



**ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO  
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE NIVELES DE AGUA, TEMPERATURA Y OXIGENACIÓN DE UN PROYECTO PISCICOLA EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS EN LA FINCA SAN NICOLÁS”**

**CRISTIAN FABIÁN GALLARDO MOLINA**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL GRADO DE:**

**INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

**Latacunga Marzo 2013**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**CERTIFICACIÓN**

**Ing. Wilson Sánchez. (Director)**

**Ing. Fausto Acuña (Codirector)**

**CERTIFICAN**

Que el trabajo titulado “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE NIVELES DE AGUA, TEMPERATURA Y OXIGENACIÓN DE UN PROYECTO PISCÍCOLA EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS EN LA FINCA SAN NICOLÁS**” realizado por Cristian Fabián Gallardo Molina, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a:

Estar fundamentada en procedimientos electromecánicos vinculados con el desenvolvimiento de proyectos de piscicultura en el país recomienda su publicación.

Latacunga Marzo del 2013

---

Ing. Wilson Sánchez

DIRECTOR

---

Ing. Fausto Acuña

CODIRECTOR

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD Y RESPONSABILIDAD**

**YO: CRISTIAN FABIÁN GALLARDO MOLINA**

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE NIVELES DE AGUA, TEMPERATURA Y OXIGENACIÓN DE UN PROYECTO PISCICOLA EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS EN LA FINCA SAN NICOLÁS”** , ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga Marzo del 2013

---

CRISTIAN GALLARDO MOLINA

CI: 0502847692

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**AUTORIZACIÓN**

**YO, CRISTIAN FABIÁN GALLARDO MOLINA**

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE NIVELES DE AGUA, TEMPERATURA Y OXIGENACIÓN DE UN PROYECTO PISCÍCOLA EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS EN LA FINCA SAN NICOLÁS”** ,cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga Marzo del 2013

---

Cristian Fabián Gallardo Molina

CI: 0502847692



## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento profundo y muy especial a la Escuela Superior Politécnica del Ejército sede Latacunga y a al cuerpo de ingenieros que conforman la carrera de Electromecánica, por brindarme los conocimientos adquiridos en la misma, un reconocimiento a mi director y codirector los Ing. Wilson Sánchez y Fausto Acuña por su grandiosa colaboración con el proyecto de piscicultura, en la Finca San Nicolás.

Cristian Gallardo M

## **DEDICATORIA**

A Dios por estar siempre conmigo bendiciéndome. A mis padres Melchor y Martha por la confianza que siempre me han tenido en mi y el ejemplo que han sido en mi vida, a mis hermanos los Ingenieros Adrian y Elena porque nunca dejaron de estarme alentándome y siempre estar a mi lado y en especial, a mi abuelo Nicolás(+) que me enseñó que en la vida nunca hay que rendirse. A José Luis Rodríguez un amigo que falleció en medio de cumplir un sueño de ser ingeniero electromecánico.

Cristian Gallardo M.

## ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
DECLARACIÓN.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xx
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xxiv
ANEXOS.....	xxvii
BIBLIOGRAFIA.....	xxviii
RESUMEN.....	xxx
SUMMARY.....	xxxii
INTRODUCCIÓN.....	xxxiii
ANTECEDENTES.....	xxxiii
OBJETIVO GENERAL.....	xxxiii
OBJETIVO ESPECÍFICO.....	xxxiii
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	xxxiii
ALCANCES Y METAS.....	xxxiv

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### CAPÍTULO I

<b>1.1</b>	<b>PISCICULTURA.....</b>	<b>1</b>
1.1.1	Biología general de la trucha arco iris.....	1
1.1.2	Ubicación Taxonómica.....	1
1.1.3	Anatomía externa.....	2
1.1.4	Anatomía interna.....	3
1.1.5	Aparato reproductor.....	6
1.1.6	Aspectos ecológicos hábitat.....	7
<b>1.2</b>	<b>CONDICIONES HÍDRICAS EN LA FINCA SAN NICOLÁS.....</b>	<b>8</b>
1.2.1	Aspectos físicos y químicos del agua.....	8
1.2.2	Calidad del agua.....	8
1.2.3	Ventajas y desventajas del agua de la finca San Nicolás.....	9
1.2.4	Requerimiento de oxígeno disuelto en el agua en la Finca San Nicolás..	9
1.2.5	Otros elementos.....	10
1.2.6	Aspectos biológicos.....	10
1.2.7	Contaminantes.....	10
<b>1.3</b>	<b>INFRAESTRUCTURA PISCÍCOLA.....</b>	<b>10</b>
1.3.1	Ingeniería hidráulica de la Finca San Nicolás.....	11
1.3.2	Canales de entrada y salida.....	11
1.3.3	Desarenador y filtros.....	12

