



**AFORAMIENTO DIRECTO DE  
FLUIDOS PARA LA  
CUANTIFICACION DEL  
CONSUMO DE MATERIA  
PRIMA EN TANQUES DE  
RECIBO DE FRESKALECHE  
BUCARAMANGA**



Director:

Ing. CARLOS IVÁN PATIÑO GONZÁLEZ

Autores:

ANDREA JULIANA VARGAS GONZÁLEZ

CRISTIAN HUMBERTO VILLAMIZAR PEREZ



# INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la información de inventarios y consumos de materia prima en el sector industrial, es de gran importancia para lograr una buena administración y control en lo referente al manejo de los insumos de la planta.



# OBJETIVO GENERAL

- Registrar, evaluar e interpretar los datos de medición proporcionados por diferentes dispositivos de aforamiento con el desarrollo de una metodología que permita medir y controlar en forma rápida y exacta el consumo de insumos en la industria.



# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar e implementar sensórica para la adquisición de las señales involucradas en el Proyecto.
- Diseñar y programar un sistema de registro, supervisión y control simultáneo de caudal y nivel del fluido en un proceso de Aforamiento de tanques, por medio de un autómatas programable (PLC).



# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un sistema SCADA para la visualización e interpretación del proceso en tiempo real, permitiendo la generación de históricos, reportes y gráficos de tendencia, por medio de un PC.
- Implementar redes industriales tipo Profibus-DP para la comunicación entre el autómatas y el sistema SCADA.



# AFORO

También conocido como calibración, se define como el proceso para determinar la capacidad total del tanque, o las correspondientes capacidades parciales a diferentes alturas



# METODOS DE AFORO

- METODO GEOMETRICO
  - Medida según dimensiones del tanque y el nivel del mismo.
- METODO VOLUMETRICO
  - Medida de Caudal y nivel de tanque
- METODO GRAVIMETRICO
  - Medida según el peso del fluido en el tanque

