separamos las horas de los minutos.

Al igual que con el control `Texto` con el control `TextoConMascara` podemos tanto visualizar valores de variables como editarlos y modificarlos.

La edición de un valor se finaliza por la pulsación de la tecla *Intro* , hasta que no se pulsa *Intro* no se trasmite el nuevo valor al autómeta.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Server, Group, Variable y UseBit:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómeta en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado y adicionalmente establecer la propiedad `UseBit` si queremos referimos a un determinado bit en concreto.
- **Mask:** Establece la cadena que controla la entrada permitida.
- **Divider:** Muestra el valor de la variable dividido por el valor de la propiedad.
- **Format:** Muestra el valor según el formato especificado por la propiedad, por ejemplo un formato igual a `##.00` hará que el la variable se muestre con dos decimales.
- **Multiplier:** Muestra el valor de la variable multiplicado por el valor de la propiedad.
- **Text:** Valor de la variable asociada con las propiedades `Server`, `Group` y `Variable`.
- **ReadOnly:** Controla si se puede cambiar el valor en el control de edición. Si se establece a `True` solo se podrá visualizar valores pero no se podrán modificar.
- **NumberingSystem:** Muestra el valor de la variable en el sistema de numeración especificado. Los posibles valores son `Decimal` y `Hexadecimal`.
- **Validations:** La propiedad `Validations` nos permite definir un conjunto de condiciones, sobre el valor de la variable a la que esté vinculado el control, de forma que si en la ejecución del proyecto se cumple alguna de esas condiciones se mostrará un aviso junto el control. Para definir las validaciones se usa el Editor de la colección de validaciones en el que se introduce para cada condición que queremos definir las siguientes propiedades: *Alarm Text*, *EvaluateBy* y *Value*, donde *Alarm Text* es el texto que aparecerá si se cumple la condición, *EvaluateBy* es el tipo de condición que queremos establecer, siendo los posibles valores *Igual*, *MayorQue*, *MenorQue* y *Distinto* y *Value* es el valor con que queremos comparar.



ToolTip

Se utiliza el control **ToolTip** para mostrar una ventana de información cuando tenemos el ratón sobre un determinado control.

La principal propiedad de este control realmente no se asigna en las propiedades de este control, sino que simplemente por la presencia de un control ToolTip sobre el formulario todos los controles que contenga ese formulario adquieren una propiedad más que es la propiedad ToolTip.

Es en esta propiedad ToolTip de cada uno de los controles donde introduciremos el texto que queremos mostrar como ayuda o información del control correspondiente.

TrackBar

El control **TrackBar** representa una barra de seguimiento estándar de Windows.

Para configurar los intervalos entre los que se desplaza el valor de la propiedad **Value** de una barra de seguimiento, deberá establecer la propiedad **Minimum** para especificar el extremo inferior del intervalo y la propiedad **Maximum** para especificar el extremo superior del intervalo.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **Server, Group y Variable:** Nos servirán para poder hacer referencia a la variable del autómatas en función del servidor de comunicaciones, el grupo en el que está definida y el nombre simbólico que le hayamos dado.
- **Divider:** Muestra el valor de la variable dividido por el valor de la propiedad.
- **Multiplier:** Muestra el valor de la variable multiplicado por el valor de la propiedad.
- **Value:** Valor de la variable asociada con las propiedades Server, Group y Variable.
- **ReadOnly:** Controla si se puede cambiar el valor de la variable. Si se establece a True solo se podrá visualizar valores pero no se podrán modificar.
- **Minimum:** Extremo inferior del intervalo de la escala de valores.
- **Maximum:** Extremo superior del intervalo de la escala de valores.



MONITORIZA

Solapa Diseño

A partir de aquí se van a describir los controles pertenecientes a la solapa Diseño de la ToolBox de Acimut Monitoriza.

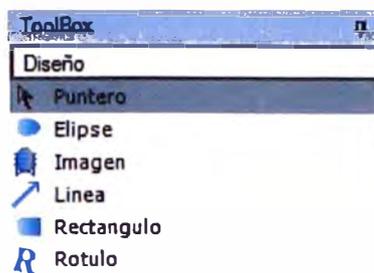


Ilustración 51 – Solapa Diseño ToolBox

Estos controles tienen fundamentalmente una función de diseño de nuestro formulario y no están asociados en ningún caso a la visualización de valores del Scada.

Todos los controles de esta solapa están diseñados para que dispongan de transparencia tanto visual como a los clics del ratón. O sea, que los controles no ocupan una región rectangular del formulario, tal y como es normal en Windows, sino que en aquellas regiones en las que el control no dibuja nada, se muestra totalmente cualquier control que esté por debajo de éste, de forma que se encuentren solapados y no solo se muestra sino si pulsamos con el ratón la pulsación le llegará al control de abajo. Por ejemplo, podemos tener un control **Boton** que tenga encima un control **Rotulo**, tal y como se muestra en la siguiente imagen.



En este caso el control **Rotulo**, a pesar de ocupar la misma área rectangular del formulario, nos dejará ver el control **Boton** que hay detrás y si pulsamos con el ratón por ejemplo en el centro de la O de la palabra Rotulo el clic se realiza sobre el control Boton.



Elipse

El control **Elipse** nos permite dibujar Elipses y Círculos

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

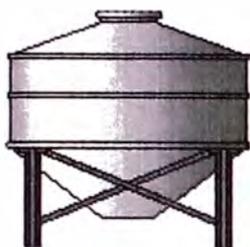
- **BackColor:** Color del relleno de la elipse si la propiedad *Fill* está establecida a *None*.
- **ForeColor:** Color de la línea que forma la elipse. Si la propiedad *Fill* está establecida a *Solid* se utilizará este color como color del relleno de la elipse.
- **Fill:** Tipo de relleno de la elipse. Los posibles valores son: *None*, *Solid*, *Horizontal*, *Vertical*, *ForwardDiagonal* y *BackwardDiagonal*. Las opciones *None* y *Solid* producen un relleno con un color sólido utilizando respectivamente el color *BackColor* y



MONITORIZA

ForeColor para rellenar. Las opciones *Horizontal*, *Vertical*, *ForwardDiagonal* y *BackwardDiagonal* rellenan mediante un degradado de color en la dirección especificada por la opción.

- **FillColorStart:** Color de inicio del degradado del relleno.
- **FillColorEnd:** Color de fin del degradado del relleno.
- **Thickness:** Grosor de la línea que dibuja la elipse.



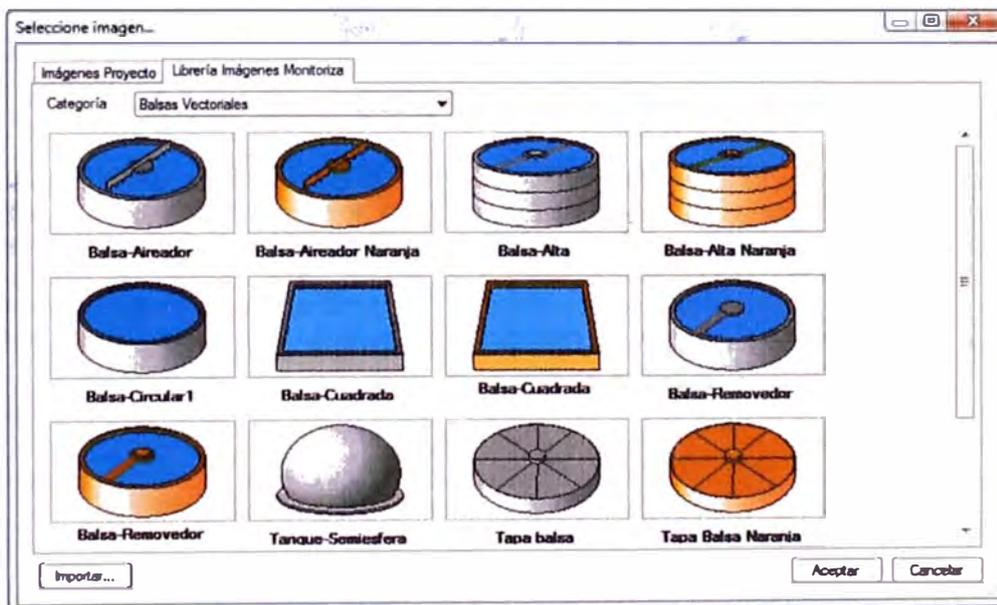
Imagen

El control *Imagen* nos sirve para visualizar una imagen en nuestro formulario.

La principal propiedad en el control *Imagen* es la propiedad *Imagen*. Mediante esta propiedad establecemos que imagen queremos visualizar.

Acimut Monitoriza dispone de una gran variedad de imágenes predefinidas gracias a su [Librería de imágenes](#) que nos permite realizar unos diseños atractivos.

Algunas de estas imágenes son las que se muestran en la figura siguiente:



En el control *Imagen* cuando cambiamos el tamaño del control, la imagen se reajusta adecuadamente al nuevo tamaño. Este reajuste es más perfecto si la imagen que hemos utilizado es vectorial en vez de mapa de bits. En la Librería de Imágenes de Acimut Monitoriza se proporcionan imágenes de los dos tipos.

Igualmente se proporcionan imágenes con movimiento, por ejemplo en la siguiente figura



MONITORIZA



Se dispone de tres versiones del mismo ventilador la primera corresponde con una imagen que tiene movimiento mientras que la última corresponde con una imagen parada. Cuando seleccionamos una imagen de la Librería de imágenes las imágenes que están animadas se muestran en movimiento para que quede clara su funcionalidad.

Adicionalmente, las imágenes se ven afectadas por la propiedad **Rotate**, que modifica el aspecto de las imágenes, transformando si se desea la forma de representarlas, tal y como se describe en el control **BotonEstado**.



Linea

El control **Linea** nos sirve para trazar una línea sobre la superficie del formulario o dentro de cualquier otro control que sea contenedor de controles.

Cuando en el Editor seleccionamos un control **Linea** tal y como se muestra en la figura siguiente:



Aparte del marco identificativo de que el control está seleccionado nos aparecen dos puntos de color rojo. Estos dos puntos que llamaremos manejadores nos sirven para arrastrar el inicio o el fin de la línea a otra posición. Para ello simplemente deberemos seleccionar el manejador con el ratón y arrastrarlo a otra posición, en el momento que soltemos se nos dibujará la línea con el inicio o el fin en la posición final del ratón en función del manejador que hayamos seleccionado.

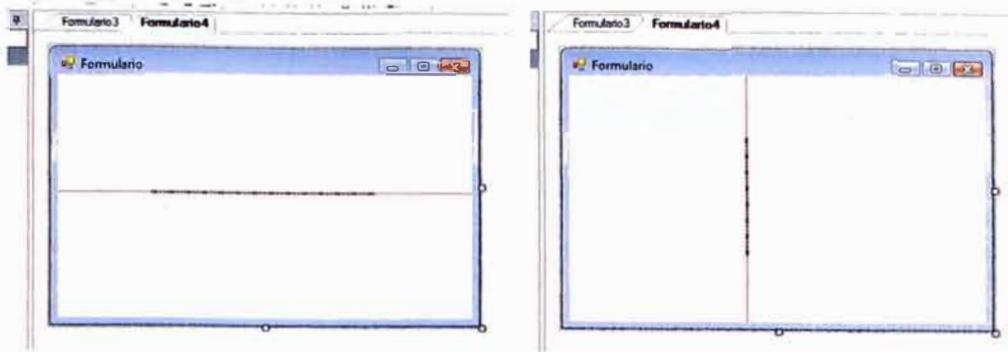


Lo mismo podríamos haberlo conseguido modificando en la ventana de propiedades los valores de las propiedades *PuntoInicial* o *PuntoFinal* pero el poderlo hacer mediante los manejadores facilita mucho el trabajo de diseño.

Otra herramienta útil a la hora de trazar una línea son los indicadores de verticalidad y horizontalidad, estos indicadores se muestran cuando estamos moviendo el punto inicial o final de una línea mediante sus manejadores y la línea se encuentra paralela a alguno de los ejes de coordenadas tal y como se puede ver en las siguientes imágenes.



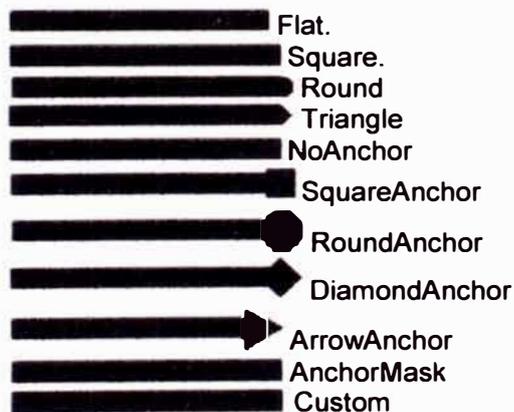
MONITORIZA



Demostración: http://www.acimut.com/monitoriza/videos/mover_linea/default.html

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **ForeColor:** Color de la línea si la propiedad Fill está establecida a Solid.
- **Fill:** Tipo de relleno de la línea. Los posibles valores son: *Solid*, *Horizontal*, *Vertical*, *ForwardDiagonal* y *BackwardDiagonal*. La opción *Solid* produce un relleno con un color sólido utilizando el color establecido en ForeColor. Las opciones *Horizontal*, *Vertical*, *ForwardDiagonal* y *BackwardDiagonal* rellenan mediante un degradado de color en la dirección especificada por la opción.
- **FillColorStart:** Color de inicio del degradado del relleno.
- **FillColorEnd:** Color de fin del degradado del relleno.
- **Thickness:** Grosor de la línea.
- **StartPoint:** Coordenadas del punto inicial de la línea.
- **EndPoint:** Coordenadas del punto final de la línea.
- **StartCap y EndCap:** Establecen las formas del inicio y fin de la línea respectivamente. Los posibles valores son:



Rectangulo

El control **Rectangulo** nos permite dibujar rectángulos que podemos rellenar con degradados.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:



MONITORIZA

- **BackColor:** Color del relleno del rectángulo si la propiedad *Fill* está establecida a *None*.
- **ForeColor:** Color de la línea que forma el rectángulo. Si la propiedad *Fill* está establecida a *Solid* se utilizará este color como color del relleno del rectángulo.
- **Fill:** Tipo de relleno del rectángulo. Los posibles valores son: *None*, *Solid*, *Horizontal*, *Vertical*, *ForwardDiagonal* y *BackwardDiagonal*. Las opciones *None* y *Solid* producen un relleno con un color sólido utilizando respectivamente el color *BackColor* y *ForeColor* para rellenar. Las opciones *Horizontal*, *Vertical*, *ForwardDiagonal* y *BackwardDiagonal* rellenan mediante un degradado de color en la dirección especificada por la opción.
- **FillColorStart:** Color de inicio del degradado del relleno.
- **FillColorEnd:** Color de fin del degradado del relleno.
- **Thickness:** Grosor de la línea que dibuja la elipse.
- **CornerRadius:** Radio de las esquinas redondeadas.

Rotulo1

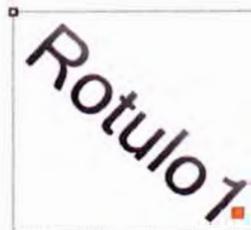
Rotulo

El control **Rotulo** proporciona la posibilidad de mostrar textos orientados en cualquier dirección y con un relleno de las letras que puede ser tanto de color sólido como con un degradado.

Para girar el Rótulo en cualquier dirección tenemos dos posibilidades establecer la propiedad *Angulo* al valor que deseemos o bien utilizar el Editor de Formularios, es decir, al igual que con el control **Línea** cuando seleccionamos un control **Rotulo**, aparte del marco identificativo de que el control está seleccionado nos aparece un punto de color rojo que denominaremos manejador.



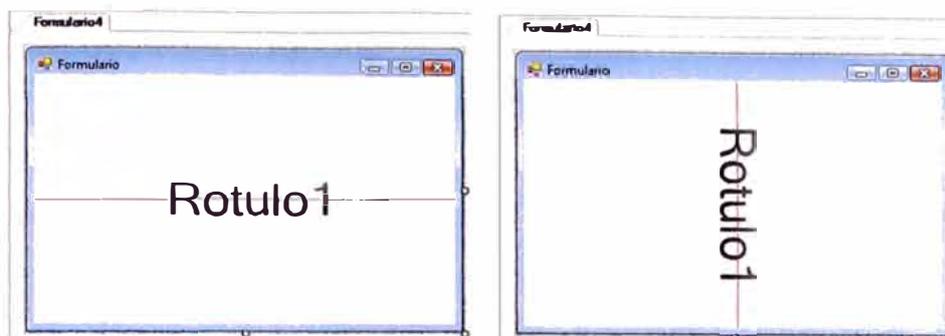
Si arrastramos este manejador en el momento que soltemos se nos dibujará el rótulo en la dirección especificada por el manejador.



El poder girar el rótulo mediante el manejador nos permite frente a establecer la propiedad *Angulo* facilita mucho la labor de diseño.

Otra herramienta útil a la hora de trazar un rótulo son los indicadores de verticalidad y horizontalidad, estos indicadores se muestran cuando estamos moviendo el rótulo

mediante su manejador y el rótulo se encuentra paralelo a alguno de los ejes de coordenadas tal y como se puede ver en las siguientes imágenes.