1.3.4	Canal de distribución.....	14
1.3.5	Dependencias anexas.....	16
<b>1.4</b>	<b>TRANSDUCTORES.....</b>	<b>16</b>
1.4.1	Sensor de nivel.....	16
1.4.2	Max sonar Ez1.....	16
1.4.3	Características.....	18
1.4.4	Circuito del max sonar Ez1.....	19
1.4.5	Velocidad de respuesta del max sonar Ez1.....	20
1.4.6	Funcionamiento max sonar Ez1.....	21
<b>1.5</b>	<b>SENSOR DE TEMPERATURA.....</b>	<b>22</b>
1.5.1	Características.....	23
1.5.2	Funcionamiento y operación.....	25
<b>1.6</b>	<b>SENSOR DE OXÍGENO.....</b>	<b>25</b>
1.6.1	Principio de funcionamiento.....	26
1.6.2	Características.....	29
<b>1.7</b>	<b>ACTUADORES.....</b>	<b>38</b>
1.7.1	Oxigenador hidon .....	38
1.7.2	Accesorios del hidon cp100.....	39
1.7.3	Electroválvula .....	43
1.7.4	Componentes del sistema de la electroválvula.....	44
1.7.5	Instalación.....	45
<b>1.8</b>	<b>CONTROLADOR.....</b>	<b>47</b>
1.8.1	PLC S7200 CPU 224.....	47
1.8.2	Módulo de análogas EM 235.....	49

1.8.3	Sitrans Tk.....	56
1.8.4	Funcionamiento.....	56
<b>1.9</b>	<b>INSTRUMENTOS VIRTUALES.....</b>	<b>59</b>
1.9.1	LabVIEW.....	59
1.9.2	PC Access.....	65
1.9.3	Estructura de los proyectos de S7-200 PC Access.....	67

## **CAPÍTULO II**

<b>2.1</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO.....</b>	<b>73</b>
2.1.1	Dimensionamiento hídrico del proyecto.....	73
2.1.2	Partes del dimensionamiento del proyecto.....	73
2.1.3	Dimensionamiento de alevinera.....	74
2.1.4	Dimensionamiento del caudal y el oxígeno para el proyecto.....	75
2.1.5	Dimensionamiento de tuberías para el proyecto.....	76
2.1.6	Datos del proyecto.....	77
<b>2.2</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO DE ACTUADORES.....</b>	<b>80</b>
2.2.1	Dimensionamiento de bomba centrífuga.....	80
2.2.2	Dimensionamiento de oxigenadores.....	85
<b>2.3</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO DE TRANSDUCTORES.....</b>	<b>86</b>
2.3.1	Dimensionamiento de sensor nivel.....	86
2.3.2	Dimensionamiento del sensor de temperatura.....	87
2.3.3	Dimensionamiento del sensor de oxígeno.....	88
<b>2.4</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO ÁREA DE CONTROL.....</b>	<b>89</b>
<b>2.5</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO ÁREA DE MONITOREO.....</b>	<b>89</b>
<b>2.6</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO DE CABLES PARA EL PROYECTO.....</b>	<b>90</b>