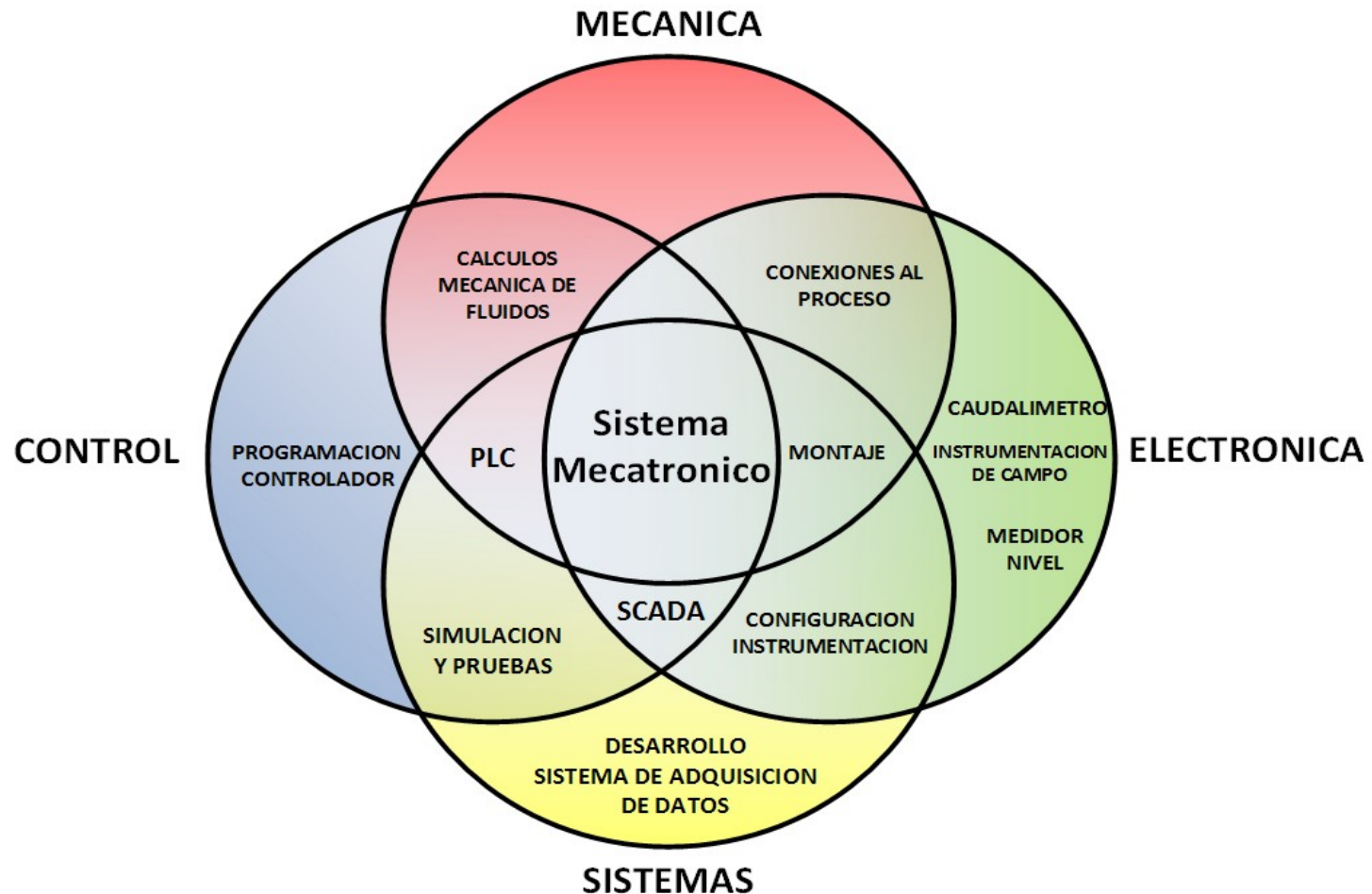


# PROCESO DE ADQUISICIÓN, TRANSPORTE Y RECIBO DE MATERIA PRIMA EN FRESKALECHE BUCARAMANGA



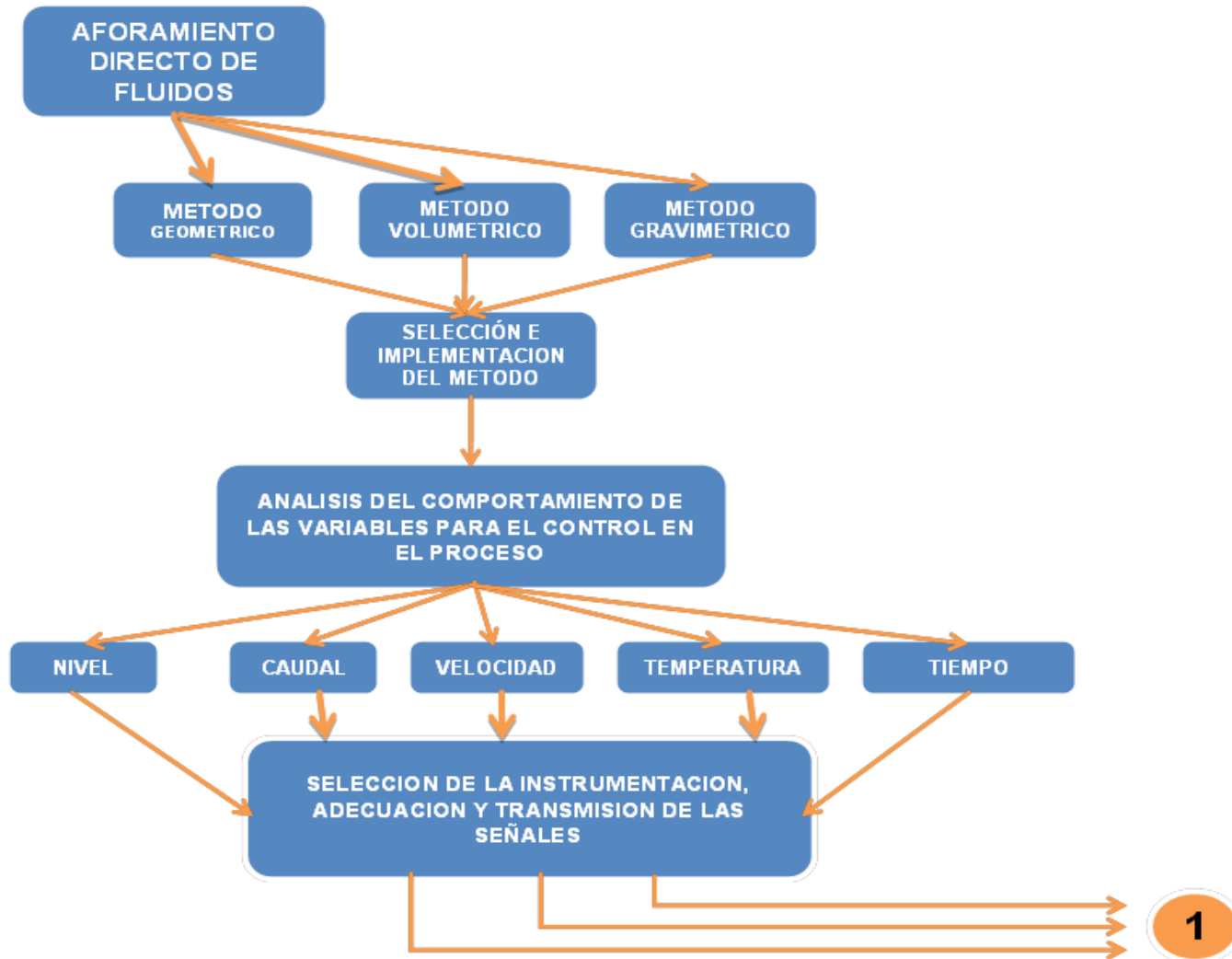


# METODOLOGÍA DEL DISEÑO MECATRÓNICO



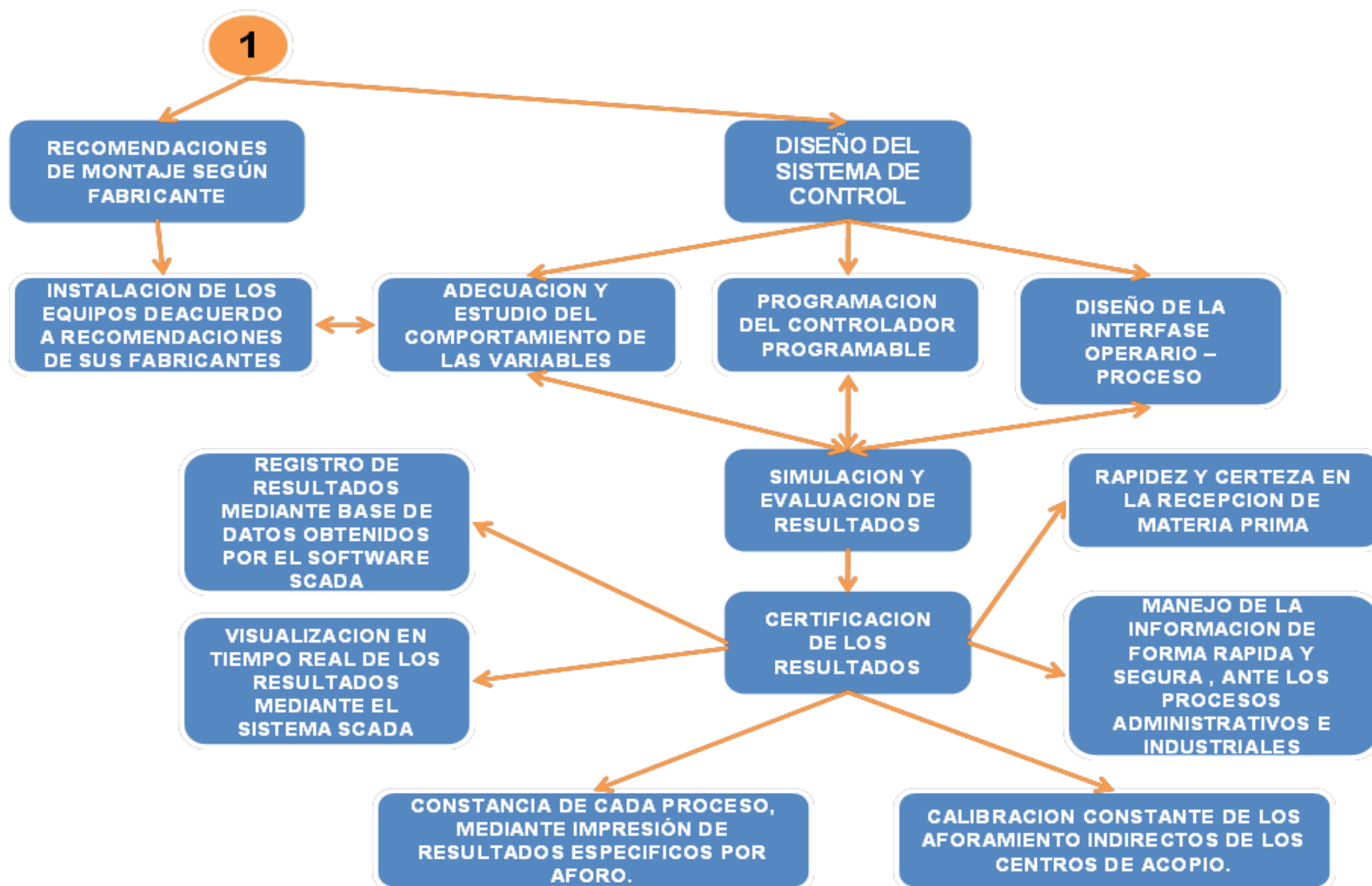


# DISEÑO MECATRÓNICO





# DISEÑO MECATRÓNICO



# ESPECIFICACIONES REQUERIDAS PARA LOS EQUIPOS

- **INSTRUMENTACION**

- Rango de Medida de Nivel: 0,2-3 metros.
- Rango de Medida de Caudal: 0-99.000 Litros
- Precisión: 0,1-0,25 %
- Tipo de Salida: Análoga (4–20 mA, 0–10 Vdc) y/o Pulsos 0-10kHz.
- Compensación por Temperatura.
- Rango de Temperatura de Funcionamiento: -5–35°C.
- Visualización con display: Compacto ó Remoto.
- Uniones al Proceso: en Acero Inoxidable.
- Tipo de Protección requerida: IP65 (sin penetración de polvo y protección contra chorros de agua).
- Documentación y manuales de equipo.
- Soporte técnico por parte de la empresa fabricante.

# CRITERIOS DE SELECCION

- **SENSOR DE NIVEL**

PROVEEDOR	PRODUCTO	RANGO DE MEDIDA (m)		PRECISION (%)	SALIDA ANALOGA (4-20 mA, 0-10 Vdc)		RANGO DE TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO (°C)		VISUALIZACION CON DISPLAY		UNIONES AL PROCESO (ACERO INOXIDABLE)		IP 65 (SIN PENETRACION DE POLVO)		DOCUMENTACION		SOPORTE TECNICO POR PARTE DEL PROVEEDOR		PRECIO (\$USD)	
		MIN	MAX		SI	NO	MIN	MAX	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
MJK Automation A/S	Shuttle	0,1	15	0,2	X		-20	60	X		X		X		X			X		1.900
Pepperl-Fuchs	LUC	0,3	4	0,5	X		-25	70		X		X	X			X		X		720
Pepperl-Fuchs	Serie LUCTX	0,3	15	0,3	X		-40	80		X	X		X		X			X		