Demostración: http://www.acimut.com/monitoriza/videos/mover_rotulo/default.html

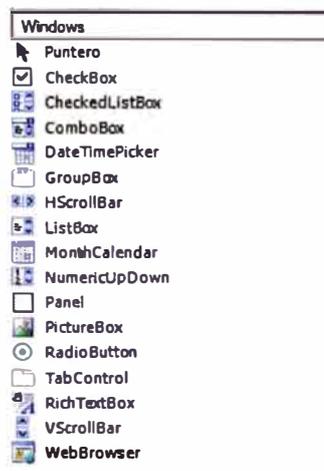
Con el control **Rotulo** hay que tener en cuenta que cuando intentamos seleccionarlo con el ratón el control solo existe sobre el perfil que forman las letras, o sea, que si intentamos seleccionarlo pulsando sobre el centro de por ejemplo una O no se nos seleccionará ya que debemos pulsar dentro del contorno de la letra.

Las principales propiedades de este control son las siguientes:

- **BackColor:** Color del relleno de las letras del rótulo si la propiedad *Fill* está establecida a *None*.
- **ForeColor:** Color de la línea que forma el contorno de las letras del rótulo.
- **Fill:** Tipo de relleno de las letras del rótulo. Los posibles valores son: *None*, *Solid*, *Horizontal*, *Vertical*, *ForwardDiagonal* y *BackwardDiagonal*. La opción *None* produce que el relleno de las letras sea con el color establecido en la propiedad *BackColor*. La opción *Solid* produce que el relleno de las letras sea con el color establecido en la propiedad *ForeColor*. Las opciones *Horizontal*, *Vertical*, *ForwardDiagonal* y *BackwardDiagonal* rellenan mediante un degradado de color en la dirección especificada por la opción.
- **FillColorStart:** Color de inicio del degradado del relleno.
- **FillColorEnd:** Color de fin del degradado del relleno.
- **Thickness:** Grosor de la línea.
- **Angle:** Angulo de giro del rótulo.

Solapa Windows

A partir de aquí se van a describir los controles pertenecientes a la solapa Windows de la ToolBox de Acimut Monitoriza.



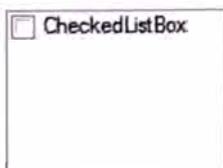
En esta solapa se muestran controles estándar de Windows y que por tanto no se pueden asociar a las variables de Acimut Monitoriza ya que no poseen las propiedades Server, Group y Variable y por tanto no pueden representar los valores asociados a estas.

Su inclusión en la ToolBox se debe a que a través de la [Programación y Extensibilidad](#) de Acimut Monitoriza y en particular a través de la tecnología de "CodeBinding", que si que se ha incorporado a estos controles, sí que se puede dar funcionalidad adicional a la proporcionada por los controles de la solapa Scada.

A continuación se describe brevemente cada uno de ellos

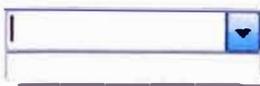
CheckBox **CheckBox**

El control CheckBox se usa para facilitar a los usuarios la elección de valores Verdadero/Falso.



CheckedListBox

El control CheckedListBox permite mostrar una lista de ítems con un CheckBox asociado a cada uno de ellos para permitir definir los ítems seleccionados.



ComboBox

El control ComboBox permite mostrar una lista de ítems desplegable. El ComboBox consta de dos partes una parte siempre visible que permite al usuario escribir como en un TextBox y una segunda parte que es un ListBox que normalmente está oculta pero que podemos desplegar para seleccionar un ítem de la lista.



DateTimePicker

El control DateTimePicker le permite al usuario seleccionar una determinada fecha u hora.

GroupBox

GroupBox

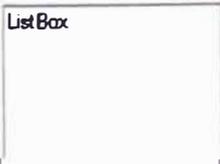
El control GroupBox se usa para agrupar otros controles. Hay dos razones principales por las que podemos querer agrupar los controles:

- Crear un agrupamiento visual de los controles para crear una interfaz de usuario más clara.
- Crear un agrupamiento de funcionalidad como ocurre cuando incluimos varios RadioButton que al estar dentro de un GroupBox solo se va a poder seleccionar uno de ellos.



HScrollBar

El control HScrollBar permite diseñar una navegación sencilla cuando tenemos un gran conjunto de ítems de información que queramos mostrar.



ListBox

El control ListBox nos sirve para mostrar una lista de ítems de los cuales el usuario puede seleccionar uno o varios.

MONITORIZA



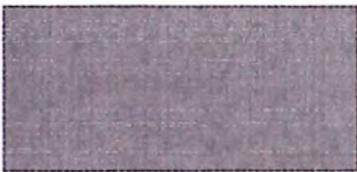
MonthCalendar

El control MonthCalendar permite al usuario seleccionar una fecha mostrándole un calendario completo por el que puede ir navegando por los distintos meses o años.



NumericUpDown

El control NumericUpDown es la combinación de un control TextBox y un par de botones que permiten incrementar o disminuir el valor mostrado.



Panel

El control Panel nos sirve para agrupar visualmente otros controles y así poder hacer un diseño más claro y visual de nuestro Scada. Por ejemplo estableciendo el color del fondo del Panel a colores distintos según el significado de lo que estemos representando.



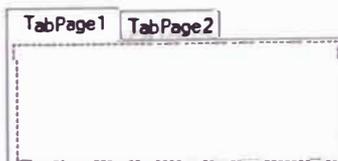
PictureBox

El control PictureBox nos permite mostrar una imagen. Mediante los controles Imagen y PanellImagenes de Acimut Monitoriza se puede conseguir una funcionalidad más avanzada ya que desde ellos se puede utilizar la librería de imágenes de Monitoriza.



RadioButton

El control RadioButton permite al usuario seleccionar una opción dentro de un grupo de opciones cuando está emparejado con otro u otros RadioButtons.



TabControl

El control TabControl muestra múltiples fichas, similares a los divisores de un cuaderno o a las etiquetas de las carpetas de un archivador. Las fichas pueden contener imágenes y otros controles.



MONITORIZA

La propiedad más importante de TabControl es TabPages, que contiene las fichas individuales. Cada ficha individual es un objeto tabPage.

Rich TextBox

RichTextBox

El control RichTextBox permite mostrar texto con formato, o sea, con distintas fuentes y estilos.



VScrollBar

El control VScrollBar diseñar una navegación sencilla cuando tenemos un gran conjunto de ítems de información que queramos mostrar.

WebBrowser

El control WebBrowser permite que el usuario explore páginas Web.

Para su utilización deberemos especificar en la propiedad **Url** una dirección web válida, por ejemplo podemos poner en la propiedad **Url** el valor <http://www.acimut.es>

PROBAR EL PROYECTO

Mientras que estamos desarrollando un proyecto scada con Acimut Monitoriza tenemos dos formas de probar nuestro proyecto.

Si en nuestro entorno de desarrollo no tenemos posibilidad de tener acceso a los autómatas o dispositivos que queremos monitorizar, podemos probar el proyecto en modo *Simulación*.

Si por el contrario podemos acceder a los dispositivos probaremos el proyecto en modo *Servidor*.

MONITORIZA

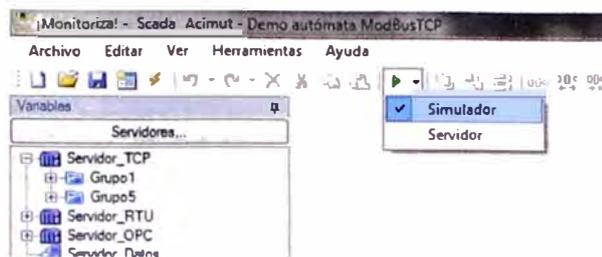


Ilustración 52 – Probar el proyecto

Al elegir la opción *Servidor* lo que hace es ejecutar el [Servidor de Acimut Monitoriza](#) que se encarga de las comunicaciones con los dispositivos y los autómatas y a continuación ejecutar el [cliente](#) de scada que nos muestra la interfaz de formularios que hayamos diseñado.

Mediante esta forma de probar nos acercamos lo más posible a lo que será el entorno de producción ya que el servidor se conecta de forma real a los dispositivos, la diferencia la tenemos en que en un entorno de producción, lo normal es que el servidor esté alojado en un ordenador y el cliente en otro, normalmente en un puesto de control o monitorización. Mientras que cuando lo ejecutamos desde el entorno de desarrollo va a estar todo alojado en una misma máquina, el editor, el servidor y el cliente.

Una vez hemos elegido una opción (*Servidor* o *Simulador*) el editor de proyectos recuerda la opción elegida y podremos simplemente pulsar sobre el botón Play para volver a ejecutarlo sin necesidad de desplegar el menú de opciones.

Si elegimos la opción de *Simulación* es porque no tenemos acceso a los dispositivos, o bien simplemente queremos hacer una prueba de navegabilidad entre los formularios que componen la interfaz de usuario.

Por tanto como en simulación no hay conexión con los autómatas no podemos tener valores reales de las variables.

Como esta es una situación bastante normal Acimut Monitoriza lo que nos proporciona es un formulario de simulación de las variables, en este formulario podemos ir introduciendo valores a las variables para probar por ejemplo si una alarma se dispara como teníamos previsto o no.

Además a la hora de definir las variables vimos que se dispone de un apartado dentro de cada variable que es simulación.

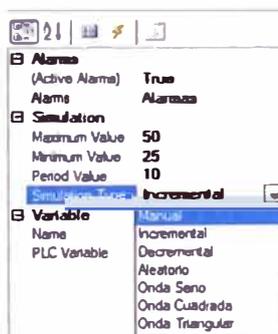


Ilustración 53 – Tipo de simulación

Si elegimos un tipo diferente a *Manual* tendremos que la variable irá variando su valor automáticamente.

MONITORIZA

También podemos en la simulación, en los controles de entrada, como por ejemplo el control Texto introducir valores a las variables y por tanto probar el Scada como si estuviéramos recibiendo datos.

Mediante la simulación también podemos probar los permisos que se hayan establecido para cada uno de los usuarios definidos.

Al iniciar la simulación se nos pedirá que guardemos el proyecto si no lo hemos hecho anteriormente y pondrá en marcha la simulación.

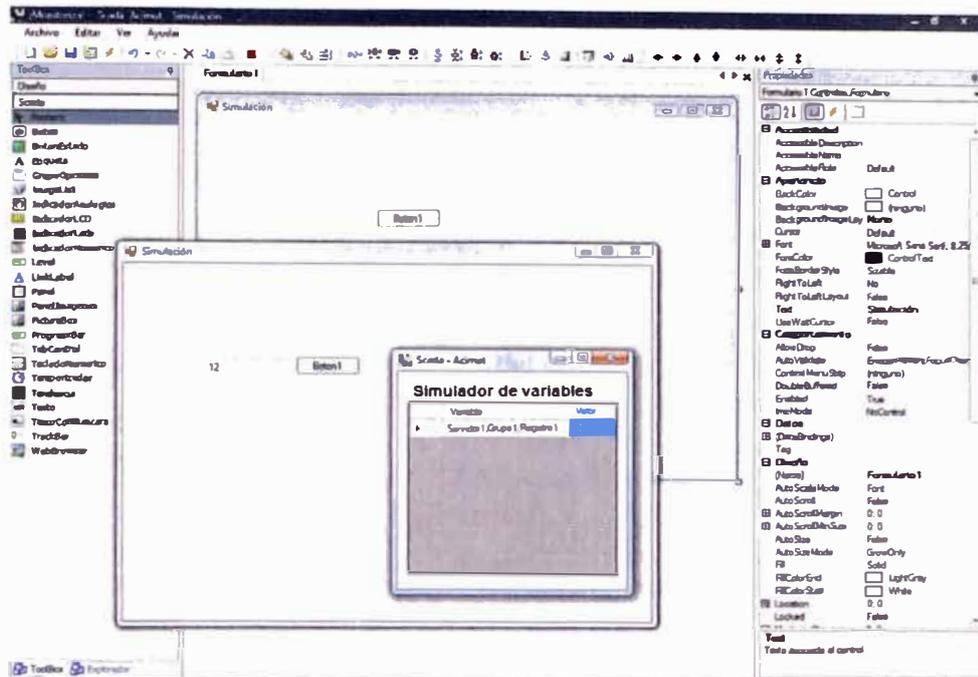


Ilustración 54 – Simulación de ejecución

En la imagen anterior se puede ver el Editor de Monitoriza y el formulario que estamos diseñando en ejecución.

En el formulario se ha añadido un control Texto que se ha relacionado con la variable Registro1 del Grupo1 del Servidor1, por lo tanto cuando en la ventana del simulador de variables se introduce un valor en esa variable este se muestra inmediatamente en el control texto asociado a la variable.

Para finalizar la simulación podemos bien cerrar la ventana del simulador de variables o cerrar todos los formularios del proyecto que hayamos abierto o bien volver a pulsar sobre el botón Play que en este caso será en cuadrado rojo en vez de un triángulo verde para indicarnos que podemos parar la ejecución.

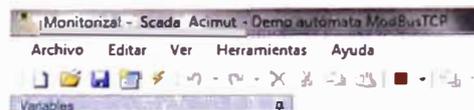


Ilustración 55 – Parar ejecución

Demostración: <http://www.acimut.com/monitoriza/videos/simulacion/default.html>



MONITORIZA

LIBRERÍA DE IMÁGENES

Una de las características de Acimut Monitoriza que más ayuda en el diseño de formularios es la Librería de Imágenes.

La Librería de Imágenes consiste por una parte en un conjunto de imágenes prediseñadas por Acimut que se pueden utilizar libremente en cualquier proyecto que desarrollemos y por otra en la posibilidad de crear nuestra propia librería de imágenes del proyecto de forma que podamos tener categorizadas y fácilmente disponibles las imágenes que vayamos a usar.

Otra ventaja de la Librería de Imágenes es que si utilizamos las imágenes de la Librería, solo existe en el proyecto una única instancia de la imagen, independientemente de las veces que la utilizemos, lo cual hace que el tamaño de nuestros proyectos no se incremente innecesariamente.

Las imágenes de la Librería prediseñadas por Acimut forman parte de la instalación y por tanto no incrementan el tamaño de nuestro proyecto, simplemente se hace una referencia a la imagen.

Los controles de Acimut Monitoriza que pueden utilizar la Librería de Imágenes son:

- **BotonEstado**
- **Panellimagenes**
- **Imagen**

Al establecer la propiedad *Imagen* de la colección de imágenes de **BotonEstado** y **Panellimagenes** o la propiedad *Imagen* en el control **Imagen** nos aparece una ventana como la siguiente:

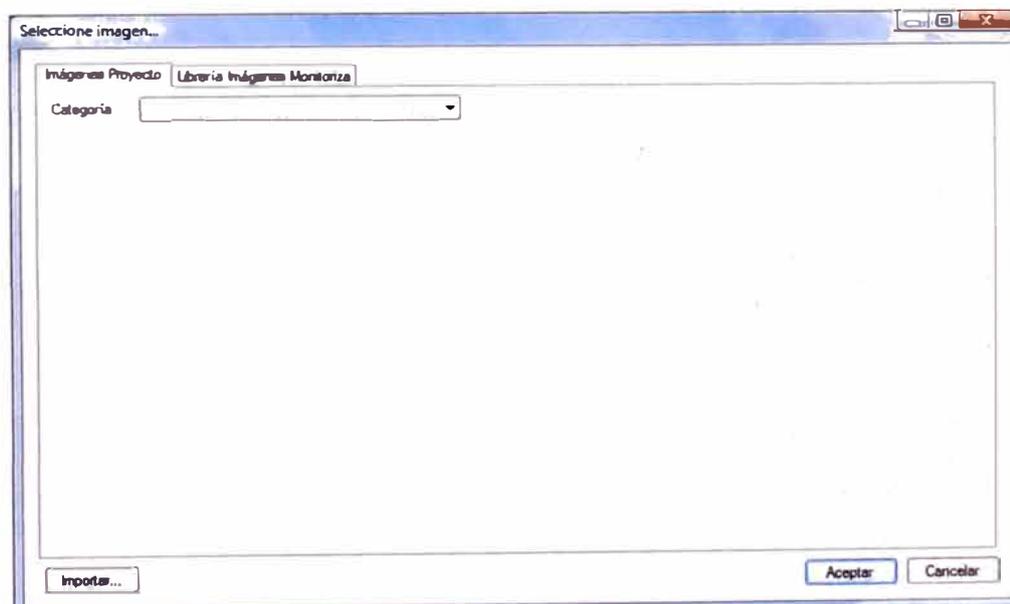


Ilustración 56 – Seleccionar imagen de la Librería

Que dispone de dos solapas para determinar el origen de la imagen. La solapa *Imágenes Proyecto* en la que figuraran todas las imágenes que hayamos agregado al proyecto y la solapa *Librería Imágenes Monitoriza* en la que aparecen las imágenes prediseñadas por Acimut.

MONITORIZA

En la misma ventana también hay un botón rotulado **Importar** que sirve para asignar al control una imagen que disponemos pero que no tenemos incorporada a la Librería. Las imágenes que incorporamos al control mediante el botón **Importar** si que incrementan el tamaño del proyecto en función del número de veces que las utilizemos.

Para crear la librería de imágenes del proyecto seleccionaremos la opción del menú **Librería de Imágenes** del menú **Ver** tal y como se muestra a continuación.