<b>2.7</b>	<b>DISEÑO MECÁNICO</b> .....	<b>91</b>
2.7.1	Estructura principal.....	91
2.7.2	Cálculo del peso que soporta cada una de las bandejas.....	92
<b>2.8</b>	<b>CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN</b> .....	<b>101</b>
<b>2.9</b>	<b>SELECCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>103</b>
2.9.1	Selección hídrica.....	103
<b>2.10</b>	<b>SELECCIÓN DE ACTUADORES</b> .....	<b>109</b>
2.10.1	Selección de bomba centrífuga.....	109
2.10.2	Selección de oxigenadores para tanques.....	111
<b>2.11</b>	<b>SELECCIÓN DE TRANSDUCTORES</b> .....	<b>113</b>
<b>2.12</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN</b> .....	<b>119</b>
2.12.1	Implementación hídrica.....	119
<b>2.13</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE ACTUADORES</b> .....	<b>120</b>
2.13.1	Implementación de bomba centrífuga.....	120
2.13.2	Implementación de oxigenadores.....	121
<b>2.14</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE TRANSDUCTORES</b> .....	<b>121</b>
2.14.1	Implementación de sensor de temperatura.....	121
2.14.2	Implementación del sensor de nivel.....	122
2.14.3	Implementación del sensor de oxígeno.....	123
<b>2.15</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN ÁREA DE CONTROL</b> .....	<b>123</b>
<b>2.16</b>	<b>PROGRAMACIÓN</b> .....	<b>125</b>
<b>2.17</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE LA PLATAFORMA DE MONITOREO</b> .....	<b>144</b>
2.17.1	Programación en LabVIEW.....	145
2.17.2	Monitoreo de temperatura desde LabVIEW.....	145

2.17.3	Implementación y desarrollo del protocolo de comunicación en PC ACEESS.	150
2.17.4	Implantación de desarrollo leer datos desde LabVIEW a Excel.....	151
<b>2.18</b>	<b>PARTES DEL SISTEMA HÍDRICO.....</b>	<b>155</b>
<b>2.19</b>	<b>CONSUMO DE ENERGÍA DEL PROYECTO.....</b>	<b>161</b>

### CAPÍTULO III

<b>3.1</b>	<b>PRUEBAS.....</b>	<b>162</b>
3.1.1	Pruebas con niveles de agua altos/bajos.....	162
<b>3.2</b>	<b>PRUEBAS CON TEMPERATURA.....</b>	<b>163</b>
<b>3.3</b>	<b>PRUEBAS CON LA Sonda DE OXIGENACION.....</b>	<b>168</b>
<b>3.4</b>	<b>PRUEBAS ENCENDIDO OXIGENADORES SUMERGIBLES.....</b>	<b>172</b>
<b>3.5</b>	<b>AJUSTE DE SENSORES Y ACTUADORES.....</b>	<b>177</b>
3.5.1	Ajuste de voltaje para el max sonar ez1.....	177
3.5.2	Calibración del sensor de temperatura c105 b.....	178
<b>3.6</b>	<b>PRUEBAS DE CONTOL, MONITOREO Y VISUALIZACIÓN.....</b>	<b>179</b>
<b>3.7</b>	<b>RESULTADOS DEL PROYECTO EN FUNCIONAMIENTO.....</b>	<b>181</b>
3.7.1	Temperatura del agua en bandejas de eclosión por el lapso de 30 días fase 1.....	181
3.7.2	Temperatura del agua en tanques de alevinaje por el lapso de 15 días fase 2.....	182
3.7.3	Oxígeno en el agua en bandejas de eclosión por el lapso de 15 días fase 1.....	183
3.7.4	Oxígeno en el agua en tanques de alevinaje por el lapso de 15 días fase 2.....	185
3.7.5	Porcentaje mortalidad durante el periodo de eclosión en	



	bandejas de 3000 huevos.....	187
3.7.6	Porcentaje de mortalidad durante el periodo de larvas.....	188
3.7.7	Porcentaje de mortalidad durante el periodo de alevines.....	190
3.8	<b>ESTUDIO FINANCIERO.....</b>	192
3.8.1	REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO.....	192
3.8.2	Determinación de los Costos de Producción.....	195
3.8.3	Costos Unitarios de Producción.....	197
3.9	<b>EVALUACIÓN FINANCIERA.....</b>	197
3.9.1	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR).....	197
3.9.2	Valor Actual Neto (VAN).....	198
3.9.3	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	200
3.9.4	Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).....	202

## CAPÍTULO IV

4.1	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>204</b>
4.2	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>205</b>
4.3	<b>ANEXOS.....</b>	<b>208</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Fig.1.1	Anatomía externa de la trucha.....	2
Fig.1.2.	Atomía interna de la trucha.....	3
Fig.1.3.	Sistema muscular de la trucha.....	4
Fig.1.4.	Sistema digestivo de la trucha.....	4
Fig.1.5.	Aparato respiratorio.....	5
Fig.1.6.	Sentidos de la trucha.....	5
Fig.1.7.	Gónadas (Huevos de trucha).....	6
Fig.1.7.1	Gónada eclosionada.....	6
Fig.1.8	Ciclo biológico de trucha.....	7
Fig.1.9.	Temperaturas óptimas y letales de la trucha.....	9