FINETEK	Ultrasonico	0,3	50	0,25	X		-20	60	X		X		X		X		X			1.500
Siemens	The Probe	0,25	5	0,2	X		-20	70	X		X		X		X		X			750
Siemens	XRS	0,25	5	0,15	X		-20	80	X		X		X		X		X			1.130

# CRITERIOS DE SELECCION

- SENSOR DE CAUDAL**

PROVEEDOR	PRODUCTO	PRECISION (%)	SALIDA ANALOGA (4-20 mA, 0-10 Vdc)		RANGO DE TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO (°C)		VISUALIZACION CON DISPLAY		UNIONES AL PROCESO (ACERO INOXIDABLE)		IP 65 (SIN PENETRACION DE POLVO)		DOCUMENTACION		SOPORTE TECNICO POR PARTE DEL PROVEEDOR		PRECIO (\$USD)	
			SI	NO	MIN	MAX	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
ABB	FSM4000	0,5	X		-40	130	X		X		X		X			X		4.200
Endress+Hauser	Promag 23 H	0,5	X		-35	150	X		X		X		X		X			3.500
KEM	SRZ	0,25	X		-60	150	X			X	X			X		X		NO COTIZADO
EMERSON	MM Serie H	0,1	X		-100	180	X		X		X			X		X		7.200
Siemens	MAGFLOW	0,25	X		-20	60	X		X		X		X		X			4.500
Siemens	MASSFLOW	0,1	X		-20	60	X		X		X		X		X			6.500



# ESPECIFICACIONES REQUERIDAS PARA LOS EQUIPOS

- **CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE**
  - Operaciones de 32 bits (Números Reales en coma flotante).
  - Entradas/Salidas Digitales: 6/4 a 24 Vdc.
  - Entradas Análogas: 2 Entradas análogas (4–20 mA, 0–10 Vdc).
  - Comunicación: con sistemas SCADA por interfases Profibus DP o serial.
  - Contadores rápidos: 0-10kHz.
  - Programación por medio de software.
  - Tipo de protección: IP50 (Protegido contra polvo - entrada limitada permitida)
  - Documentación y manuales de equipo.
  - Soporte técnico por parte de la empresa fabricante.