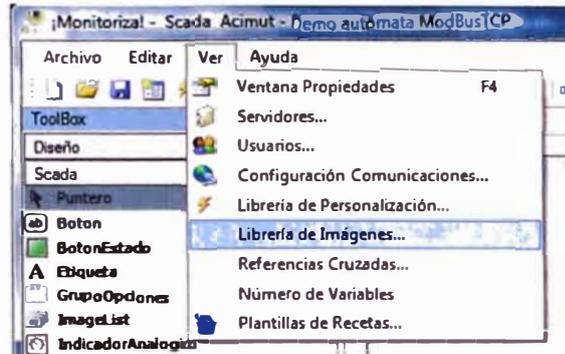


Ilustración 57 – Menú Librería de Imágenes

Con lo cual aparecerá la siguiente pantalla

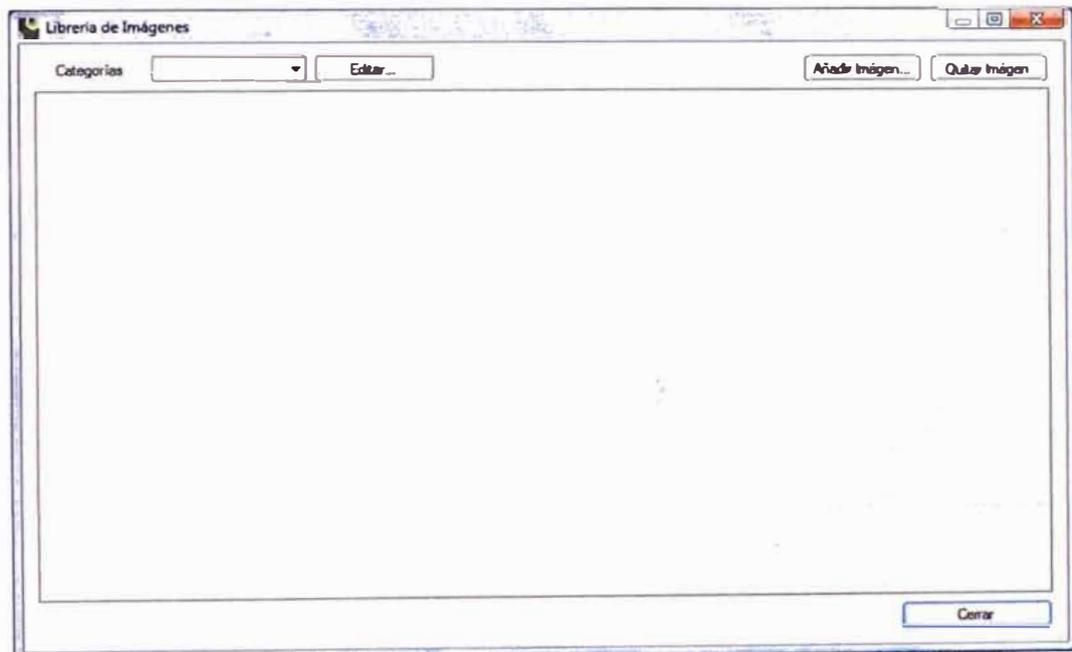


Ilustración 58 – Creación de librería de imágenes del proyecto

En la que lo primero que tenemos que hacer es definir las categorías en las que queremos clasificar nuestras imágenes. Al menos deberemos definir una categoría.

Para definir las categorías pulsamos el botón **Editar** y nos aparece la ventana de categorías

MONITORIZA

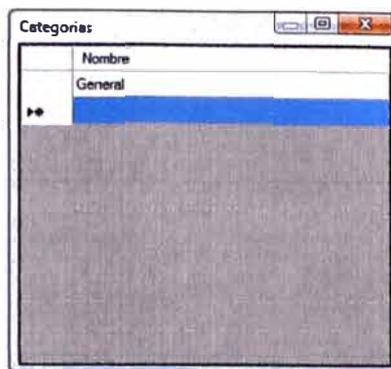
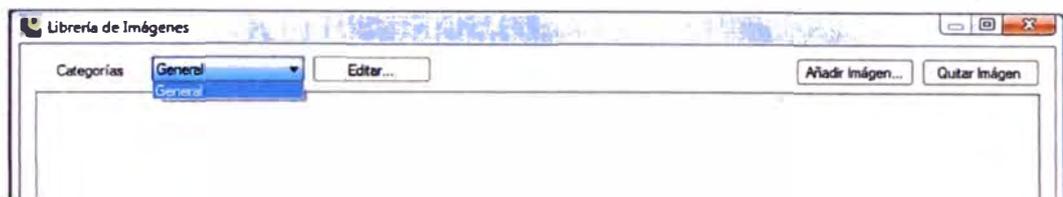


Ilustración 59 – Ventana Categorías

En la que introducimos cada una de las categorías y pulsamos el botón de cerrar la ventana. A partir de ahí en el desplegable de categorías deberemos seleccionar la categoría a la que queremos asignar la imagen.

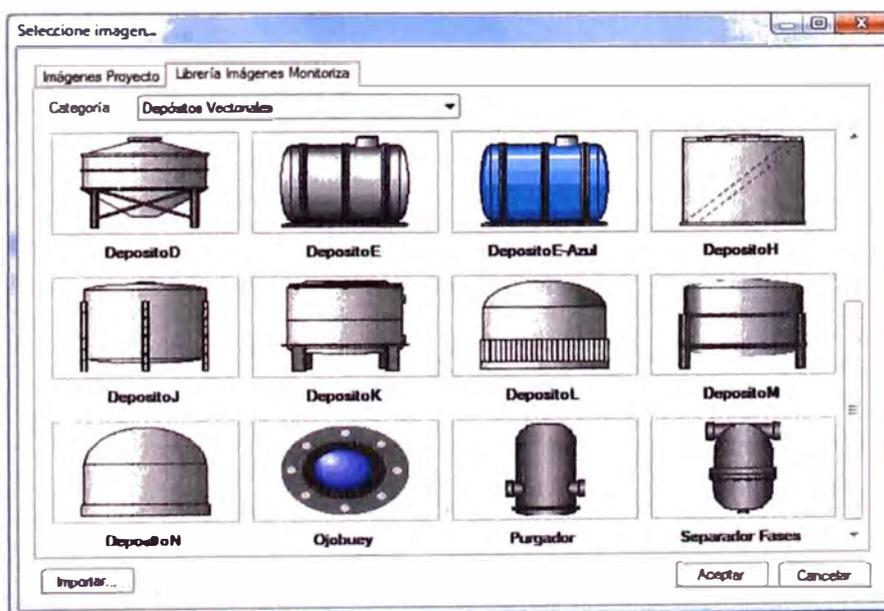


Una vez seleccionada disponemos del botón **Añadir imagen** para seleccionar la imagen que queremos añadir y el botón **Quitar imagen** para suprimir una imagen que teníamos añadida a la Librería del proyecto.

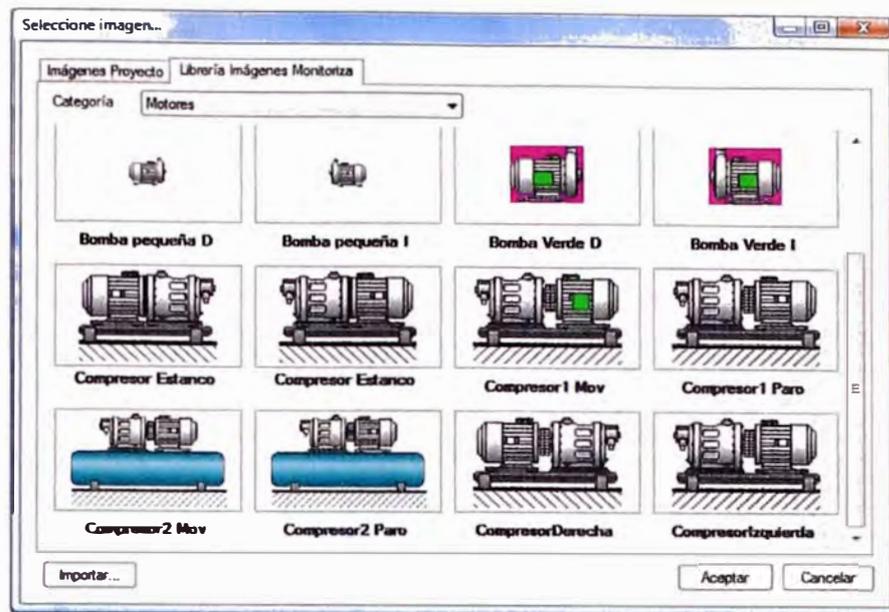
El tipo de imágenes que acepta son JPG y BMP como imágenes raster sin animación, GIF como imagen raster con animación y WMF como imagen vectorial.

La Librería de Imágenes de Acimut no es modificable, o sea, no se pueden añadir ni quitar imágenes de la colección de imágenes que la componen.

Algunos ejemplos de la librería de imágenes de Acimut son los siguientes:



MONITORIZA



USUARIOS Y PERMISOS

Para editar usuarios de la aplicación se dispone de la opción de menú *Usuarios y permisos* del menú *Ver*.

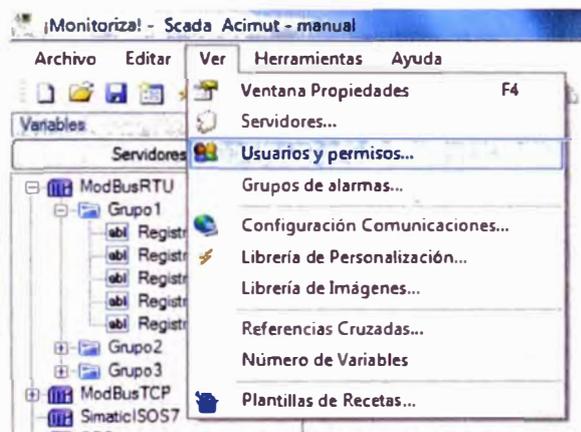


Ilustración 60 – Menú de acceso a usuarios

Esta opción de menú nos lleva a la siguiente pantalla

MONITORIZA

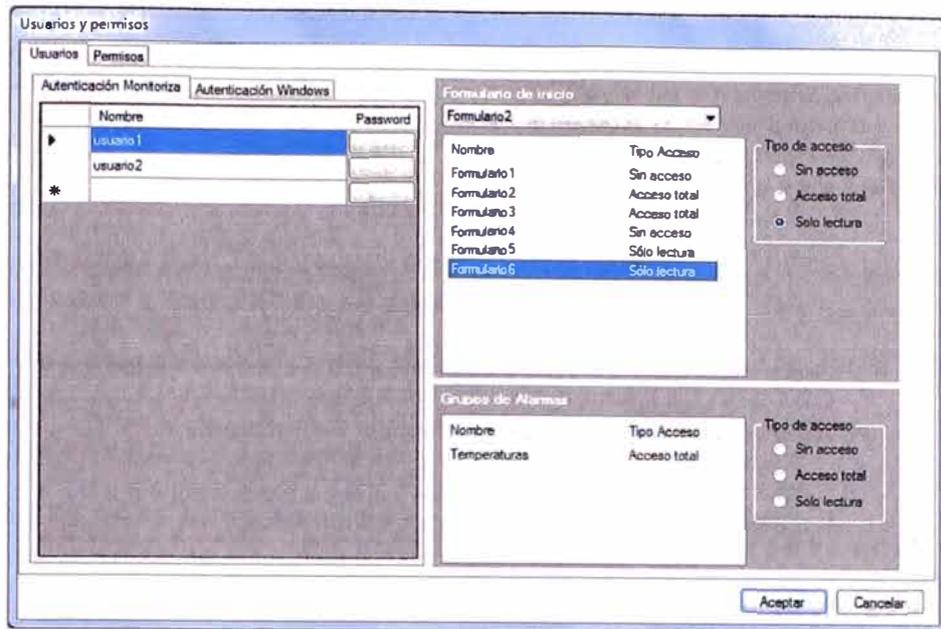


Ilustración 61 – Pantalla de usuarios / permisos

La pantalla se divide en dos solapas correspondientes la primera a la definición de *Usuarios* del Scada y la segunda a los *Permisos* desde un punto de vista global del proyecto.

En la solapa de *Usuarios* daremos de alta a los usuarios necesarios, especificaremos su contraseña y como podemos ver asignaremos el formulario de inicio y los permisos para cada formulario de la aplicación SCADA.

Como podemos ver se definen dos tipos de usuarios o dicho de otra forma dos tipos de autenticación de los usuarios. Por una parte tenemos la *Autenticación Monitoriza*, que es propia del proyecto Scada en cuestión y por otra, la *Autenticación de Windows* en la que especificaremos los usuarios del directorio activo (Dominio) de Windows que queramos que puedan usar el proyecto Scada.

Dentro de un mismo proyecto se pueden usar y crear indistintamente usuarios con autenticación *Monitoriza* o *Windows*; las políticas de seguridad establecidas en el entorno determinarán que tipo de autenticación es más adecuado.

Al definir un usuario con *Autenticación Monitoriza* deberemos especificar el nombre y la contraseña, mientras que al definir un usuario con *Autenticación Windows* simplemente tendremos que introducir el login de Windows, en el formato dominio\usuario tal y como figure en el directorio activo y la contraseña será la que se haya especificado en él para ese usuario, de forma que cuando se le requiera autenticarse en la aplicación deberá introducir el usuario y contraseña de Windows tal y como lo hace al iniciar sesión de Windows.

Sea un tipo de autenticación u otra deberemos para cada usuario especificar el formulario de inicio y los permisos para cada uno de los formularios.

Hay que tener en cuenta que si a un usuario le asignamos permiso de *Acceso total* en un formulario, el usuario podrá modificar valores de variables, a no ser que el control en cuestión lo impida específicamente; si le asignamos un permiso de *Sólo lectura*, independientemente de lo que marque la propiedad *Read only* de los controles, el usuario no podrá modificar valores de variables.

También especificaremos los permisos para los grupos de alarmas.



MONITORIZA

Los grupos de alarmas son una forma de agrupar conjuntos de alarmas en función de a qué usuarios van dirigidas esas alarmas. Por ejemplo, si tenemos dos puntos de control en una instalación que monitorizan procesos diferentes, para cada una de las alarmas que definamos, la asignaremos a un grupo mediante la propiedad AlarmGroup de la alarma. De esta forma en la ventana de permisos estableceremos para cada usuario si se le mostrará la alarma o no y si la puede validar o no.

Por defecto, todos los usuarios tienen acceso total a todos los grupos de alarmas, o sea, que si queremos restringir el acceso deberemos especificarlo.

Los tipos posibles de acceso son:

Sin Acceso: Al usuario no se le notifican las alarmas.

Solo Lectura: Al usuario se le notifica la alarma pero no puede validarla.

Acceso total: El usuario puede ver y validar la alarma.

La solapa Permisos de la ventana de usuarios es tal y como se muestra a continuación:

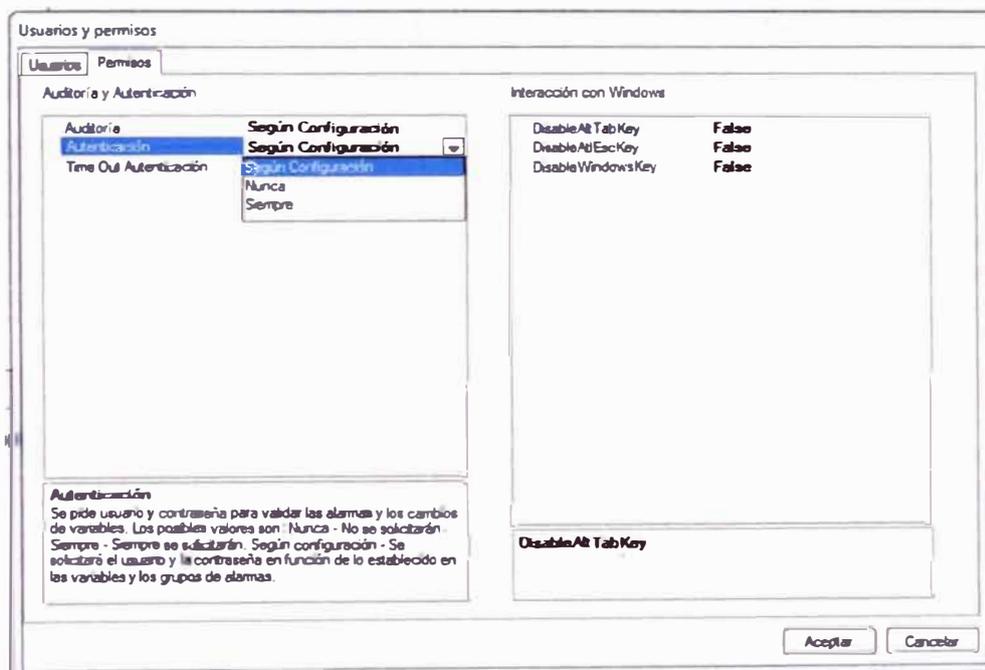


Ilustración 62 – Solapa permisos

En esta ventana se establecen criterios generales para la auditoría de sucesos, la autenticación en los cambios y la interacción de la aplicación con Windows.

Parámetro Auditoría

Mediante el parámetro Auditoría se establece el modo en que se auditará el uso de la aplicación, o sea, si se quiere establecer un registro de los sucesos que ocurren en el uso de la aplicación (cuando se ha iniciado, cuando se ha parado, cuando se ha cambiado el valor de una variable y que valor se le ha establecido, cuando se ha abierto un determinado formulario o se ha cerrado...).

Los posibles valores que se le pueden dar a este parámetro son:

Nunca: No se auditará nada.

Siempre: Se auditará todo.

Según configuración: Se auditarán los cambios de las variables en función de lo que determine la propiedad **RequiresAudit** de la variable en cuestión. El resto de sucesos no correspondientes a variables se auditarán todos.

Parámetro Autenticación

Mediante el parámetro Autenticación se establece si para cambiar el valor de una variable o para validar una alarma se requiere una nueva autenticación del usuario o no.

Los posibles valores que se le pueden dar a este parámetro son:

Nunca: Nunca se solicitará la autenticación del usuario antes de cambiar una variable o validar una alarma.

Siempre: Siempre se solicitará de nuevo el usuario y contraseña antes de cambiar un valor a una variable o validar una alarma.