Fig.1.10	Canal de entrada de agua para la finca San Nicolás	11
Fig.1.11.	Canal de salida de agua de las piscinas.....	12
Fig.1.12.	Desarenador.....	13
Fig.1.13.	Filtros.....	13
Fig.1.14.	Distribución del agua de las piscinas.....	14
Fig.1.15.	Estanques de tierra o de fondo natural.....	14
Fig.1.16.	Estanque de hormigón o concreto armado.....	15
Fig.1.17	Canales de captación de agua para la finca San Nicolás.....	15
Fig.1.18.	Canales de desagüe.....	16
Fig. 1.19.	Sensor max sonar EZ1.....	16
Fig 1.20.	Distribución de pines de max sonar Ez1.....	17
Fig.1.21.	Características aproximadas de la viga de censado	19
Fig.1.22.	Circuito del max sonar EZ1.....	19
Fig.1.23.	Termocupla.....	22
Fig.1.24.	Termocupla tipo pt 100.....	22
Fig.1.25.	Relación entre resistencia y temperatura de una pt 100.....	23
Fig.1.26.	Sensor de oxígeno YSI PRO 20.....	25
Fig.1.27.	Teclado El YSI pro 20.....	26
Fig.1.28.	Designación de teclado.....	26
Fig.1.29.	Pantalla principal de funcionamiento.....	27
Fig.1.30.	Selección de Idioma.....	27
Fig.1.31.	Porcentaje de oxígeno disuelto local.....	28
Fig.1.32.	Casilla de salinidad resaltada.....	31
Fig.1.33.	Conjunto de datos guardados.....	32
Fig.1.34.	Modo de datos.....	33
Fig.1.35.	Borrar datos.....	34
Fig.1.36.	Desajustado de tapa para la membrana.....	35
Fig.1.37.	Colocación de agua ionizada en la membrana.....	36
Fig.1.38.	Ajustado de la tapa de membrana.....	36
Fig.1.39.	Oxigenador hidon tipo cp 1000.....	38
Fig.1.40.	Acople para pistones simuladores.....	39
Fig.1.41.	Pistón simulador de lluvia.....	39
Fig.1.42.	Pistón simulador de vertiente.....	40
Fig.1.43.	Pistón simulador de cascada.....	40
Fig.1.44.	Pistón riachuelo y reductores.....	40
Fig.1.45.	Formas de ubicación en los estanques.....	40
Fig.1.46.	Diagrama de moody de nuestro oxigenador.....	41
Fig.1.47.	Placa de datos del oxigenador hidon cp1000.....	41

Fig.1.48.	Válvula netafin grow more withless.....	43
Fig.1.49.	Ajustador de presión.....	44
Fig.1.50.	Capuchón ajustador de presión.....	44
Fig.1.51.	Filtro de la válvula.....	44
Fig.1.52.	Llave especial para ajustar filtro.....	45
Fig.1.53.	Instalación de filtro en la válvula.....	45
Fig.1.54.	Instalación de regulador de presión en la válvula.....	46
Fig.1.55.	Justador, capuchón de presión.....	46
Fig.1.56.	Plc S7200 CPU 224.....	49
Fig.1.57.	Identificación de terminales EM235.....	51
Fig.1.58.	Potenciómetros de calibración EM 235.....	52
Fig.1.59.	Formato de la palabra de datos.....	54
Fig.1.60.	Esquema de conexiones de las entradas del EM 235	55
Fig.1.61.	Esquema de conexiones de las salidas del EM 235	55
Fig.1.62.	Sitrans Siemens Tk.....	58
Fig.1.63.	Modo de conexión sitrans siemens Tk.....	59
Fig.1.64.	Pantalla de inicio de LabVIEW.....	60
Fig.1.65.	El panel frontal en LabVIEW.....	60
Fig.1.66.	El diagrama de bloques para programar.....	61
Fig.1.67.	Barra de herramientas LabVIEW.....	61
Fig.1.68.	Ventana context help.....	62
Fig.1.69.	Controles para el diagrama de bloques para el panel frontal I, paleta de funciones.....	62
Fig.1.70.	Paleta de controles y paleta de indicadores gráficos en el panel frontal.....	63
Fig.1.71.	Indicadores gráficos waveform chart graph representados como iconos.....	63
Fig.1.72.	Submenús de funciones y sus diferentes herramientas de trabajo.....	64
Fig.1.73.	Ubicación de las estructuras dentro de la paleta de funciones del diagrama de bloques.....	64
Fig.1.74.	Icono de pc access.....	65
Fig.1.75.	Iconos para crear plcs.....	65
Fig.1.76.	Creación de nuevo plc.....	66
Fig.1.77.	Como dar un nombre a nuestro PLC y la dirección ...	66
Fig.1.78.	Pantalla de pc access (vista de ítems/estado).....	67
Fig.1.79.	Árbol Jerárquico de los PLCs.....	69
Fig.1.80.	Ítems creados en mi plc.....	70
Fig.1.81.	Pantalla de cliente de prueba (comunicación con la	