# CRITERIOS DE SELECCION

## • CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

PROVEEDOR	PRODUCTO	MÓDULOS DE EXPANSIÓN	ENTRADAS / SALIDAS DIGITALES		ENTRADAS / SALIDAS ANALOGAS		PUERTOS DE COMUNICACIÓN	OPERACIONES DE 32 BITS		CONTADORES RÁPIDOS (0-10kHz)		IP 65 (SIN PENETRACION DE POLVO)		DOCUMENTACION		SOPORTE TECNICO POR PARTE DEL PROVEEDOR		PRECIO (\$COL)
			DI	DO	AI	AO		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Siemens	S7-200 CPU224 XP	EM235 Análogos	14	10	6	2	RS 485 (PPI, MPI)	X		X		X		X		X		\$ 3'500.000
		EM277 Profibus																
		Programador: MicroWin																
		Cable PPI Programador																
ALLEN BRADLEY	SLC 500	1746-NI4 Análogos	16	16	4	0	RS 232	X			X	X		X		X		\$ 8'200.000
		1746-IG16/OB16 Digitales																
		Programador: RS Logix 500																
		No necesita cable																
FESTO	FC34	Programador: FST	12	8	X	X	Ethernet		X		X	X		X		X		\$ 2'500.000
		No necesita cable																



# ESPECIFICACIONES REQUERIDAS PARA LOS EQUIPOS

- **SISTEMA SCADA**

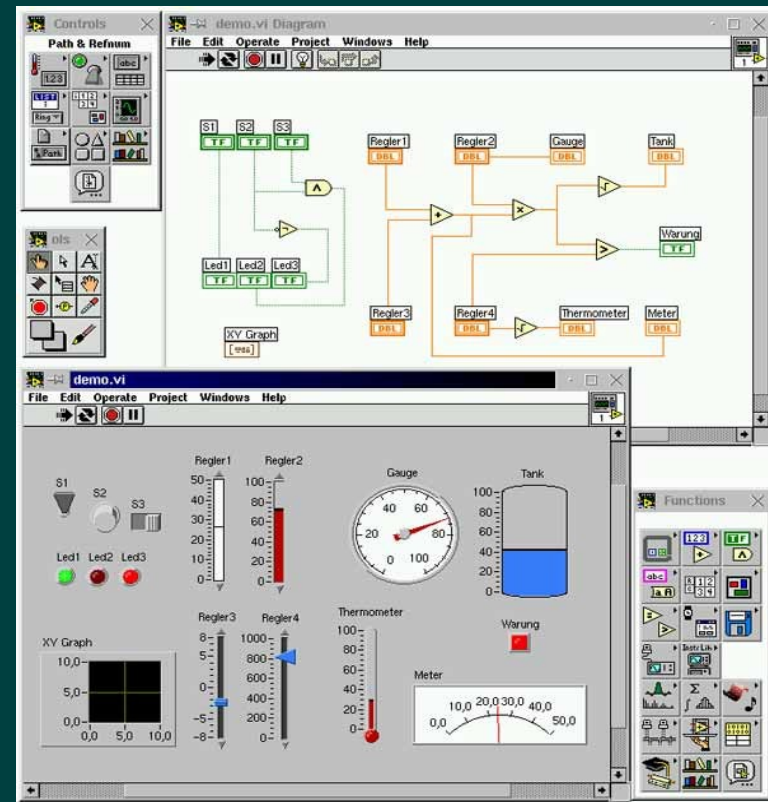
- Funcionamiento bajo sistema operativo: Windows 2000/XP
- Comunicación con el PLC seleccionado.
- Visualización en tiempo real.
- De arquitectura abierta.
- Manejo de imágenes del proceso.
- Generador de históricos.
- Opción de impresión de archivo.
- Fácil operación con interfaces amigables al usuario.
- Módulos de proceso para ejecutar acciones.
- Soporte técnico por parte de la empresa fabricante.