Según configuración: Se solicitará usuario y contraseña en función de lo que determine la propiedad **AuthenticationRequired** de la variable en cuestión o del grupo de alarma al que pertenezca la alarma.

Parámetro Time Out Autenticación

Este parámetro establece el tiempo en segundos durante el cual será válida una autenticación activa, por ejemplo, si se establece un tiempo de Time Out de 30 segundos y se realiza un segundo cambio de valor de variable menos de 30 segundos después de una autenticación, la aplicación no volverá a pedir el usuario y la contraseña.

Un tiempo de 0 segundos establece que el Time Out es infinito.

Interacción con Windows

Los parámetros de interacción con Windows nos sirven para especificar cómo queremos que se comporte Windows con respecto a Monitoriza. Estos parámetros nos permiten definir un nivel de seguridad mayor para el proyecto Scada ya que con ellos se puede determinar que no se puedan usar simultáneamente al Scada otras aplicaciones que podrían afectar a su funcionamiento.

La propiedad `DisableAltTabKey` nos establece que si la ponemos a `True` el usuario no podrá cambiar de aplicación pulsando las teclas `Alt + Tab`.

La propiedad `DisableAltEscKey` nos establece que si la ponemos a `True` el usuario no podrá cambiar de aplicación pulsando las teclas `Atl + Esc`.

La propiedad `DisableWindowsKey` nos establece que si la ponemos a `True` el usuario no podrá acceder al menú de Windows ni por tanto iniciar otras aplicaciones o componentes de Windows.

RECETAS E INTERFASE BATCH

Definamos primero qué es una receta. Una receta es un conjunto de registros de autómatas con un valor predeterminado. Podríamos poner como ejemplo una mezcla de varios componentes en una fabricación, dependiendo del porcentaje de estos elementos tendríamos un producto final diferente. La receta serían, por ejemplo, los porcentajes de cada elemento. Es decir tendríamos diferente receta en función del producto final que deseáramos obtener.

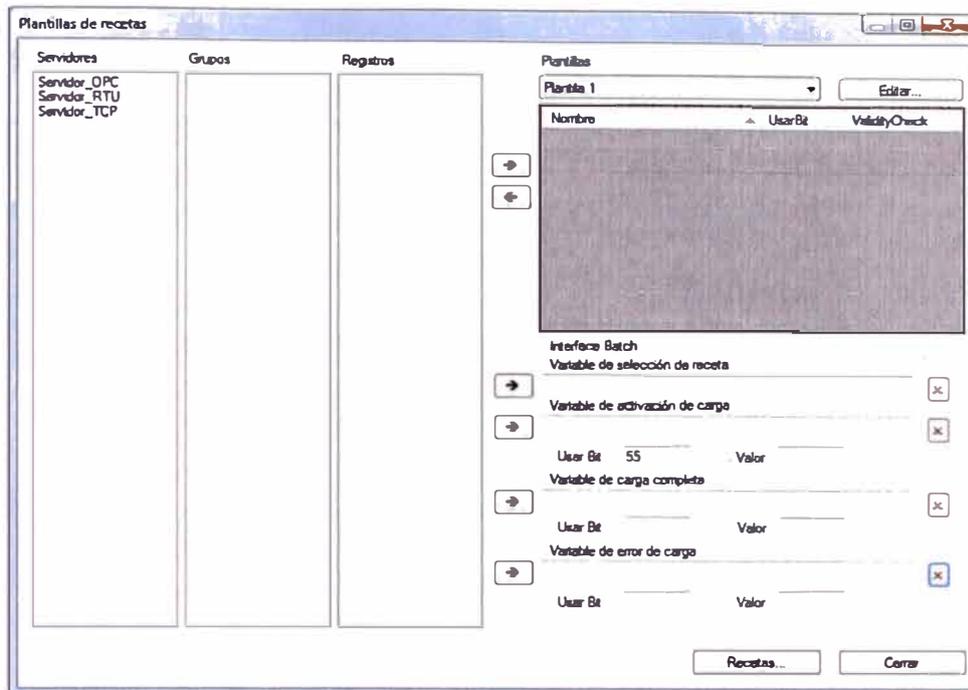
Monitoriza permite la carga de recetas tanto manualmente como de forma automática (Batch).

Así pues cada conjunto de recetas parte de una plantilla, que nos permitirá definir qué registros utilizaremos y si estos deberán cumplir con alguna condición.

MONITORIZA

Para editar plantillas y recetas se dispone de la opción de menú Plantillas de recetas del menú Ver.

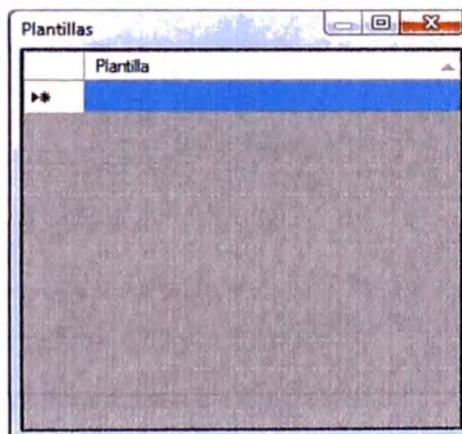
Esta opción nos llevará a la siguiente pantalla:



Cada plantilla tendrá asociados unos registros que serán genéricos para todas las recetas y, si así se decide, una interfase batch para carga en automático.

Para empezar a trabajar debemos dar de alta al menos una plantilla, el botón Editar... nos permitirá dar de alta, modificar o eliminar las plantillas de recetas.

Cuando hagamos clic sobre éste botón tendremos la pantalla siguiente:



Una vez tengamos al menos una plantilla ya podremos añadir registros a la misma, para ello iremos seleccionando el servidor, grupo y variable que vayamos a utilizar en las listas de la pantalla.

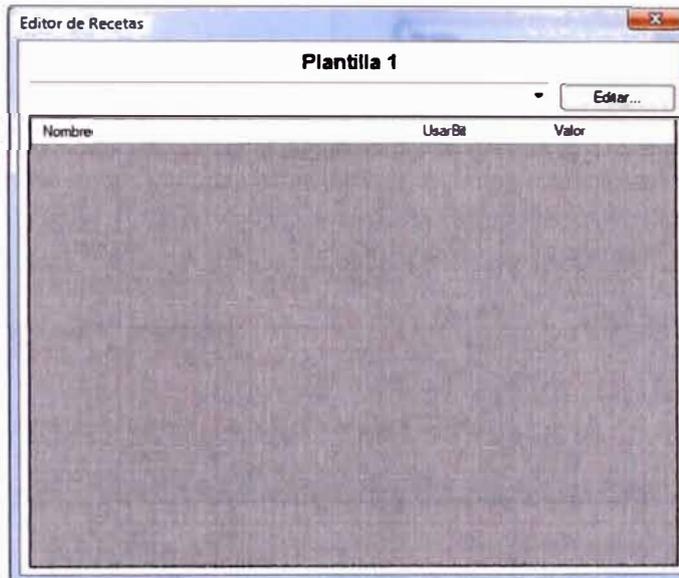
Cada registro añadido a la plantilla tiene dos campos adicionales:

MONITORIZA

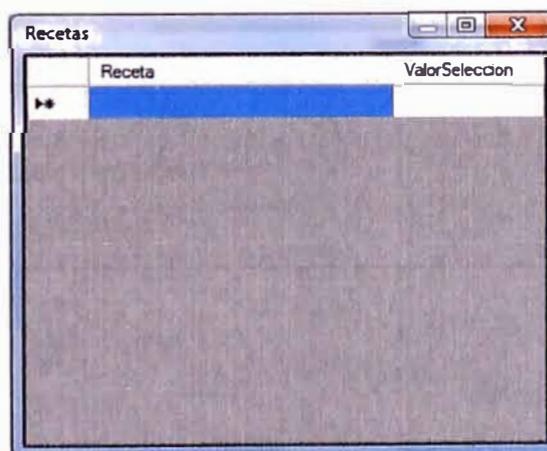
- **UseBit** nos permite utilizar bits individuales de la variable.
- **ValidityCheck** es un campo que, si se utiliza, supondrá un requerimiento previo a la carga de la receta. Es decir si el registro no tiene ese valor no se cargará la receta, ni de forma manual, ni por un procedimiento Batch.

Una vez tenemos definida la plantilla, podemos añadirle recetas mediante el botón Recetas (también es posible hacerlo en ejecución por parte del usuario con el control Recipe).

Esta es la pantalla que veremos, que tiene un comportamiento idéntico al que se tiene en ejecución (excepto por el hecho de que no se puede cargar en el autómata la receta).



Con el botón Editar damos de alta, modificamos o eliminamos Recetas, además el campo ValorSelección nos permitirá especificar el valor de carga de cada receta en Batch si es necesario. **Importante:** Las recetas se almacenan en un fichero en la misma localización y nombre que el proyecto pero con la extensión *recipes*.



Cada vez que demos de alta una receta, el sistema nos rellenará el grid de la pantalla con la plantilla de registros, el usuario tan solo deberá rellenar los valores a cargar en el autómata.

Cada plantilla dispone de unos registros para configurar su comportamiento de carga en **Batch**, es decir independientemente de la acción de un usuario, el servidor de Monitoriza



MONITORIZA

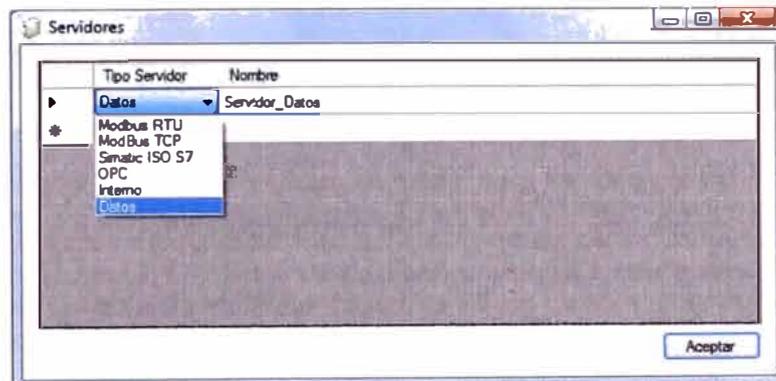
comprobará una serie de registros para determinar cuándo cargará una receta en el automático.

La **configuración de Batch** para cada plantilla está en la sección Interface Batch, en esta sección tenemos cuatro Variables:

- **Variable de selección de receta**, este registro es el que junto al valor especificado al dar de alta la receta en el campo ValorSeleccion determinará qué receta se seleccionará para carga en el automático. Si se desea configurar una carga Batch este campo es obligatorio.
- **Variable de activación de carga**, este registro es el que al tener el valor especificado en Valor desencadenará la carga. Si se desea configurar una carga Batch este campo es obligatorio.
- **Variable de carga completa**, si el procedimiento de carga batch se completa con éxito, se escribirá en este registro del automático el valor especificado. No es un campo obligatorio.
- **Variable de error de carga**, si el procedimiento de carga batch no se completa con éxito, se escribirá en este registro del automático el valor especificado. No es un campo obligatorio.

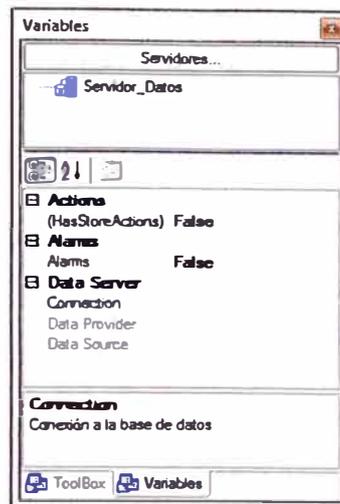
GUARDAR EN BASE DE DATOS

En primer lugar hay que crear un servidor de tipo Datos

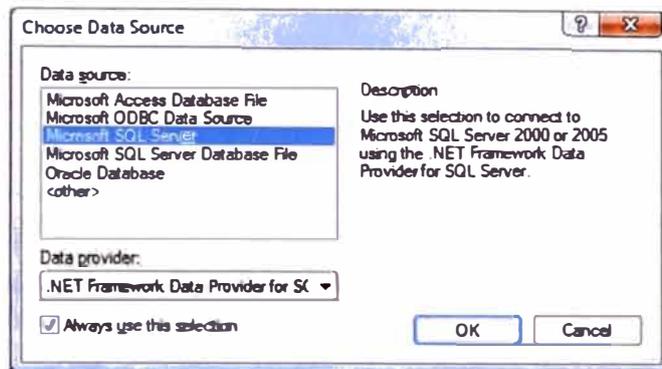


Pueden definirse tantos servidores de datos como se necesiten, cada uno de ellos nos dará acceso a una base de datos concreta.

Al editar la propiedad **Connection**



nos aparece un asistente que nos guiará en el proceso de conexión.



Las alarmas pueden guardarse en base de datos, para ello debe existir una tabla que se describe en los apéndices ([Tabla alarmas](#)). El servidor de datos en el que tengamos esa tabla deberá tener la propiedad **Alarms** a *True*. También será este servidor de datos en el que se almacenaran los registros de auditoría y también se deberá poner la propiedad **Alarms** a *True*. La tabla de Auditoría deberá tener los campos descritos en el apéndice [Tabla Auditoría](#).

Por otra parte sobre los servidores de datos podemos definir Acciones de Guardado, para ello la propiedad **HasStoreActions** debe estar a *True*, y de esta manera definiremos éstas en la propiedad (colección) **StoreActions**, desde la cual podremos acceder al *Editor de Acciones de Guardado* que vemos a continuación.



MONITORIZA

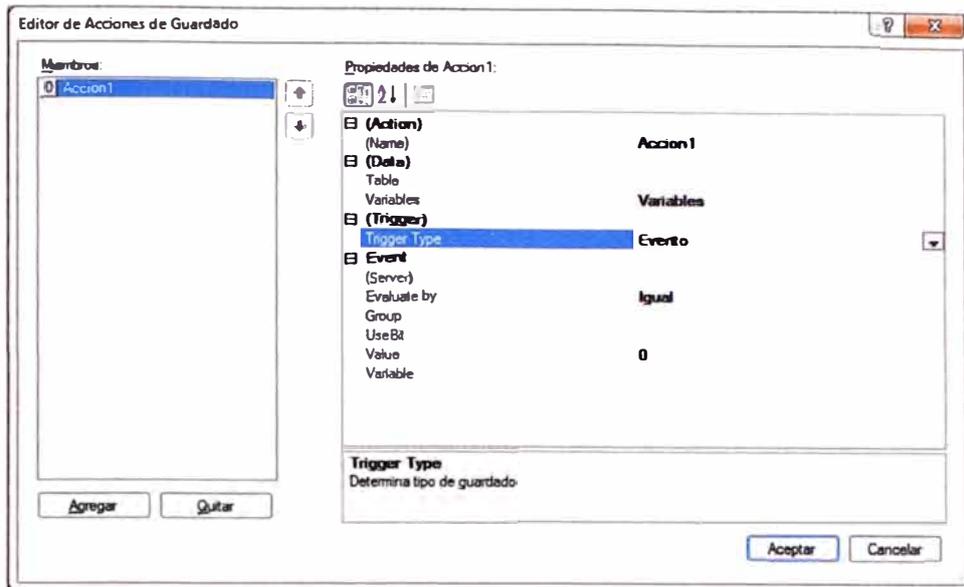


Ilustración 63 – Edición de acciones de guardado

En este editor definimos el **Nombre** que tendrá la acción de guardado, el **Trigger Type (Tipo de disparo)**: Evento o Cadencia.

Si se trata de Evento podemos ver que se escogerá una Variable (con **Server, Group y Variable**) y al igual que en el caso de las Alarmas escogeremos en **Evaluate by, UseBit y Value** la circunstancia que hará que se desencadene la Acción de Guardado.

Si escogemos Cadencia, simplemente haremos constar cada cuanto tiempo queremos que se ejecute la Acción de Guardado en segundos.

Por otra parte nos falta definir qué valores se guardarán, en qué tabla y en qué campos, la tabla la escribiremos en la propiedad **Table**, mientras que el resto lo haremos en el **Editor de Variables de Guardado** al que accederemos desde la propiedad (colección) **Variables**, vemos a continuación este editor.

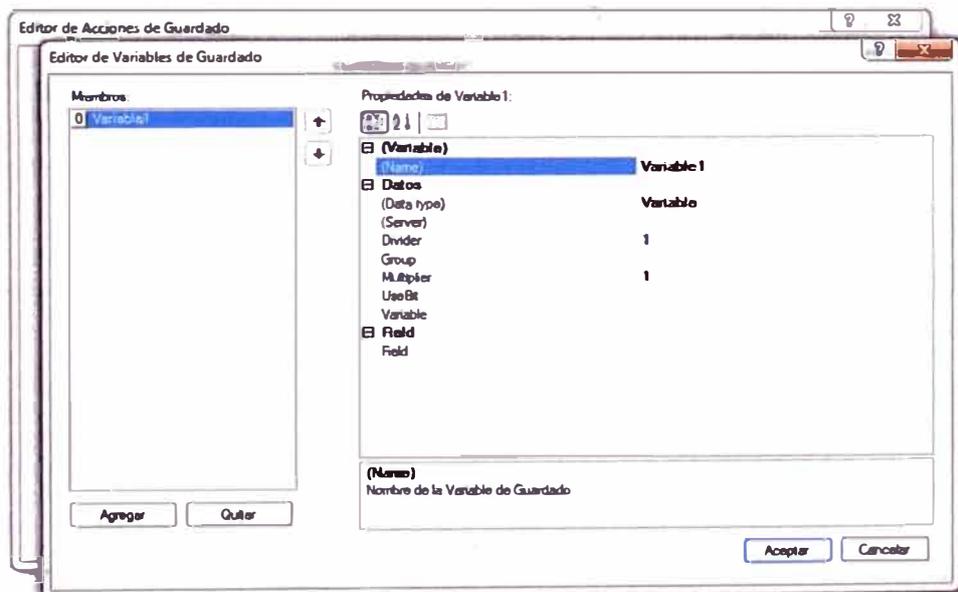


Ilustración 64 – Editor de variables de guardado



MONITORIZA

Aquí definiremos los campos que deseamos escribir en la Tabla y el tipo de datos a registrar, en la propiedad **Field** tendremos el nombre del campo, la propiedad **Data type** nos permitirá guardar valores de Variables Scada, Campos Fecha/Hora o constantes, el resto de propiedades cambian en función de la clase de dato.