PC y el plc).....	72
-------------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

Fig.2.1	Esquema de procedimiento para el diseño.....	73
Fig.2.2	Tasa de oxígeno consumido/aportado.....	75
Fig.2.3.	Estructura principal para bandejas de eclosión.....	92
Fig. 2.4	Diagrama de fuerzas que soporta la viga para la bandeja de filtración.....	93
Fig. 2.5	Diagrama de fuerzas que soporta la viga para la bandejas de filtración y eclosión.....	95
Fig.2.6	Diagrama de fuerzas y momento en la estructura vertical y soporte para las bandejas.....	96
Fig.2.7	Diagrama de cuerpo libre de la viga solida implementada en la estructura para bandejas.....	98
Fig.2.8	Diagrama de esfuerzo cortante de una viga solida sometida a flexión.....	98
Fig.2.9	Viga con respecto al eje neutro L.N.....	99
Fig.2.10	Maxi cubo seleccionado.....	105
Fig.2.11	Tubería PVC cedula 40.....	107
Fig.2.12	Válvula valflux HH roscable.....	109
Fig.2.13	Bomba centrifuga TEMCO.....	110
Fig.2.14	Características de operación bomba temco.....	111
Fig.2.15	Oxigenado jad pump SP 1000r.....	112
Fig.2.16	Sensor de nivel max sonar EZ1.....	114
Fig.2.17	Termocupla Tipo pt 100 c 105b.....	116
Fig.2.18	Sensor de oxígeno YSI PRO 20.....	117
Fig.2.19	Implementación de bomba centrifuga.....	120
Fig.2.20	Implementación de oxigenadores en tanques y bandejas.....	121
Fig.2.21	Implementación de sensor de temperatura.....	122
Fig.2.22	Implementación de sensor de nivel en el sistema.....	122
Fig.2.23	Implementación de sensor de oxígeno.....	123
Fig.2.24	Caja beaucoup para el montaje del sistema.....	124
Fig. 2.25	Configuración de puertos de comunicación.....	127
Fig. 2.26	Configuración utilizando el cable PC/PPI.....	128
Fig. 2.27	Ajuste de interface PG/PC.....	128
Fig.2.28	Pantalla de programación de microWin.....	129