# CRITERIOS DE SELECCION

- SISTEMA SCADA

LABVIEW  
NATIONAL INSTRUMENTS

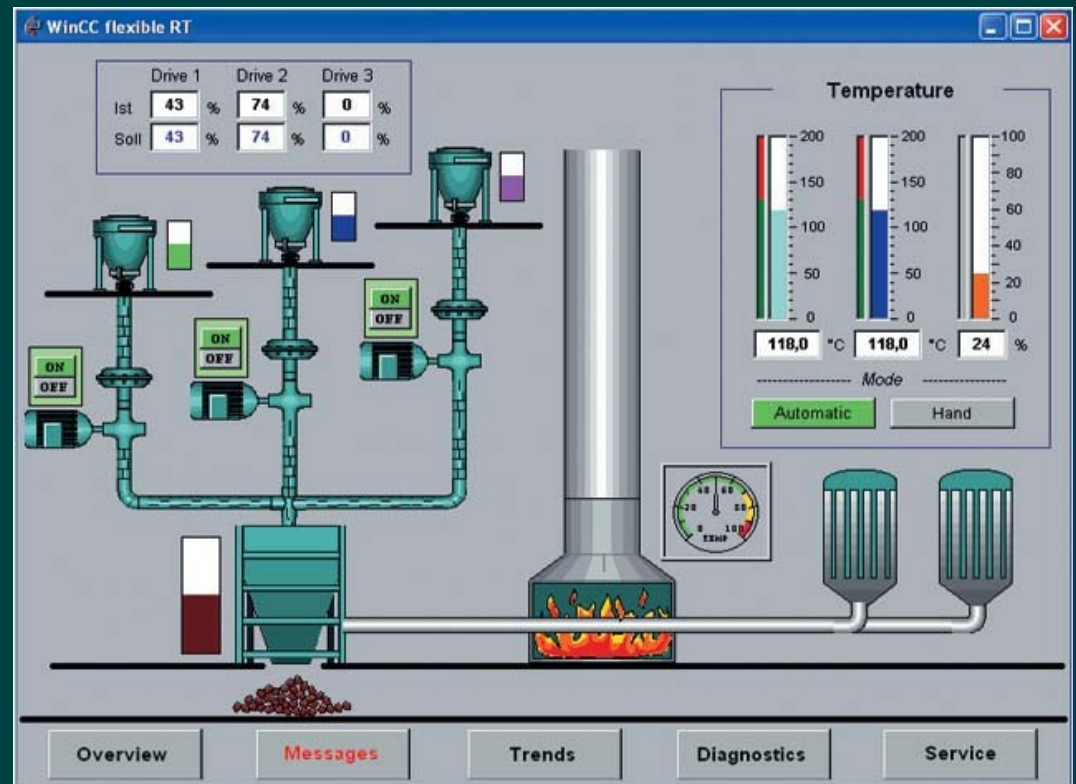




# CRITERIOS DE SELECCION

- SISTEMA SCADA

WINCC FLEXIBLE  
SIEMENS

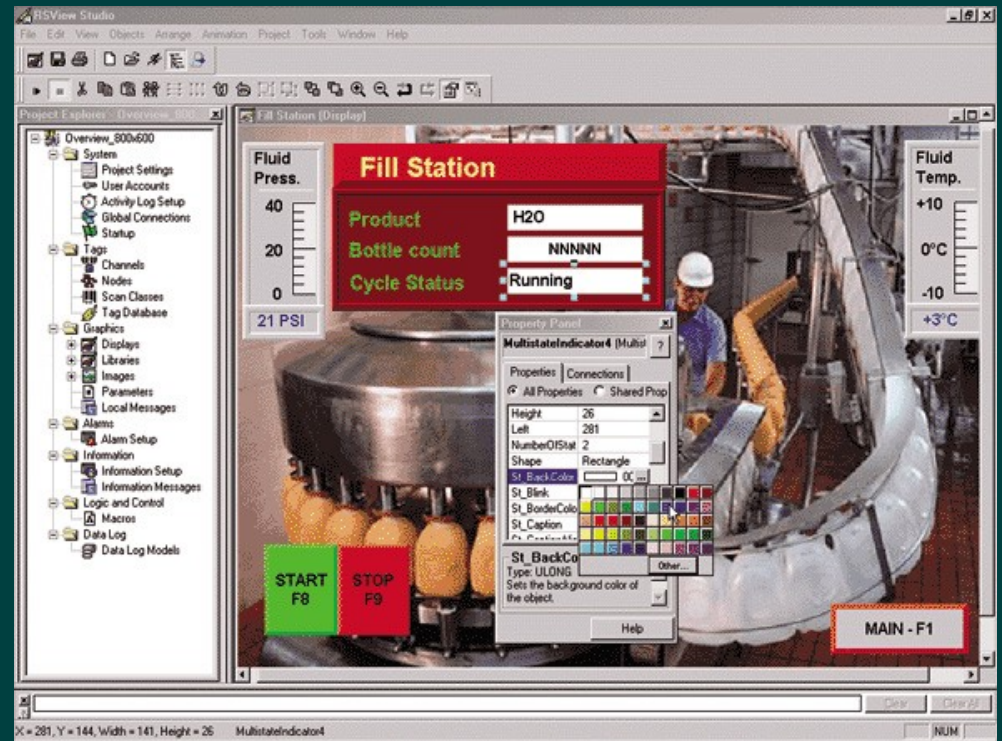


# CRITERIOS DE SELECCION

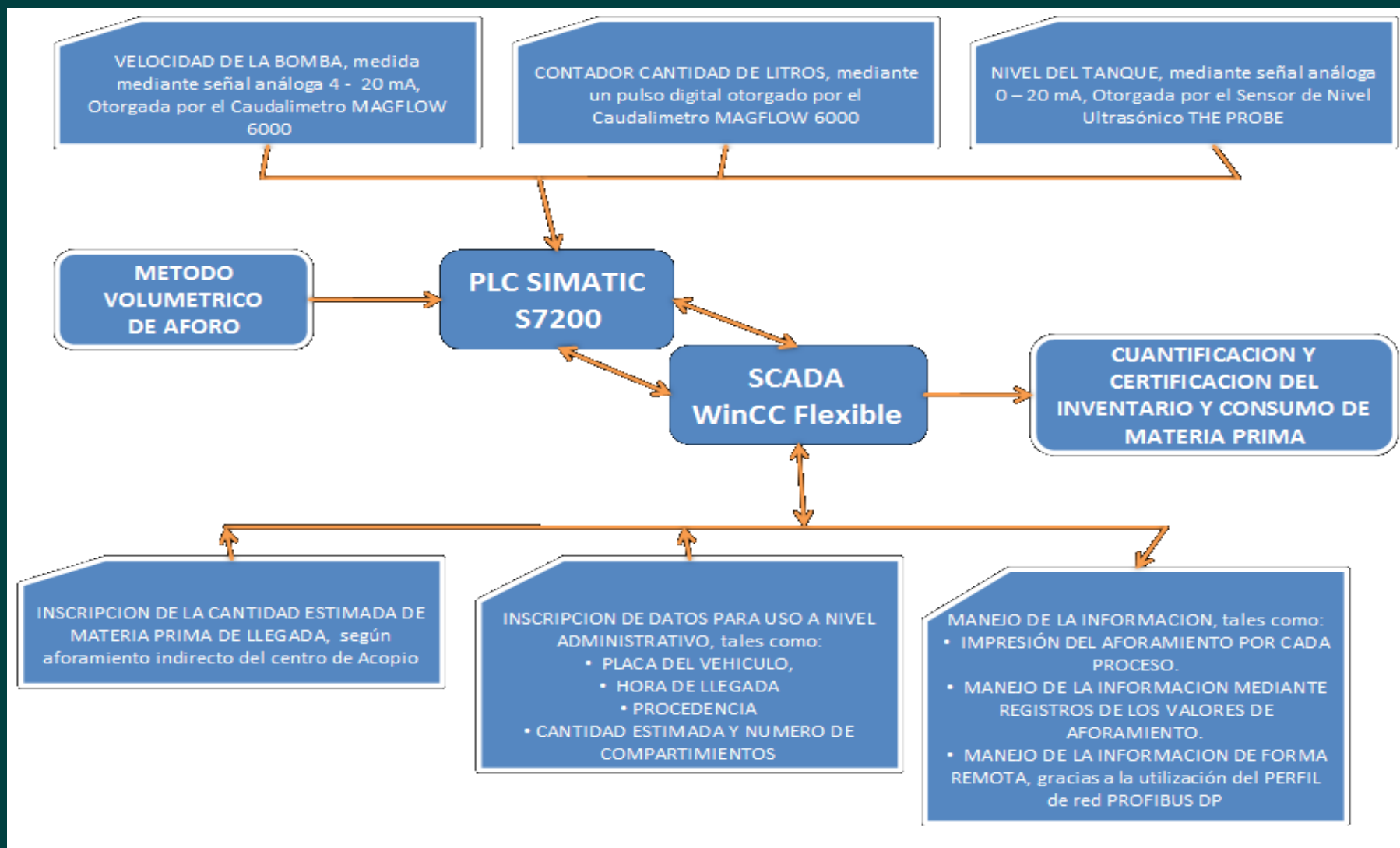
- SISTEMA SCADA

RSVIEW 32

ROCKWELL AUTOMATION



# FUNCIONAMIENTO



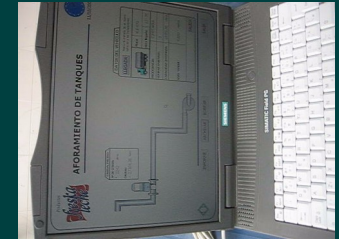


# FUNCIONAMIENTO

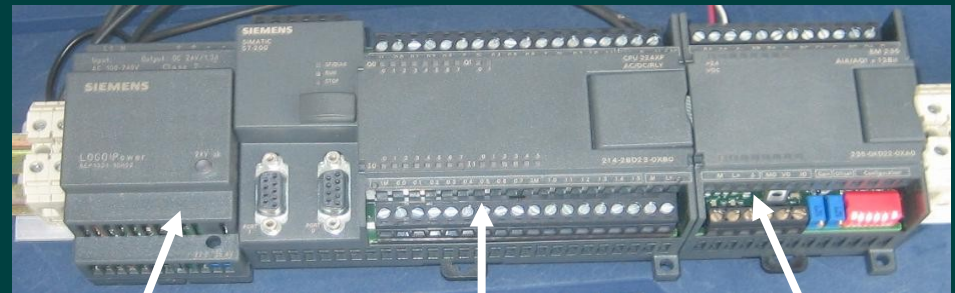
## SCADA



## VIDEO



## PLC



FUENTE  
LOGO!  
1.3  
Amperios