Hay que hacer notar que si más tarde deseamos mostrar o graficar desde la aplicación Monitoriza estos datos, es necesario tener un campo de tipo Fecha-Hora.

MOSTRAR HISTÓRICO DE DATOS

Acimut Monitoriza, además de permitir guardar valores en base de datos permite mostrarlos con facilidad, para ello tan solo es necesario añadir un Botón en un Formulario en el que su propiedad **Action** se ponga a *MostrarGrafica*. Esto hará que en ejecución al hacer clic sobre el botón se nos muestre el siguiente formulario.

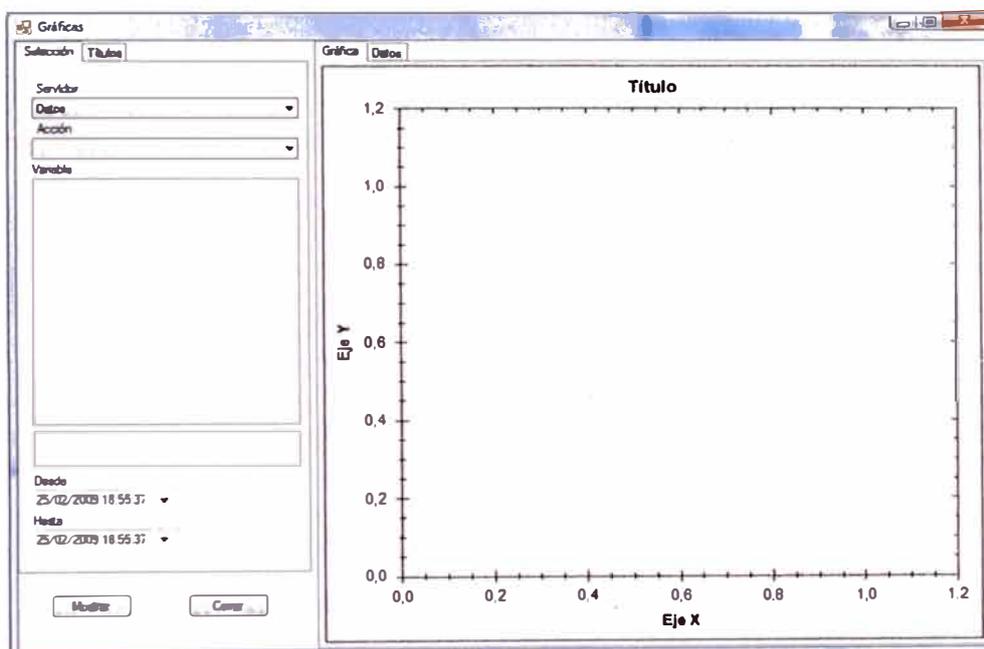


Ilustración 65 – Pantalla de representación de gráficos

Este formulario nos permitirá ver los valores y representar gráficamente los mismos de la Acción de Guardado que escojamos.

MOSTRAR HISTÓRICO ALARMAS

Las alarmas que se almacenan en base de datos pueden consultarse desde una aplicación Monitoriza con facilidad, para ello tan solo es necesario añadir un Botón en un Formulario en el que su propiedad **Action** se ponga a *MostrarHistoricoAlarmas*. Esto hará que en ejecución al hacer clic sobre el botón se nos muestre el siguiente formulario.

MONITORIZA

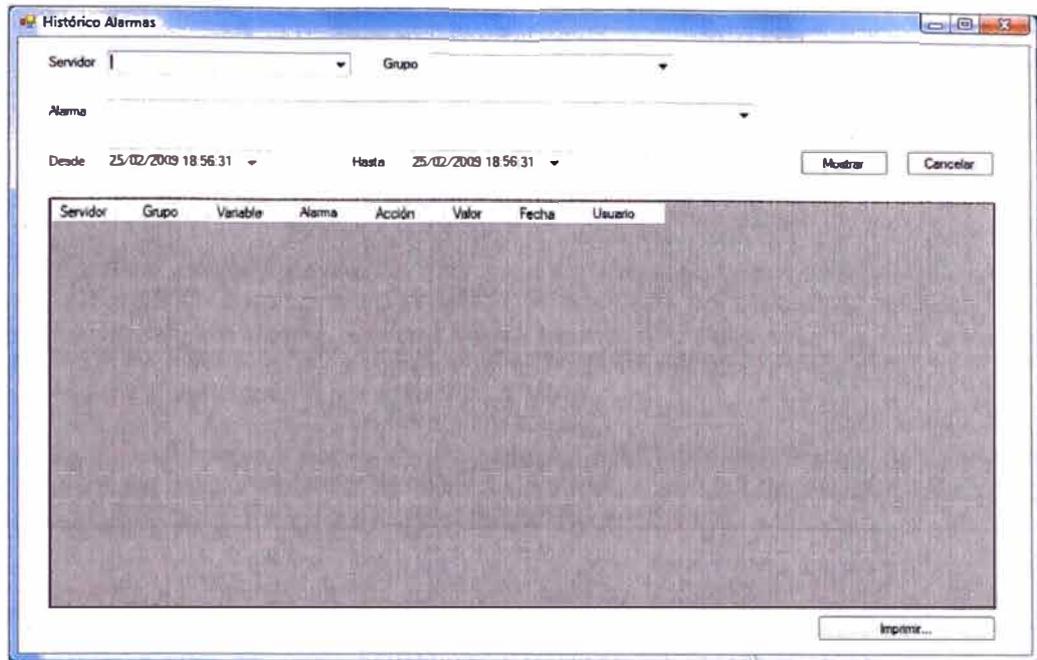


Ilustración 66 – Histórico de alarmas

Este formulario nos permitirá ver un histórico de las alarmas que escojamos.

CONFIGURAR COMUNICACIONES DEL SERVIDOR

Monitoriza es una aplicación que utiliza tecnología de comunicaciones cliente/servidor, así pues, es necesario configurar adecuadamente el servidor, para ello tenemos la siguiente opción de menú.

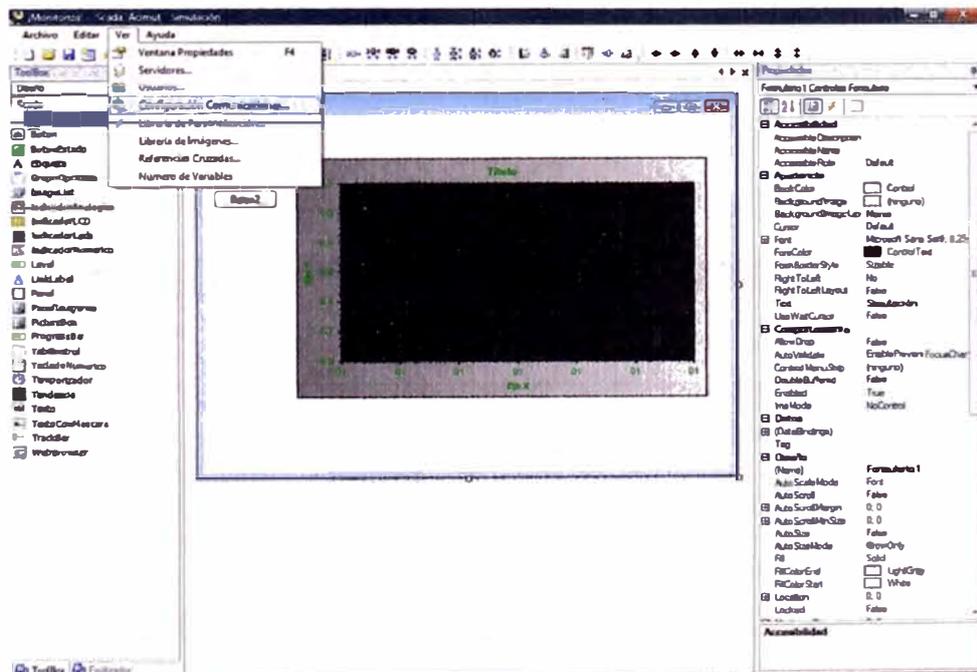
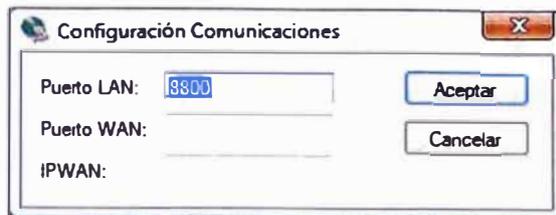


Ilustración 67 – Pantalla de configuración de conexiones.

Esta opción nos lleva al siguiente formulario.

MONITORIZA



Por una parte el servidor de Monitoriza puede ser accedido desde una LAN, el puerto por defecto es el 8800 como se ve en el campo Puerto LAN, por otra parte, cada vez es más necesario un acceso desde una red como es Internet, para ello hay que escoger un puerto en Puerto WAN y hay que informar a Monitoriza de cuál es la dirección IP pública que tendrá en Internet mediante el campo IPWAN.

La configuración necesaria en firewalls y routers está fuera del alcance de este manual. Hay que hacer constar que en el caso de comunicaciones a través de WAN se utiliza protocolo HTTP para mayor comodidad al configurar firewalls.

El servidor soporta simultáneamente conexiones LAN y WAN.

SERVIDOR

El servidor de Acimut Monitoriza es el encargado de establecer y coordinar las comunicaciones tanto con los dispositivos y autómatas como con las bases de datos.

El servidor monitoriza los cambios en las variables definidas en tiempo real e informa a los clientes, o sea, a los puestos de control, para que estos presenten la información a los usuarios del sistema.

También se encarga de evaluar los valores de las variables para comprobar si se cumple alguna de las condiciones establecidas para disparar una alarma.

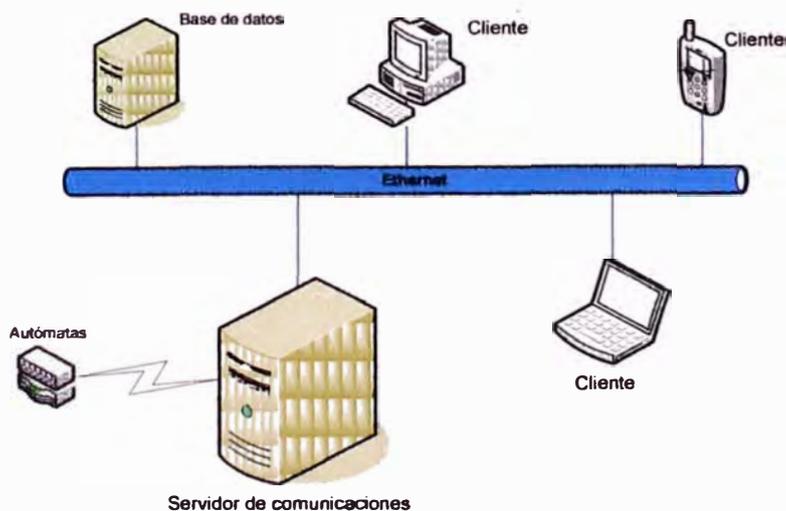


Ilustración 68 – Esquema comunicaciones

Cuando iniciamos el servidor lo primero que nos pregunta es si queremos configurar un acceso directo.

MONITORIZA

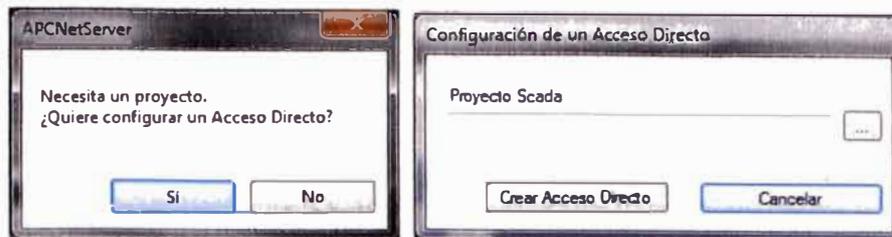


Ilustración 69 – Configurar acceso directo

Esto es así, ya que el servidor necesita saber cuál es el proyecto que queremos ejecutar.

Le tendremos que especificar un proyecto .scada creado con el Editor de Monitoriza y pulsando el botón *Crear Acceso Directo* nos creará en el escritorio un enlace al servidor que por ejemplo quedará como:

"C:\Archivos de programa\Acimut\APCNetServer.exe" C:\Documents and Settings\Usuario\Mis documentos\ServidorModBUSTCP.scada

Para finalizar el servidor tenemos que pulsar, con el botón derecho del ratón, sobre el icono del servidor que se encuentra en la barra de notificaciones del escritorio (marcado en rojo en la siguiente figura)

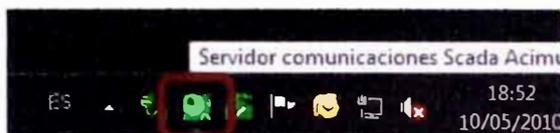


Ilustración 70 – Servidor comunicaciones

Y elegir la opción Salir.

Mediante el icono marcado en rojo en la siguiente figura



Ilustración 71 – Control de autómatas

Podemos ver el estado de comunicación del Servidor con los autómatas para poder comprobar si se está accediendo correctamente a cada uno de los dispositivos definidos.

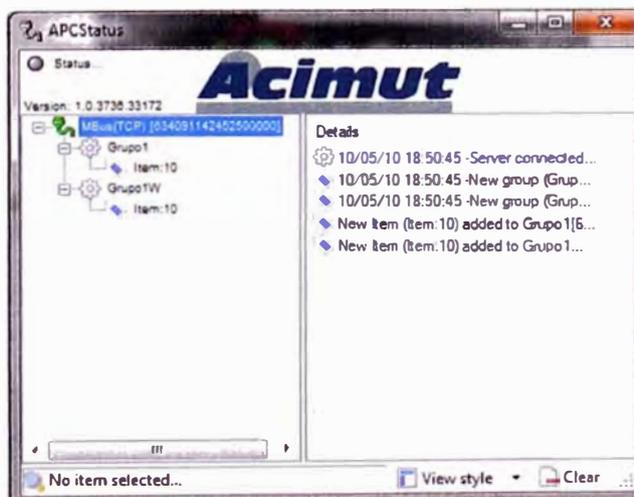


Ilustración 72 – Estado de los autómatas



MONITORIZA

CLIENTE

El cliente de Monitoriza debe hacer referencia a un servidor para mostrar la ejecución de un proyecto. El caso más sencillo, es en el que el servidor se encuentra en el mismo ordenador, no precisa de parámetros, pues por defecto se busca un servidor en la máquina local.

Sin embargo mostramos aquí los parámetros soportados por el cliente de Monitoriza.

NombreServidor Puerto Red

NombreServidor es el nombre o dirección IP del ordenador que ejecuta el servidor.

Puerto es el puerto TCP que ejecuta el servidor de Monitoriza, 8800 es el valor por defecto.

Red puede tener dos valores:

WAN indica que se utilizarán comunicaciones a través de Internet (por ejemplo), se utilizará un protocolo HTTP.

LAN indica que se utilizarán comunicaciones en una LAN, se utilizará un protocolo TCP.



MONITORIZA

EXTENSIBILIDAD Y PROGRAMACIÓN

Aunque, en gran parte de los proyectos de Monitoriza no es necesario programar, en ocasiones, o bien por la complejidad de lo que se pretende, o bien porque el programador se siente más cómodo, surge la necesidad de tener una herramienta que soporte la programación más avanzada, es entonces cuando podemos decir que Monitoriza es programable en .Net, o sea, con toda la potencia que nos brindan los lenguajes C# y Visual Basic.Net de Microsoft, permitiendo tanto sencillas como elaboradas funciones de usuario.