Fig.2.29	Programación en micro/win temperatura.....	129
Fig.2.30	Programación en micro/win del nivel del agua.....	129
Fig.2.31	Programación tiempo de lectura de datos de nivel y temperatura.....	130
Fig.2.32	Programación motor principal ingreso de datos 1.....	130
Fig.2.33	Programación oxigenador 0 ingreso de datos 1.....	131
Fig.2.34	Programación oxigenador 1 ingreso de datos 1.....	131
Fig. 2.35	Programación oxigenador 2 ingreso de datos 1.....	132
Fig.2.36	Programación oxigenador 3 ingreso de datos.....	132
Fig.2.37	Programación oxigenador 4 ingreso de datos 1.....	133
Fig.2.38	Programación oxigenador 5 ingreso de datos 1.....	133
Fig.2.39	Programación motor principal ingreso de datos 2....	134
Fig.2.40	Programación oxigenador 0 ingreso de datos 2.....	134
Fig.2.41	Programación oxigenador 1 ingreso de datos 2.....	135
Fig.2.42	Programación oxigenador 2 ingreso de datos 2.....	135
Fig.2.43	Programación oxigenador 3 ingreso de datos 2.....	136
Fig.2.44	Programación oxigenador 4 ingreso de datos 2.....	136
Fig.2.45	Programación oxigenador 5 ingreso de datos 2.....	137
Fig.2.46	Programación del motor principal ingreso de datos3	137
Fig.2.47	Programación oxigenador 0 ingreso de datos 3.....	138
Fig.2.48	Programación oxigenador 1 ingreso de datos 3.....	138
Fig.2.49	Programación oxigenador 2 ingreso de datos 3.....	139
Fig.2.50	Programación oxigenador 3 ingreso de datos 3.....	139
Fig.2.51	Programación del oxigenador 4 ingreso de datos 3...	140
Fig.2.52	Programación del oxigenador 5 ingreso de datos 3...	140
Fig.2.53	Programación comparación niveles altos medios y bajos.....	141
Fig.2.54	Programación accionamiento en LabVIEW motor principal.....	141
Fig.2.55	Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 0.....	141
Fig.2.56	Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 1.....	142
Fig.2.57	Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 2.....	142
Fig.2.58	Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 3.....	142
Fig.2.59	Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 4.....	143
Fig.2.60	Programación accionamiento en LabVIEW	

	oxigenador 5.....	143
Fig.2.61	Programación cargar reloj a variables.....	143
Fig.2.62	Trasformación de datos bcd a decimal (a/m/d/h/m/s/semana.....)	144
Fig.2.63	Trasformación de datos bcd a decimal (a/m/d/h/m/s/semana).....	144
Fig.2.64	Pantalla de inicio en LabVIEW.....	145
Fig.2.65	Fron panel en LabVIEW.....	146
Fig.2.66	Selección de controladores.....	146
Fig.2.67	Selección del controlador thermomete.....	147
Fig.2.68	Propiedades del controlador thermomete.....	147
Fig.2.69	Selección de leer o escribir el controlador.....	148
Fig.2.70	Direccionamiento de nuestro controlador.....	148
Fig.2.71	Selección de carpeta para direccionamiento en PC.....	149
Fig.2.72	ltes creados en Pc para direccionar thermomete....	149
Fig.2.73	Pantalla de visualización de control y monitoreo del sistema.....	150
Fig.2.74	Interface PG/PC.....	150
Fig.2.75	Ajuste de interface PG/PC.....	151
Fig.2.76	Ajuste de velocidad de comunicación entre la PG/PC.....	151
Fig.2.77	Programación (adquisición de datos en excel).....	152
Fig.2.78	Creación carpeta bloc de notas.....	152
Fig.2.79	Conversión de archivos_ datos temperatura numérico control.....	153
Fig.2.80	Asistente para importar texto-paso 1 de 3.....	153
Fig.2.81	Asistente para importar texto paso 2 de 3.....	154
Fig.2.82	Asistente para importar texto pasó 3 de 3.....	154
Fig.2.83	Visualización de datos en excel de temperatura y nivel.....	155
Fig.2.84	Estanques de plástico con cobertura metálica.....	155
Fig.2.85	Tubería principal de entrada de agua con 5 ramales..	155
Fig.2.86	Tubería principal de salida de agua con 5 válvulas de desfogue.....	156
Fig.2.87	Colector y reoxigenador de agua e los 5 estanques...	156
Fig.2.88	Soporte para bandejas.....	156
Fig.2.89	Bandeja colectora y filtradora.....	156
Fig.2.90	Válvula de evacuación del agua de la parte superior del estanque.....	157
Fig.2.91	Vertedero oxigenador superior de bandejas con 2	

	válvulas.....	157
Fig.2.92	Oxigenador sumergible de bandeja.....	157
Fig.2.93	Infraestructura del sistema.....	158