SIMATIC  
S7200  
CPU  
224XP

MODULO  
S  
S7200

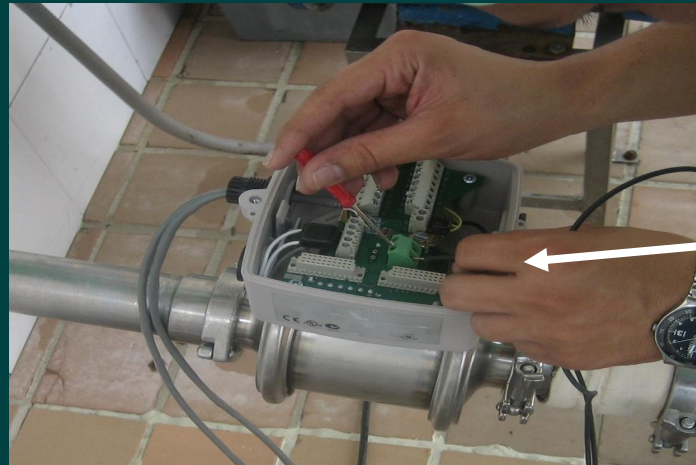


# FUNCIONAMIENTO

## SENSOR DE NIVEL



## CAUDALIMETRO



SENSOR  
ELECTROMAGNÉTICO



SENSOR  
ELECTROMAGNETICO  
CON EL  
CONVERTIDOR DE  
SEÑAL





# PRUEBA

## 1. TOMA DE DATOS

Aforamiento Vehículo Cisterna con datos:

- PLACA: SRR – 405
- Número de Compartimentos: 3
- Cantidad Estimada: 11020 Litros
- Procedencia: Aguachica
- Temperatura Leche: 8 – 9 ° C
- Punto de Aforo: En su Lugar (30cm)  
De la Tapa de Aforo.
- Hora de Llegada: 18: 14