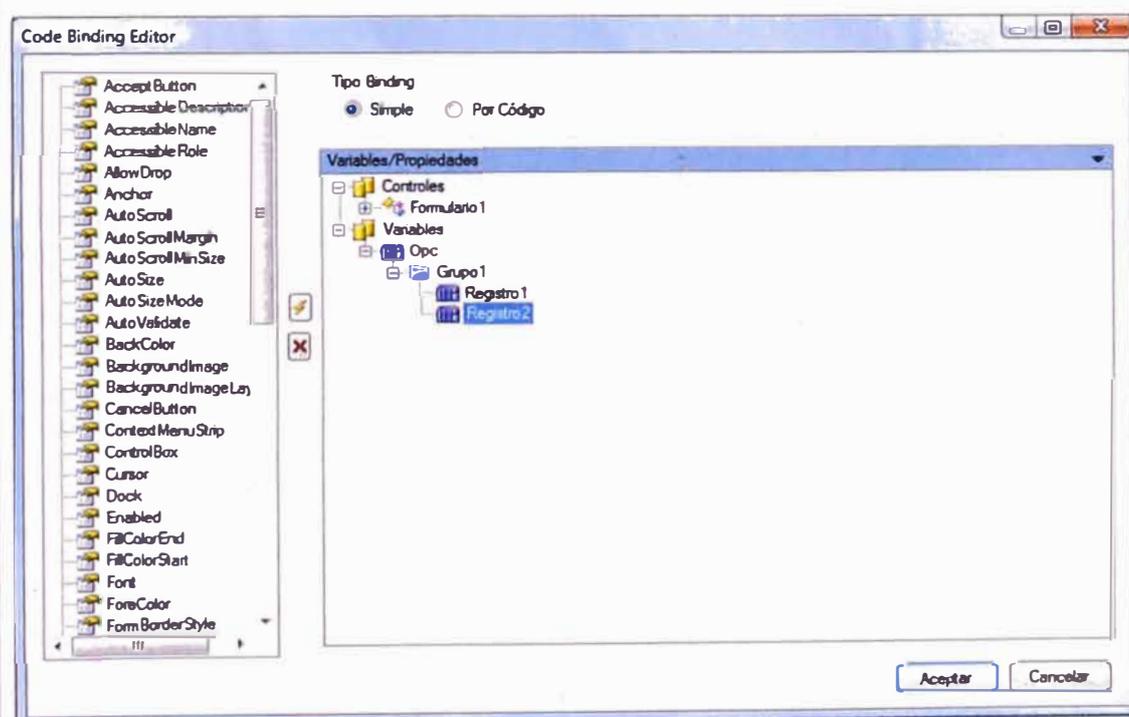
Por una parte podemos programar la asignación de propiedades y los eventos de los controles desde el propio Editor de Monitoriza y por otra parte podemos asignar librerías externas desarrolladas en .NET.

Hay que tener en cuenta que estas funciones se ejecutan en la parte cliente de Monitoriza.

CODIGO INTERNO “CodeBindings”

Los controles de Monitoriza, así como los formularios, tienen una serie de propiedades, que pueden ser asignadas en el momento del diseño. Sin embargo en ocasiones deseamos que esta asignación sea dinámica en función de lo que esté ocurriendo.

Es por esto que los controles de Monitoriza tienen la propiedad **CodeBindings**, mediante esta propiedad llegamos a la siguiente pantalla

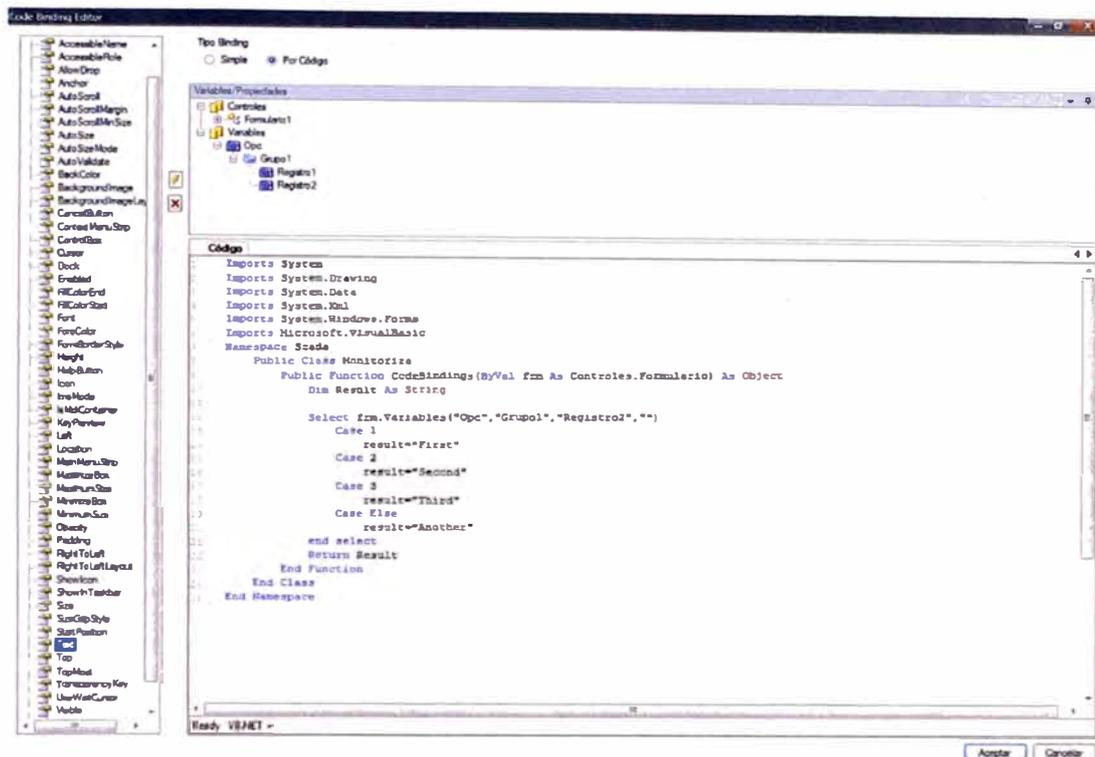


Podemos ver que disponemos de una lista en la parte izquierda con las propiedades del control seleccionado, estas propiedades son las que se podrán asignar dinámicamente. En la imagen podemos ver que en este caso a la propiedad BackColor se le asignará, en

ejecución, el valor de la variable Registro2, esto es un binding de tipo **Simple** y se asocia con el botón , para quitar una asociación se dispone del botón .

Además de valores de Variables también se pueden asociar valores de propiedades de otros controles.

Como la asignación directa de valores de Variables o Propiedades no siempre cumple con nuestras expectativas y necesitamos algo más elaborado, aquí es cuando podemos elegir un binding de tipo **Por Código**, cuando escogemos este tipo la pantalla pasa a ser así:

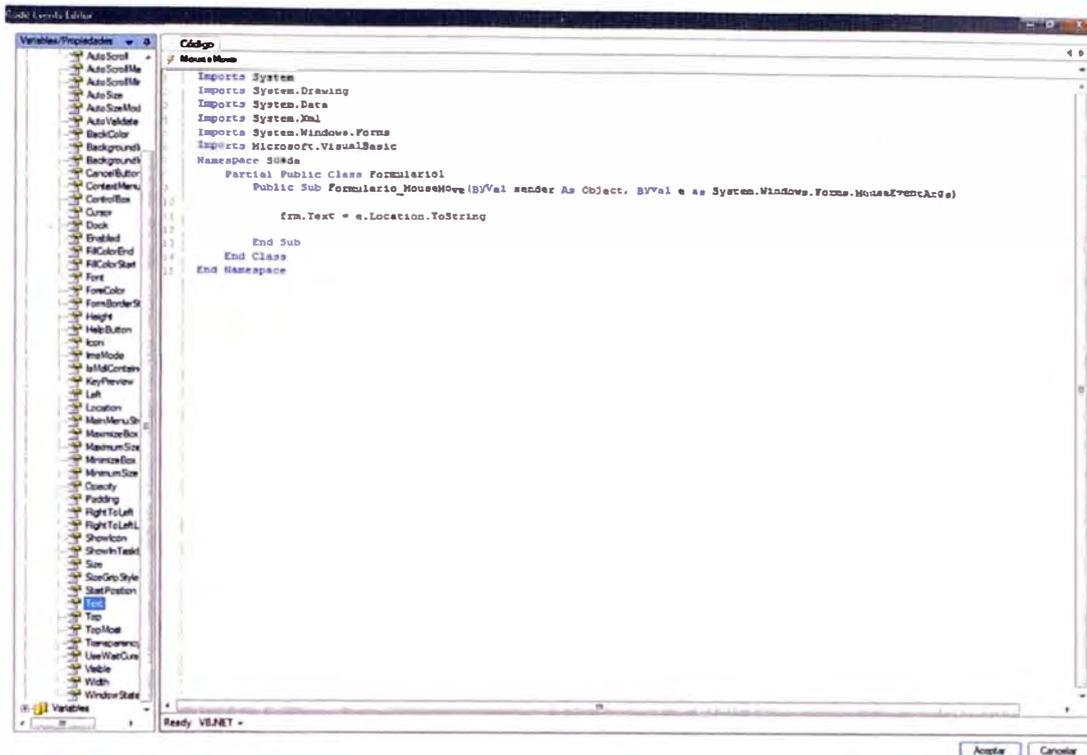


Seguiremos teniendo la misma funcionalidad en la lista de la parte izquierda, pero ahora tenemos una nueva ventana de edición de código en la que podremos desarrollar una función cuyo valor devuelto por la función se asignará dinámicamente a la propiedad escogida. La lista de la parte superior nos sirve para *arrastrar* y *soltar* sobre la nueva ventana de código y no tener que escribir o bien las propiedades o bien las variables.

Cuando se haga la asociación con el botón , se compilará el código y se informará si existen errores de sintaxis. Como vemos en la imagen anterior se ha creado un procedimiento que en función del valor de una variable nos devuelve diferentes valores que se le asignaran a la propiedad **Text**.

Como hemos dicho, además de poder asignar de forma dinámica valores a las propiedades de los controles, también podemos ejecutar código sobre los diferentes eventos de los mismos. Para poder definir el código de estos eventos podemos hacer tanto un doble clic sobre un control como un doble clic sobre el evento elegido en la ventana de propiedades/eventos y se nos mostrará la siguiente ventana.

MONITORIZA



En este caso la lista de la parte izquierda nos sirve para *arrastrar y soltar* propiedades y variables sobre el código, y en la parte del código podemos navegar entre los diferentes eventos mediante el desplegable de la parte superior. Cuando en ejecución se da de el evento se ejecutará este código.

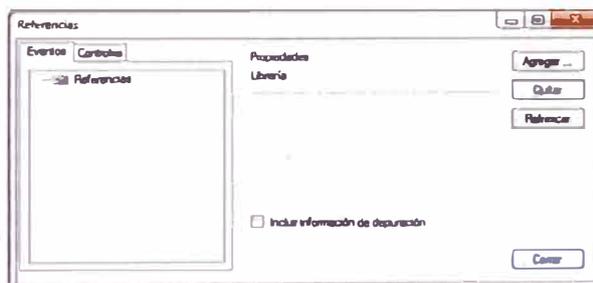
CODIGO EXTERNO

LIBRERÍA DE CONTROLES Y LIBRERÍA DE EVENTOS

Las librerías de eventos permiten asociar código de una librería externa a un evento de un control de Monitoriza.

Las librerías de controles, a diferencia de las librerías de eventos, permiten la inclusión de controles de usuario (*usercontrols*) directamente en el proyecto, pudiendo usarlos como cualquier otro control nativo de la aplicación Monitoriza.

Se pueden añadir referencias a librerías desde la pantalla de **Librería de Personalización**, en el menú **Ver**.





MONITORIZA

LA HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN

La herramienta de programación es Visual Studio® ya sea en su versión 2005 o superior, el lenguaje de programación es cualquiera que esté soportado por Visual Studio® y sea del agrado del programador, Visual Basic, C#, J#, etc.

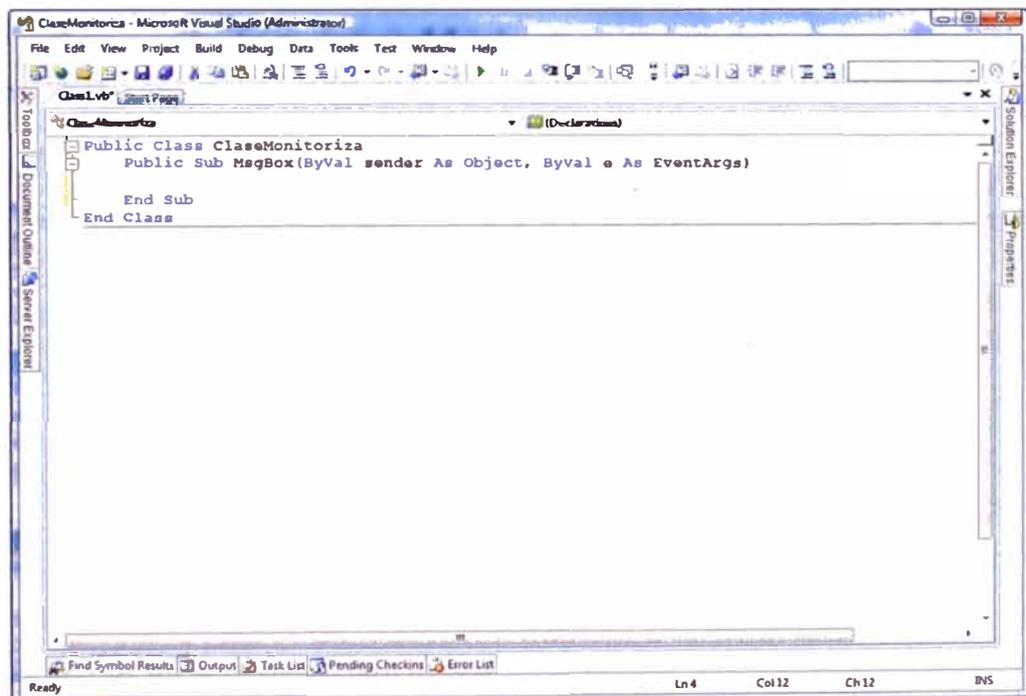
Hay que destacar aquí que Microsoft proporciona de forma gratuita la versión Express de Visual Studio® que es perfectamente válida para utilizar con Monitoriza.

En este documento veremos ejemplos desarrollados en Visual Basic.

LAS FUNCIONES. LIBRERÍA DE EVENTOS

Monitoriza utiliza proyectos DLL de .NET para ejecutar funciones, para crear un proyecto de este tipo, desde Visual Studio® elegiremos la opción de menú Archivo-Nuevo Proyecto y escogeremos un proyecto del tipo **Biblioteca de Clases** y por ejemplo le daremos el nombre ClaseMonitoriza.

Existen una serie de condiciones que una librería debe cumplir para poder ser utilizada desde Monitoriza, en primer lugar, aunque la librería puede tener cualquier número de clases, las que podrá ver desde Monitoriza son las de tipo **Public**, así mismo las funciones deberán ser también públicas. Vemos a continuación un código muy sencillo y utilizable desde Monitoriza.



Una importante observación, es que las funciones, que escribamos, se utilizarán desde eventos de los diferentes objetos de Monitoriza, por lo que deberán tener dos argumentos de la forma:



MONITORIZA

```
Public Sub MsgBox(ByVal sender As Object, ByVal e As EventArgs)
End Sub
```

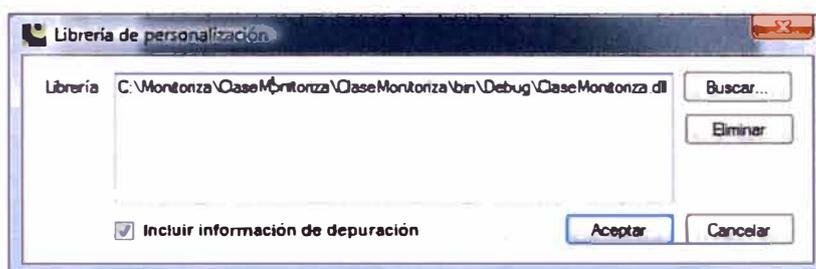
sender será el control, formulario, temporizador, etc que dispara el evento.
e será el parámetro asociado con el evento correspondiente.

Vamos a añadir un poco de código a la función:

```
Public Class Monitoriza
    Public Sub MsgBox(ByVal sender As Object, ByVal e As EventArgs)
        Microsoft.VisualBasic.MsgBox("Hola soy " & sender.name.ToString)
    End Sub
End Class
```

Para utilizar esta función que hemos escrito debemos Generar la librería y añadirla al proyecto de Monitoriza, para ello en Visual Studio® escogemos la opción de menú Generar-Generar ClaseMonitoriza.

En el Editor de proyecto de Monitoriza generamos un nuevo proyecto y escogemos la opción de menú Ver-Librería de personalización, en la siguiente ventana buscaremos y asignaremos la librería.

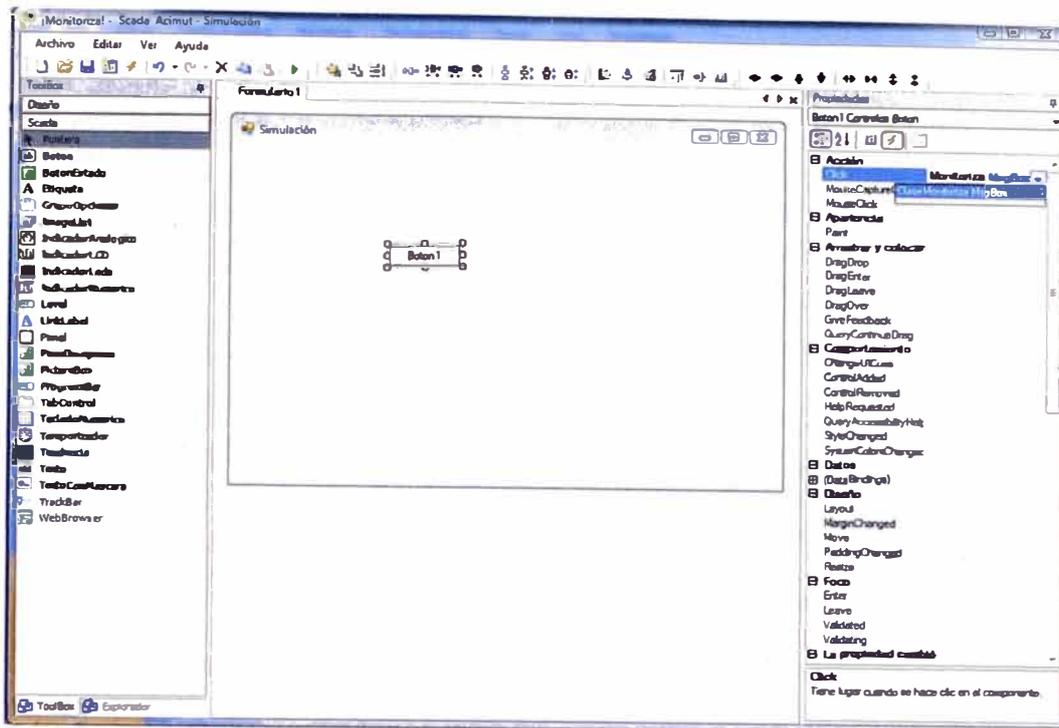


Vemos que hemos escogido **Incluir información de depuración**, veremos en un siguiente paso cómo poder depurar una función.