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO III

Fig.3.1	Gráfico estadístico de voltajes medios.....	162
Fig.3.2	Gráfico estadístico de toma de datos con el sensor de temperatura en un día nublado.....	164
Fig.3.3	Gráfico estadístico de pruebas de temperatura en un día lluvioso.....	165
Fig.3.4	Gráfico estadístico de temperatura del agua en un día soleado.....	167
Fig.3.5	Gráfico estadístico del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día soleado.....	168
Fig.3.6	Gráfico estadístico del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día nublado.....	170
Fig.3.7	Gráfico estadístico del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día lluvioso.....	171
Fig.3.8	Gráfico estadístico del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día soleado.....	173
Fig.3.9	Gráfico estadístico de porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día nublado.....	174
Fig.3.10	Gráfico estadístico de porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día lluvioso.....	176
Fig.3.11	Mando manual.....	179
Fig.3.12	Mando automático.....	179
Fig.3.13	Monitoreo de la temperatura y el nivel.....	180
Fig.3.14	Visualización en la pantalla LabVIEW.....	180
Fig.3.15	Gráfico estadístico de la temperatura del agua en bandejas de eclosión.....	181
Fig.3.16	Gráfico estadístico de la temperatura del agua fase2..	183
Fig.3.17	Gráfico estadístico de los ppm de oxígeno en la fase de eclosión.....	184
Fig.3.18	Gráfico estadístico de los ppm de oxígeno en la fase 2 de alevinaje.....	186

Fig.3.19	Gráfico estadístico del porcentaje de mortalidad en el periodo de eclosión.....	187
Fig.3.20	Gráfico estadístico del porcentaje de mortalidad en el periodo de larvas.....	189
Fig.3.21	Gráfico estadístico del porcentaje de mortalidad en alevines.....	190

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

Tabla.1.1	Características entre macho y hembra.....	3
Tabla.1.2	Características del agua de la finca San Nicolás.....	8
Tabla.1.3	Clasificación de agua según su dureza.....	9
Tabla.1.4	Características del canal de entrada de agua en la finca San Nicolás.....	11
Tabla.1.5	Características del canal de salida de agua en la finca San Nicolás.....	12
Tabla.1.6	Características del desarenador de la finca San Nicolás.....	13
Tabla.1.7	Características de estanque de fondo natural en la finca San Nicolás.....	14
Tabla.1.8	Características de estanque de hormigón de la Finca ...	15
Tabla.1.9	Tolerancia de temperatura.....	24
Tabla.1.10	Temperaturas clase A, B.....	24
Tabla.1.11	Parámetros del YSI PRO 20.....	29
Tabla.1.12	Parámetros del YSI PRO 20.....	30
Tabla.1.13	Parámetros del YSI PRO 20.....	37
Tabla.1.14	Parámetros del YSI PRO 20.....	37
Tabla.1.15	Datos del oxigenador HIDOM.....	38
Tabla.1.16	Accesorios de HIDON CP1000.....	39
Tabla.1.17	Tipos de oxigenadores.....	41
Tabla.1.18	Datos de porcentaje de oxígeno con cada simulador día soleado.....	42
Tabla.1.19	Datos de porcentaje de oxígeno con cada simulador día nublado.....	42
Tabla.1.20	Datos de porcentaje de oxígeno con cada simulador día lluvioso.....	43
Tabla.1.21	Características del PLC s7200 CPU 224.....	47
Tabla.1.22	Características generales del módulo EM 235.....	48
Tabla.1.23	Interruptores de configuración para el módulo EM 235.....	52



## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 2

Tabla.2.1	Dimensionamiento del laboratorio.....	74
Tabla.2.2	Valores MRS y sus $\sigma_s$ correspondientes.....	76
Tabla.2.3	Dimensionamiento hídrico eclosión.....	78
Tabla.2.4	Dimensionamiento hídrico alevinaje N° 1.....	78
Tabla.2.5	Dimensionamiento hídrico alevinaje N° 2.....	79
Tabla.2.6	Capacidad de suministro de agua al laboratorio.....	79
Tabla.2.7	Condiciones de niveles de agua temperatura y oxígeno.....	79
Tabla.2.8	Datos de presión, altitud, temperatura, humedad de Latacunga.....	80
Tabla.2.9	Dimensionamiento de oxigenadores.....	86
Tabla.2.10	Características técnicas de dimensionamiento que debe cumplir el sensor de nivel.....	86
Tabla.2.11	Características técnicas de dimensionamiento que debe cumplir el sensor de temperatura.....	87
Tabla.2.12	Características técnicas de dimensionamiento que debe cumplir el sensor de oxígeno.....	88
Tabla.2.13	Dimensionamiento de controladores para el proyecto	89
Tabla.2.14	Hardware Software del área de monitoreo.....	89
Tabla.2.15	Capacidad de Incubación del proyecto fase 1.....	101
Tabla.2.16	Capacidad de alevinaje del proyecto fase 2.....	101
Tabla. 2.17	Capacidad de alevines que entran por sus Dimensiones 1.....	102
Tabla.2.18	Capacidad de alevines que entran por sus dimensiones 2 .....	102
Tabla.2.19	Capacidad y tiempos de producción del proyecto....	102
Tabla.2.20	Capacidad de producción de huevos de trucha del proyecto.....	103
Tabla.2.21	Capacidad total de proyecto.....	103
Tabla.2.22.	Características de selección del tanque a implementar.....	103
Tabla.2.23	Selección de tanques para el proyecto.....	104
Tabla.2.24	Características del tanque maxicubo.....	104