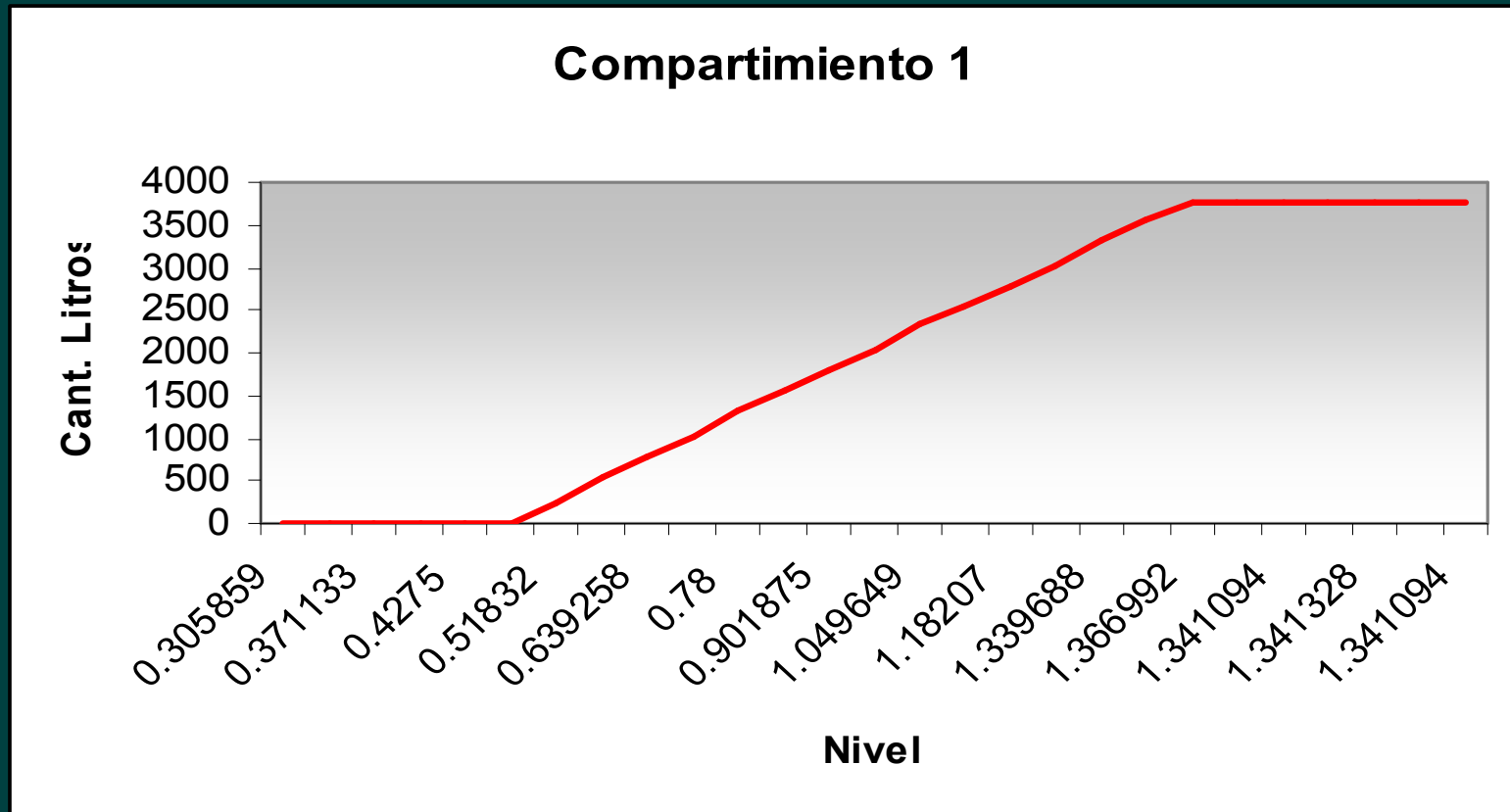
# COMPARTIMIENTO 1

HORA	VARIABLE	VALOR	VARIABLE	VALOR
10/11/2006 18:15	LITROS	0	NIVEL	0.3058594
10/11/2006 18:16	LITROS	1	NIVEL	0.330586
10/11/2006 18:16	LITROS	3	NIVEL	0.3711328
10/11/2006 18:17	LITROS	4	NIVEL	0.3925782
10/11/2006 18:17	LITROS	0	NIVEL	0.4275
10/11/2006 18:18	LITROS	12	NIVEL	0.4526953
10/11/2006 18:18	LITROS	246	NIVEL	0.5183203
10/11/2006 18:19	LITROS	557	NIVEL	0.5778516
10/11/2006 18:19	LITROS	789	NIVEL	0.6392578
10/11/2006 18:20	LITROS	1021	NIVEL	0.7182422
10/11/2006 18:21	LITROS	1330	NIVEL	0.78
10/11/2006 18:21	LITROS	1561	NIVEL	0.8398829
10/11/2006 18:22	LITROS	1792	NIVEL	0.901875
10/11/2006 18:22	LITROS	2023	NIVEL	0.9807422
10/11/2006 18:23	LITROS	2329	NIVEL	1.049649
10/11/2006 18:23	LITROS	2559	NIVEL	1.115508
10/11/2006 18:24	LITROS	2788	NIVEL	1.18207
10/11/2006 18:24	LITROS	3017	NIVEL	1.298438
10/11/2006 18:25	LITROS	3321	NIVEL	1.339688
10/11/2006 18:25	LITROS	3549	NIVEL	1.340273
10/11/2006 18:26	LITROS	3757	NIVEL	1.366992
10/11/2006 18:27	LITROS	3762	NIVEL	1.341328
10/11/2006 18:27	LITROS	3762	NIVEL	1.341094
10/11/2006 18:28	LITROS	3762	NIVEL	1.366992
10/11/2006 18:28	LITROS	3776	NIVEL	1.341328
10/11/2006 18:29	LITROS	3776	NIVEL	1.341094
10/11/2006 18:29	LITROS	3776	NIVEL	1.341094



Rata de Flujo Promedio:

15067 Litros / hora





# PRUEBA

## 2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Compartimiento 1:		
Capacidad a Nivel de Aforo de 0.30cm:		3776
Compartimiento 2:		
Capacidad a Nivel de Aforo de 0.30cm:		3543
Compartimiento 3:		
Capacidad a Nivel de Aforo de 0.31cm:		3610
Capacidad Total a Nivel de Aforo		10929 Litros
Tolerancia (+/- 0.25 %)		+/- 28 Litros
<b>Rango Máximo Tolerable</b>	<b>(10901 – 10957) Litros</b>	
Capacidad Estimada por el Centro de Acopio		11020 Litros
<b>Desfase de Aforo</b>		<b>(63 Litros)</b>
Porcentaje de Error $\{(11020-10957)/(11020)\} * 100 =$		0,57%
Precio x Litro		600 \$
Desfase Administrativo	x Día	37.800
	x Mes	1'134.000
	<b>x Año</b>	<b>13'456.800</b>



# CONCLUSIONES

- Se implementó un sistema para la calibración de tanques de llegada de insumos de leche del cuál se obtienen datos confiables, en el cuál aplicamos conocimientos adquiridos durante la carrera, y nos capacitamos en un nuevo software de supervisión (WinCC Flexible) de la familia SIEMENS, con el cual se obtuvo una interfaz amena y amigable.



# CONCLUSIONES

- Es importante seleccionar los elementos más apropiados para el sistema, y esto se debió realizar teniendo como base los recursos suministrados por la empresa. Este es un punto relevante debido a que finalmente fue aplicado a la industria, en donde se pudo ver que un diseño es simplemente una guía que muestra un buen procedimiento, es decir, el suministro de los equipos por parte del contratista y la disponibilidad de los mismos limita o satisface el diseño propuesto



# CONCLUSIONES

- Se empleó un lenguaje de programación que permite llegar a un software que brinda al usuario facilidad de manejo, por lo cual no necesita de una amplia capacitación para hacer uso del mismo. Dicho control de la mano de este software da como resultado un interfaz humano máquina, lo cual hace que cualquier proceso industrial sea más efectivo, obteniendo a la vez historiales de cualquier tipo de proceso y también proporcionando ver el proceso en tiempo real desde un lugar remoto.



# CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta que uno de los ítems más importantes para la ingeniería mecatrónica es el control del proceso, se comprobó que el PLC es un elemento que logra este propósito de una forma sencilla y eficaz y además termina siendo aplicable a otros procesos, por lo cual más que un costo es una inversión para la empresa.