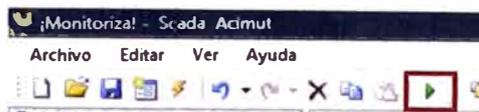
Hay que tener en cuenta que no necesitaremos distribuir la librería como un archivo adicional, Monitoriza embebe en el proyecto esta librería, es por esto que cada vez que cambiemos la librería es necesario refrescar la misma volviendo a acceder a la pantalla anterior y aceptando.

Una vez aceptada la opción anterior y sobre un nuevo formulario (declarado de inicio por defecto) pondremos un Botón y en el evento Click asignaremos ClaseMonitoriza.MsgBox, vemos a continuación cómo queda.

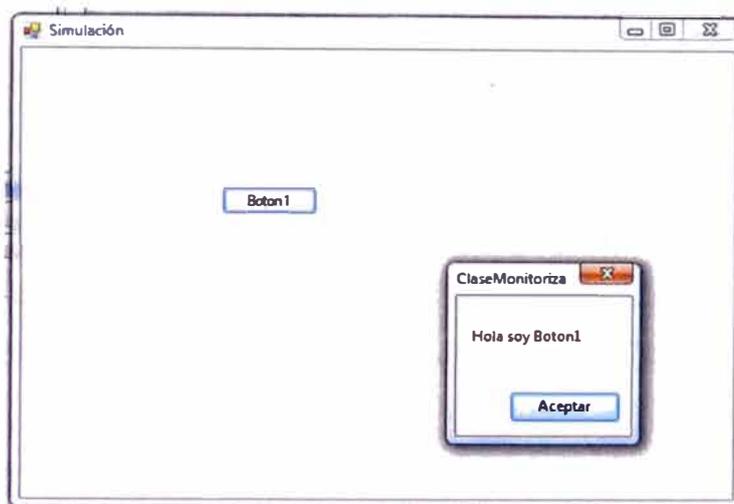
MONITORIZA



Ahora pondremos en marcha el proyecto con el botón Play



Nos aparecerá el proyecto en modo simulación y al pulsar sobre el botón obtendremos lo siguiente

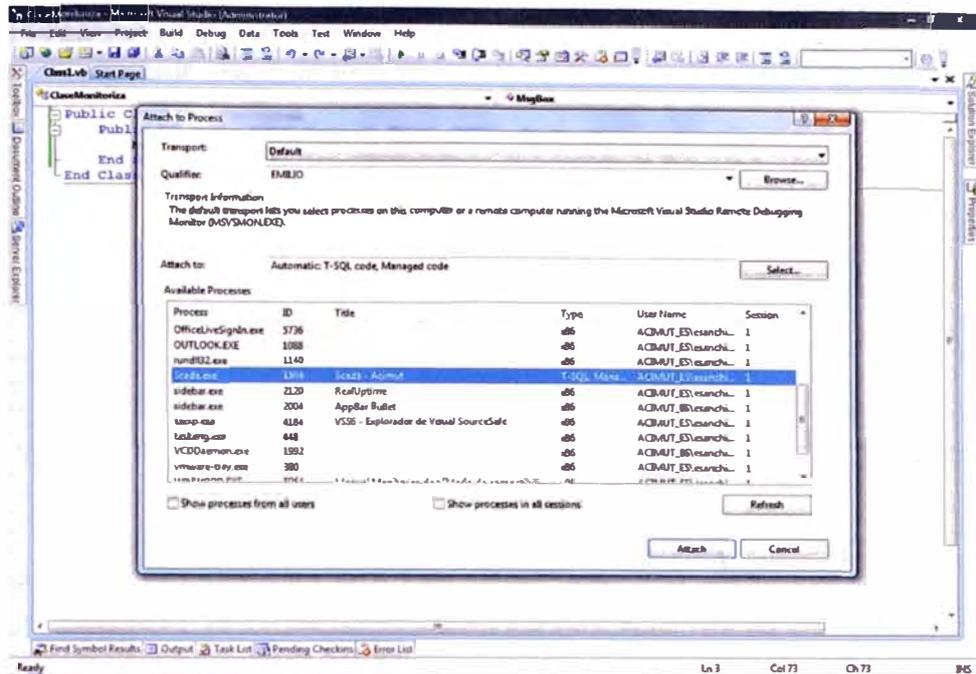


Como hemos dicho anteriormente vamos a aprender a depurar, para ello la librería hay que generarla con información de *debug*, y debemos incluir en el proyecto la información de depuración.

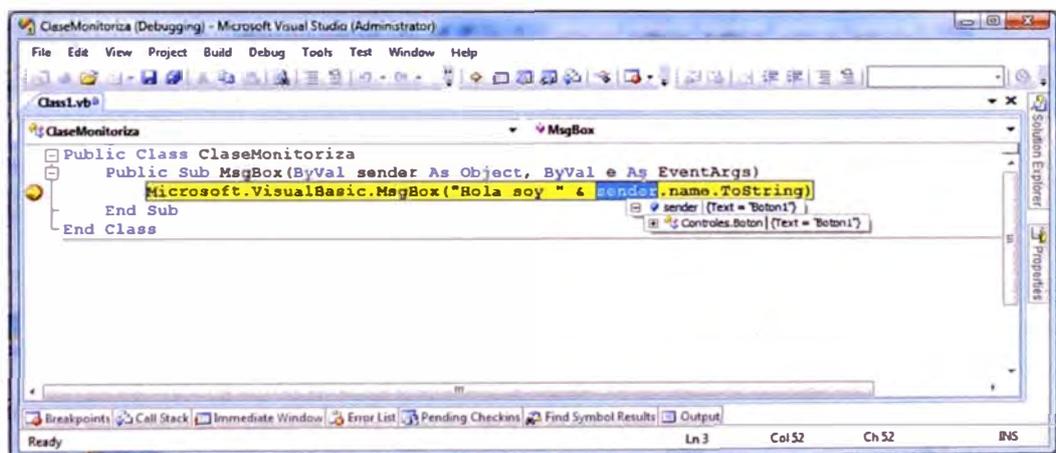
El primer paso consiste en abrir con Visual Studio® el proyecto con la librería, a continuación ponemos en marcha el proyecto y de nuevo sobre Visual Studio® al escoger

MONITORIZA

la opción de menú Herramientas- Asociar al proceso obtendremos una pantalla similar a la siguiente en donde elegiremos el proceso Scada.exe.



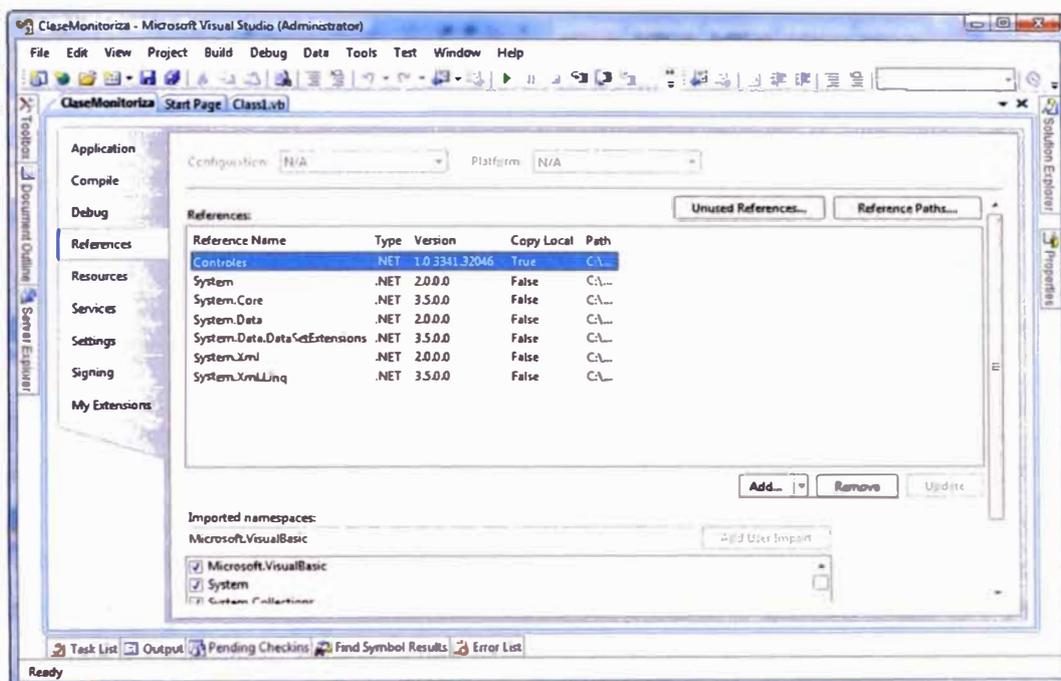
Vemos además que hemos establecido un punto de ruptura en nuestra función, cuando hagamos clic en el botón el código se detendrá y se nos mostrará en Visual Studio® en donde podremos examinar el contenido de las variables, ejecutar paso a paso y cualquier otra funcionalidad que nos proporcione Visual Studio®.



MONITORIZA

ACCESO A LAS PROPIEDADES DE LOS CONTROLES DE MONITORIZA

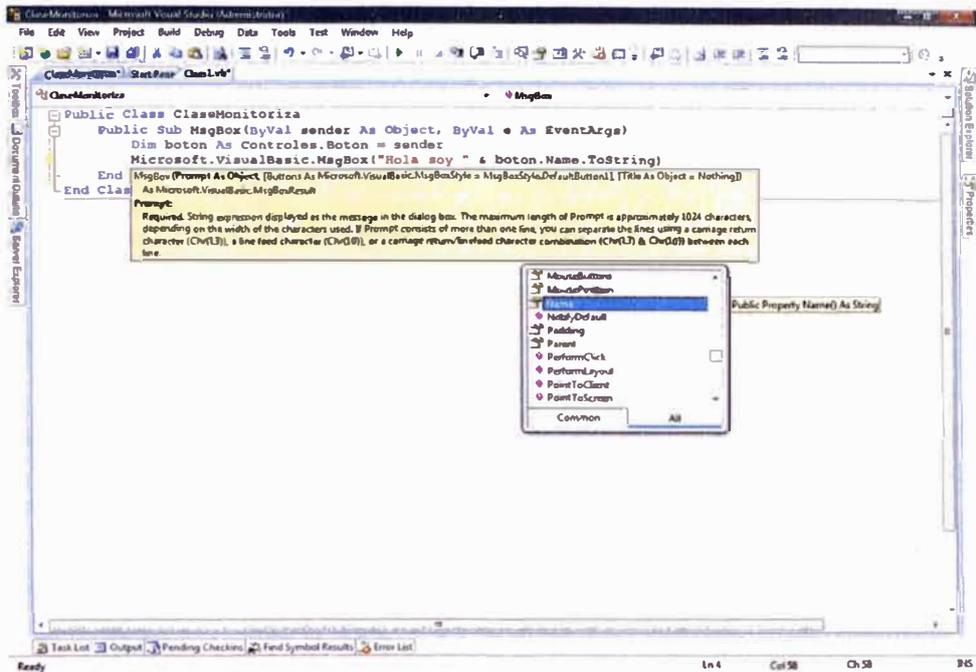
Como hemos visto en el ejemplo anterior, cuando tenemos que obtener o cambiar propiedades de un control, no disponemos de Intellisense, sin embargo esto es fácil de solucionar y además dispondremos de toda la ayuda que nos proporciona Visual Studio®. Para ello al proyecto le añadiremos una referencia a la librería Controles.dll que encontraremos en el directorio en que esté instalado el cliente de Monitoriza (Scada.exe).



Ahora un pequeño cambio en el código nos proporcionará el Intellisense. Vemos a continuación el nuevo código y su efecto en el editor.

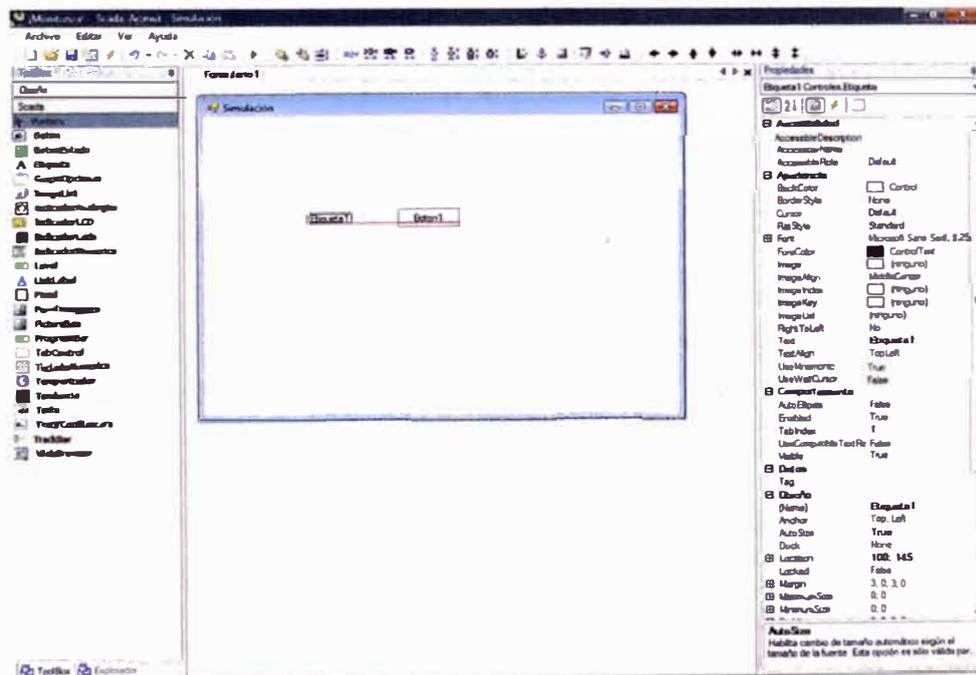
```
Public Class Monitoriza
    Public Sub MsgBox(ByVal sender As Object, ByVal e As EventArgs)
        Dim boton As Controles.Boton = sender
        Microsoft.VisualBasic.MsgBox("Hola soy " & boton.Name.ToString)
    End Sub
End Class
```

MONITORIZA



Otra particularidad es la posibilidad de, desde un control, alcanzar el formulario u otro control contenido en el mismo.

Para mostrar esto, añadiremos un Label al formulario del proyecto y modificaremos el código. El formulario quedaría



El código lo modificaremos así:

MONITORIZA

```
Public Class Monitoriza
    Public Sub MsgBox(ByVal sender As Object, ByVal e As EventArgs)
        Dim boton As Controles.Boton = sender

        'le cambiamos el título al formulario
        boton.TopLevelControl.Text = "Hemos hecho clic"

        'accedemos a otro control en el formulario
        Dim etiqueta As Windows.Forms.Label
        etiqueta = boton.TopLevelControl.Controls("Label1")
        etiqueta.Text = "Aqui también cambiamos el texto"

    End Sub
End Class
```

Para que estos cambios tengan efecto debemos por una parte Generar la nueva librería y por otra volver a cargarla en el proyecto antes de ejecutar.

ACCESO A VARIABLES Y COMPONENTES

Un elemento importante a destacar es el poder acceder desde el código a los valores de las variables, estos se encuentran en una propiedad de tipo Dictionary del Formulario, también podremos acceder a los componentes (como por ejemplo el Temporizador) en una propiedad similar a Controls llamada Componentes, vemos en un ejemplo cómo se accede fácilmente a estas dos propiedades del formulario.

Cuando accedemos a la propiedad variables, deberemos indicar de qué variable queremos obtener el valor, pasando como argumento el nombre del servidor, el nombre del grupo y el nombre de la variable separados por comas.

```
Public Class Monitoriza
    Public Sub MsgBox(ByVal sender As Object, ByVal e As EventArgs)
        Dim boton As Controles.Boton = sender

        'le cambiamos el título al formulario
        boton.TopLevelControl.Text = "Hemos hecho clic"

        'accedemos a otro control en el formulario
        Dim etiqueta As Windows.Forms.Label
        etiqueta = boton.TopLevelControl.Controls("Label1")
        etiqueta.Text = "Aqui también cambiamos el texto"

        'accedemos a las variables y componentes

        'definimos el formulario
        Dim formul As Controles.Formulario
        formul = CType(boton.TopLevelControl, Controles.Formulario)

        'accedemos a las variables
        Microsoft.VisualBasic.MsgBox("Variables: " &
formul.Variables.Count)

        Microsoft.VisualBasic.MsgBox("Variable (" & "Servidor,Grupo1,Registrol") = " &
formul.Variables("Servidor,Grupo1,Registrol"))

        'accedemos a los componentes
        Microsoft.VisualBasic.MsgBox("Componentes: " &
formul.Componentes.Count)
        Dim temp As Controles.Temporizador
        temp = formul.Componentes("Temporizador1")
    End Sub
End Class
```



MONITORIZA

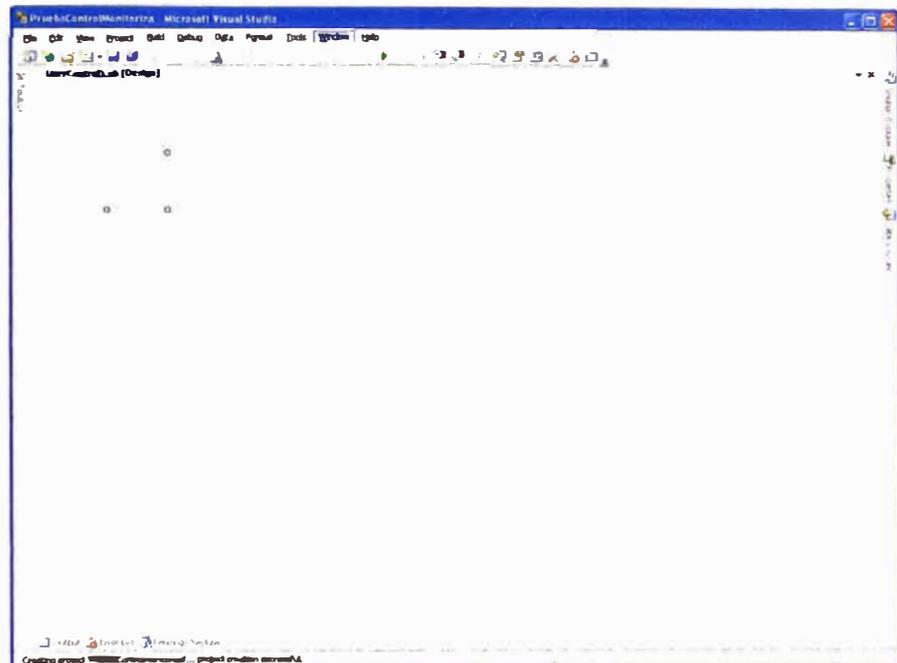
```
Microsoft.VisualBasic.MsgBox("Interval de Temporizador1: " &
temp.Interval)

End Sub
End Class
```

LIBRERIA DE CONTROLES

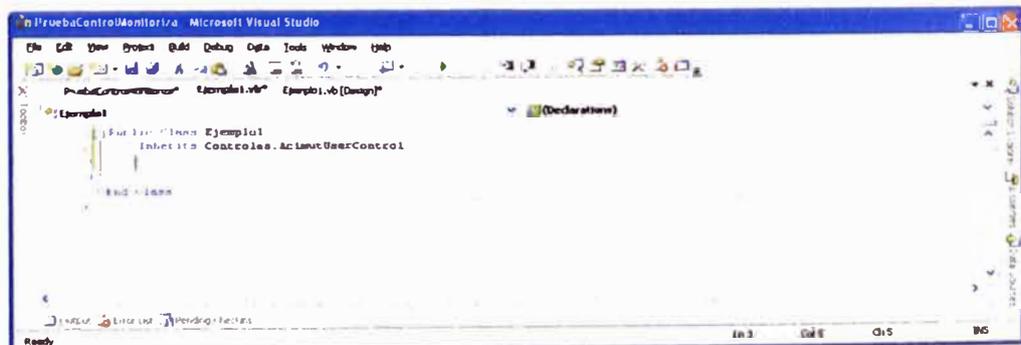
De la misma forma que se puede asociar código externo a los eventos de los controles de Monitoriza, también es posible incluir directamente controles diseñados en una aplicación externa dentro de Monitoriza. Estos son los **UserControl**.

Para usar estos controles, debemos crear un proyecto de tipo Librería de controles de Windows Forms en Visual Studio.



A esta librería se le añaden los controles de usuario que posteriormente usaremos en Monitoriza.

Para poder usar estos controles en Monitoriza correctamente, es necesario incluir la referencia a Controles.dll de Monitoriza (Proyecto – Añadir referencia) e indicar a cada uno de los controles que debe heredar la clase principal de Controles.AcimutUserControl.

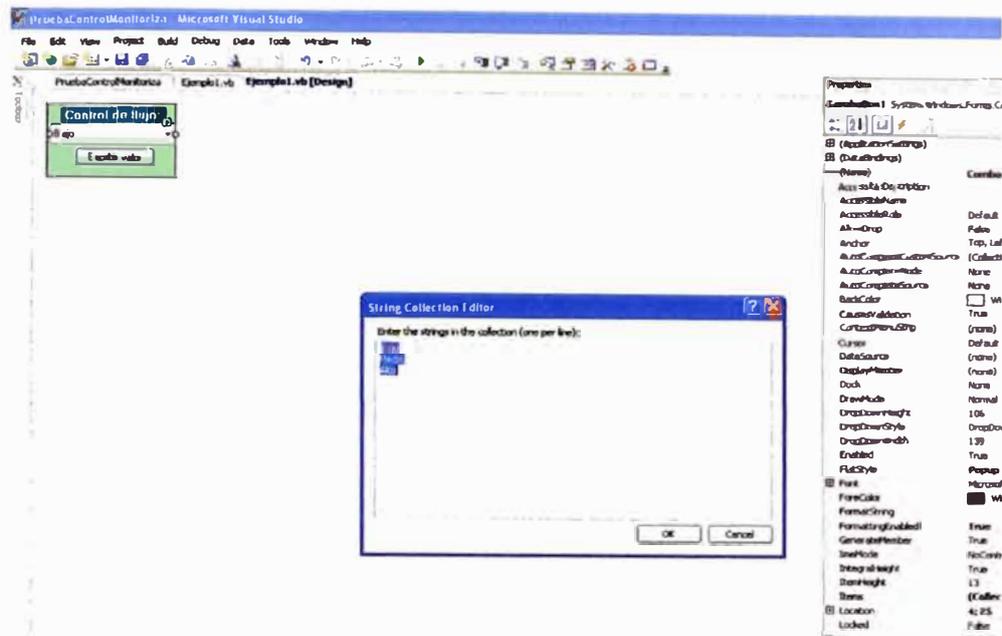


MONITORIZA

Visual Studio nos informará que no es posible heredar de AcimutUsercontrol y de UserControl (nativo) al mismo tiempo, por lo que deberemos indicarle que debe heredar únicamente de AcimutUserControl.

Veamos un sencillo ejemplo de creación de un UserControl y su posterior uso en Monitoriza.

Una vez creado el proyecto vacío, añadimos un control de usuario llamado Ejemplo1. En este control añadimos una etiqueta, un botón y un combo con 3 ítems:



Añadimos algo de código al control:

```
Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button1.Click
    Dim ValorAEscribir As Integer = 0
    'Seleccionamos el valor a escribir en la variable en funcion de
    lo que se escoja en el combo
    'los 3 valores permitidos son BAJO,MEDIO y ALTO.
    Select Case Me.ComboBox1.Text
        Case "Bajo"
            ValorAEscribir = 10
            Me.BackColor = Color.Coral
        Case "Medio"
            ValorAEscribir = 50
            Me.BackColor = Color.Yellow
        Case "Alto"
            ValorAEscribir = 100
            Me.BackColor = Color.Green
        Case Else
            ValorAEscribir = 0
    End Select
    'Asignamos el objeto frm al formulario padre, que en este caso es
    el formulario de Monitoriza
    'que esté usando este usercontrol.
    Dim frm As Controles.Formulario = Me.TopLevelControl
    frm.Variables(Me.Servidor, Me.Grupo, Me.Variable)= ValorAEscribir
End Sub
```

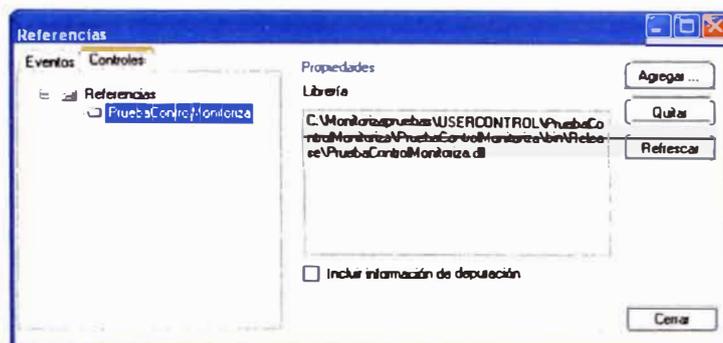


MONITORIZA

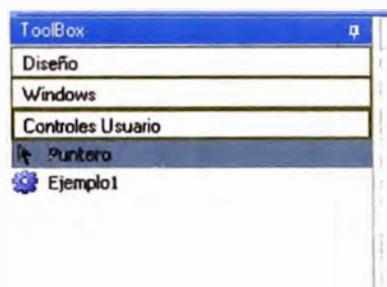
De esta forma provocamos que cuando pulsamos el botón se asigne un valor a la variable que se le ha indicado al UserControl en Monitoriza, acción que se realiza en la línea:

```
frm.Variables(Me.Servidor, Me.Grupo, Me.Variable) = ValorAEscribir
```

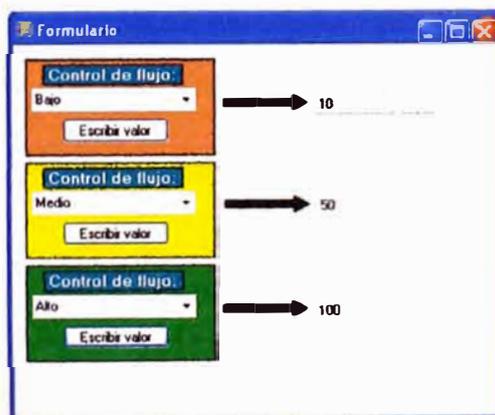
Una vez tengamos a nuestro gusto el control y hayamos generado la DLL correspondiente (Proyecto – Generar), debemos incluir el control en Monitoriza, para ello usaremos la pantalla de Referencias:



Al validar esta pantalla, en la barra de controles nos aparecerá un nuevo control en el grupo Controles Usuario:



Este control se puede usar como cualquier otro control nativo de Monitoriza. Una vez incluido en el formulario deseado, rellenamos las propiedades del grupo Scada (Servidor, Grupo, Variable, etc...) y ya está listo para usarse.

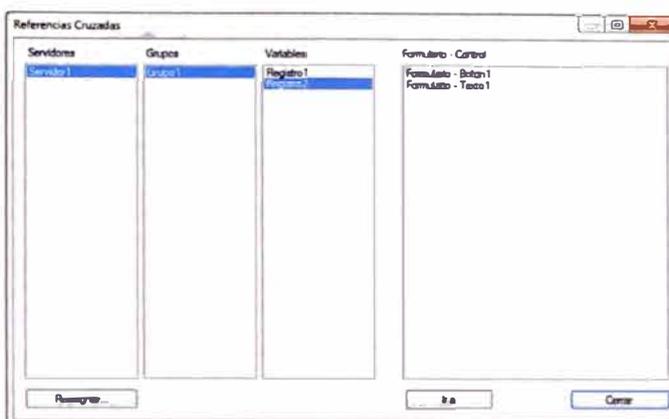


De la misma forma que las librerías de eventos, los UserControls pueden acceder a las **variables y los componentes** de Monitoriza usando el mismo método que el señalado en anteriormente en el apartado: [Acceso a variables y componentes](#).

REFERENCIAS CRUZADAS

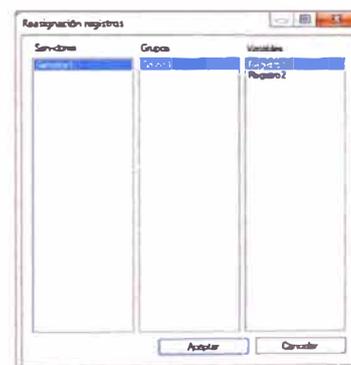
Acimut Monitoriza incluye una aplicación muy útil llamada Referencias Cruzadas en la que es posible mostrar donde se están usando las variables definidas en la aplicación.

Si queremos conocer donde, en que formulario y control, se usa una variable, en cualquier parte de la aplicación, podemos usar esta aplicación. Para ello la abriremos desde el menú *Ver* de la aplicación.



Primero debemos seleccionar el **Servidor** que nos interese, una vez seleccionado, automáticamente aparecerán los **grupos** de variables de ese servidor en la columna siguiente, seleccionaremos el grupo que nos interese y en la siguiente columna aparecerán los **registros** que pertenecen a ese grupo. De nuevo debemos seleccionar el registro deseado y en la última columna aparecerán los controles (formulario y control) que tienen asignado ese registro. Si lo deseamos podemos ver el formulario directamente pulsando sobre el botón '*Ir a*'.

En el caso que queramos cambiar el registro asignado a uno o varios controles podemos usar la opción '*Reasignar...*'. Para usar esta funcionalidad, primero debemos seleccionar los controles a los que queremos cambiar el origen (admite selección múltiple), y pulsamos el botón '*Reasignar...*', una nueva pantalla aparecerá:



En esta pantalla debemos seleccionar el nuevo registro que queremos usar en los controles seleccionados. Esto causará que los controles seleccionados en la pantalla anterior cambien la información de su registro asignado.

APÉNDICE

TABLA DE ALMACENAMIENTO DE ALARMAS

A continuación mostramos la definición de la tabla de almacenamiento de Alarmas tal y como se define en SQL Server.

```
CREATE TABLE [Alarmas] (  
    [ID] [int] IDENTITY (1, 1) NOT NULL,  
    [Servidor] [varchar] (50) NULL,  
    [Grupo] [varchar] (50) NULL ,  
    [Variable] [varchar] (50) NULL ,  
    [TextoAlarma] [varchar] (250) NULL ,  
    [Accion] [varchar] (50) NULL ,  
    [Valor] [varchar] (50) NULL ,  
    [Usuario] [varchar] (50) NULL ,  
    [FechaHora] [datetime] NULL ,  
    [Numerico] [int] NULL ,  
    [Sencillo] [float] NULL  
) ON [PRIMARY]  
GO  
  
ALTER TABLE [Alarmas] WITH NOCHECK ADD  
    CONSTRAINT [PK_Alarmas] PRIMARY KEY CLUSTERED  
    (  
        [ID]  
    ) ON [PRIMARY]  
GO  
  
CREATE INDEX [IX_Alarmas] ON [Alarmas]([Servidor], [Grupo], [Variable],  
[TextoAlarma]) ON [PRIMARY]  
GO  
  
CREATE INDEX [IX_Alarmas_1] ON [Alarmas]([FechaHora]) ON [PRIMARY]  
GO
```

TABLA DE ALMACENAMIENTO DE AUDITORÍA

A continuación mostramos la definición de la tabla de almacenamiento de para los registros de Auditoría tal y como se define en SQL Server.

```
CREATE TABLE [dbo].[Auditoria] (  
    [ID] [int] IDENTITY (1, 1) NOT NULL ,  
    [Computer] [varchar] (50) NULL ,  
    [UserName] [varchar] (50) NULL ,  
    [ActionAudited] [varchar] (50) NULL ,  
    [Parameter1] [varchar] (250) NULL ,  
    [Parameter2] [varchar] (250) NULL ,  
    [Parameter3] [varchar] (250) NULL ,  
    [DateTime] [datetime] NULL  
) ON [PRIMARY]  
GO  
  
ALTER TABLE [dbo].[Auditoria] ADD  
    CONSTRAINT [PK_Auditoria] PRIMARY KEY CLUSTERED  
    (  
        [ID]  
    ) ON [PRIMARY]  
GO
```

RANGO DE REGISTROS MODBUS



MONITORIZA

Rangos de Registros Modbus

Autómatas y dispositivos Modbus utilizan registros para almacenar datos. Los registros se dividen en bloques de 65536 unidades. Monitoriza utiliza rangos entre 0 y 65535. Diferentes tipos de datos se almacenan en cada bloque.

Cuando se desea leer o escribir en un registro Modbus, se debe tener información específica, sobre el módulo o autómatas, para saber a qué grupo Modbus pertenece la información y por lo tanto qué tipo de grupo deberemos utilizar en Monitoriza.

Los registros Modbus son de 16 bits (una palabra), mientras que las marcas (coils) son datos de 1 bit. En todo caso Monitoriza provee la posibilidad de leer de forma directa palabras dobles y de tipo single (float).

Vemos a continuación una tabla de los diferentes rangos de registros Modbus y el tipo de grupo a utilizar en Monitoriza.

| Modbus Register Range | Modbus | Start Digit | Monitoriza Modbus Function Code |
|-----------------------|--|-------------|--|
| 000001 – 065536 | Output Coils (Rango de 0 - 65535) (For example, Digital input points and digital output points.) | 0 | ReadCoilStatus WriteCoil |
| 100001 – 165536 | Input Discretes (Rango de 0 – 65535) (For example, Digital input points.) | 1 | ReadInputStatus (Solo lectura) |
| 300001 – 365536 | Input Registers (Rango de 0 - 65535) (For example, Digital input points and analog input points.) | 3 | ReadInputRegisters (Solo lectura) |
| 400001 – 465536 | Holding Registers (Rango de 0 - 65535) (For example, Digital input points, digital output points, analog inputs, and analog output points.) | 4 | ReadHoldingRegisters WriteMultipleRegisters |

Funciones ModBUS usadas por Monitoriza

El protocolo Modbus usa diferentes funciones para cada tipo de registro, las funciones que se usan en Monitoriza se encuentran en la siguiente tabla:

| Modbus Function Code | Funcionalidad |
|----------------------|--------------------------|
| FC1 | Read Coil Status |
| FC2 | Read Input Status |
| FC3 | Read Holding Registers |
| FC4 | Read Input Registers |
| FC5 | Write Coil |
| FC16 | Write Multiple Registers |

Las funciones que no se utilizan son:



MONITORIZA

| | |
|------|-----------------------|
| FC6 | Write Single Register |
| FC15 | Write Multiple Coils |



MONITORIZA



Revisión Octubre 2012
Acimut Integración de Sistemas