# CONCLUSIONES

- El sistema desarrollado para aforar los tanques de FreskaLeche, puede ser empleado en otros ámbitos industriales, ya que ésta idea se tuvo en cuenta para la selección de materias, puesto que no siempre lo que se va a sensor de los tanques a la hora de llegada, va a ser leche.



# RECOMENDACIONES

- Para la medición de nivel:

Puede ser utilizado también un sensor capacitivo como el SITRANS LC 300 de Siemens o el LIT con referencia HYDROBAR “S” TYPE 2000 de la marca KLAY INSTRUMENTS.



# RECOMENDACIONES

- Para la medición de flujo:

Otros sensores recomendados para la medición de flujo son:

El medidor de área variable SITRANS F VA Minix, este es usado para medir el volumen de líquidos transparentes y gases pasando a través de una tubería cerrada. La válvula de aguja incorporada permite el control manual de los caudales. El producto es manufacturado por MECON GmbH y distribuido por Siemens.



# RECOMENDACIONES

- También es posible usar contadores de líquidos, como el contador de émbolo rotativo DN 50 (2") con mecanismo de aguja simple, si el caudal no excede 1000l/min.
- Los equipos seleccionados tienen certificaciones que satisfacen diferentes protocolos de comunicación, esto es necesario si en determinada aplicación se requiere hacer aforo más cercano o lejano a la interfaz gráfica.



# FOTOS



11/10/2006 09:04





11/10/2006 09:04





11/10/2006 09:04





11/10/2006 11:20





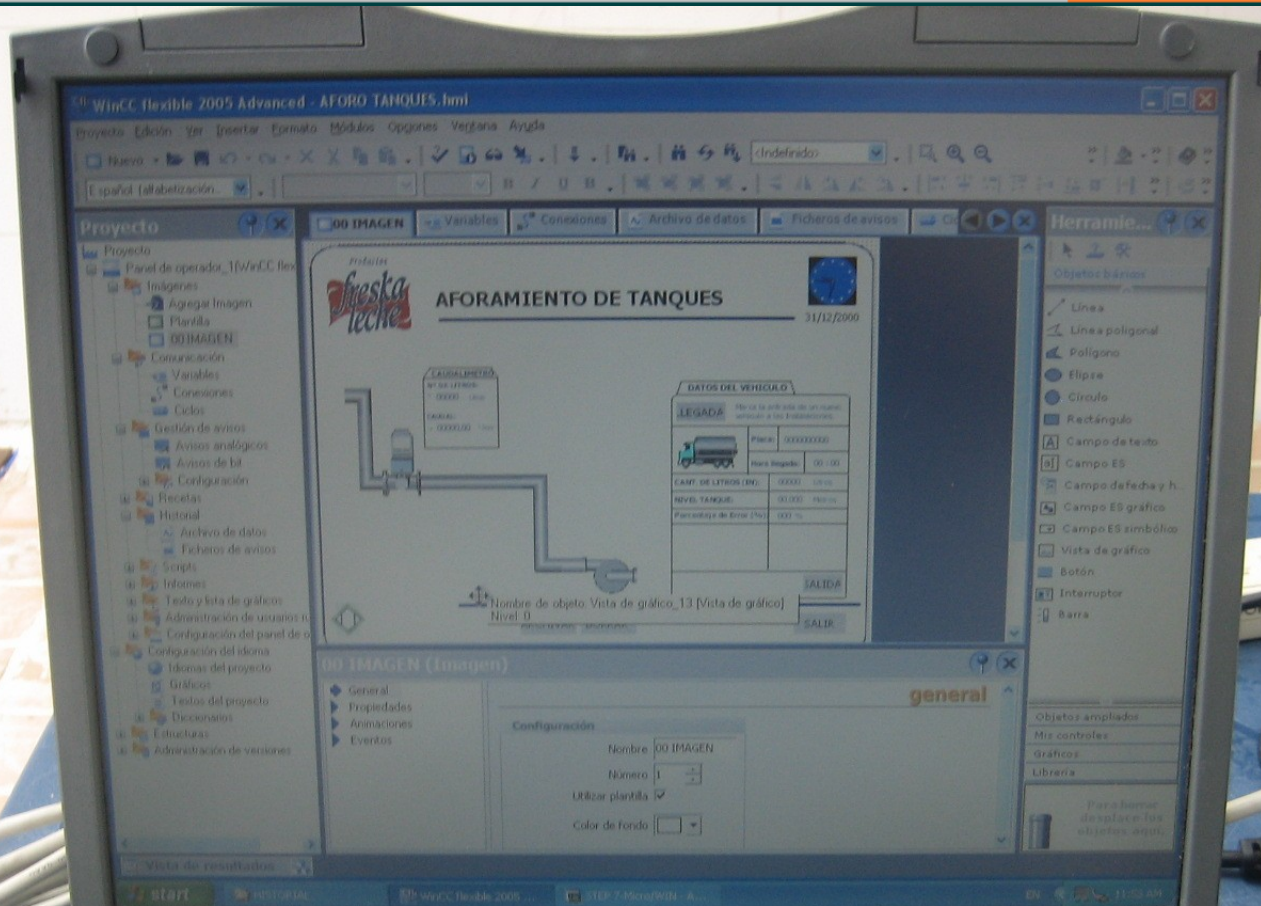
11/10/2006 11:20





11/10/2006 11:20





SIEMENS

SIMATIC Field PG

11/10/2006 11:54





11/10/2006 11:54



11/10/2006 13:42





11/10/2006 13:43





11/10/2006 13:44





11/10/2006 13:54





11/10/2006 13:55



11/10/2006 13:56





11/10/2006 13:57





11/10/2006 13:59





EN OBSERVACION  
FECHA VENC: **Oct. 11/06**  
PRODUCTO: **Leche Cuada**  
REFERENCIA: **Acopio Cimitarra**  
Lote: **18.351**  
LABORATORIO: **A.R.12**

11/10/2006 14:02





11/10/2006 14:10



# PREGUNTAS ?





GRACIAS !