Tabla.2.25	Características de selección de la tubería.....	105
Tabla.2.26	Selección de la tubería para el proyecto.....	106
Tabla.2.27	Densidades de tubería pvc cedula 40.....	107
Tabla.2.28	Densidades de tubería pvc cedula 40.....	107
Tabla.2.29	Características de selección de válvulas.....	108
Tabla.2.30	Selección de válvulas para el proyecto.....	108
Tabla.2.31	Características de selección de bombas.....	109
Tabla.2.32	Selección de bombas para el proyecto.....	110
Tabla.2.33	Características técnicas bomba temco.....	111
Tabla.2.34	Características de selección de oxigenadores de tanque.....	111
Tabla.2.35	Selección de oxigenador.....	112
Tabla.2.36	Selección de sensor de nivel.....	113
Tabla.2.37	Características técnicas de sensor max sonar ez1...	114
Tabla.2.38	Selección de sensor de temperatura.....	115
Tabla.2.39	Características técnicas de sensor termocupla c105b	115
Tabla.2.40	Selección de sensor de oxígeno.....	116
Tabla.2.41	Lista de implementos seleccionados para la parte hídrica.....	117
Tabla.2.42	Lista de implementos seleccionados para actuadores	118
Tabla.2.43	Lista de implementos seleccionados para transductores.....	118
Tabla.2.44	Lista de implementos seleccionados para controlar y monitorear.....	118
Tabla.2.45	Dimensiones de la caja beaucoup.....	124
Tabla.2.46	Elementos para el montaje eléctrico.....	124
Tabla.2.47	Elementos de control y monitoreo.....	125
Tabla.2.48	Partes del sistema hídrico del sistema.....	159
Tabla.2.49	Consumo de energía del proyecto.....	161

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 3

Tabla.3.1	Valores de sensado a diferentes distancias.....	162
Tabla.3.2	Pruebas de temperatura con la PT100 tipo C105B día nublado.....	163
Tabla.3.2.1	Temperatura promedio día nublado.....	
Tabla.3.3	Pruebas de temperatura con la PT100 tipo C105B día lluvioso.....	165

Tabla.3.4	Pruebas de temperatura con la PT100 tipo C105B día soleado.....	166
Tabla.3.5	Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxígeno día soleado.....	168
Tabla.3.6	Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxígeno día nublado.....	169
Tabla.3.7	Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxígeno día lluvioso.....	171
Tabla.3.8	Pruebas encendido oxigenadores sumergibles día soleado.....	172
Tabla.3.9	Pruebas encendido oxigenadores sumergibles día nublado con el oxigenador YSI Pro 20.....	174
Tabla.3.10	Pruebas encendido oxigenadores sumergibles día lluvioso con el oxigenador YSI Pro 20.....	175
Tabla.3.11	Ajuste de voltaje de entrada para el max sonar Ez1	177
Tabla.3.12	Ajuste de voltaje amplificador max sonar Ez1.....	177
Tabla.3.13	Ajuste de voltaje de entrada para plc s7200 y modulo de análogos EM 235.....	178
Tabla.3.14	Ajuste de voltaje de entrada para sitrans TK.....	178
Tabla.3.15	Datos en °C y salida en bit del plc.....	178
Tabla.3.16	Datos de temperatura del agua en bandejas de eclosión fase 1.....	181
Tabla.3.17	Datos de temperatura del agua en tanques de alevinaje fase 2.....	182
Tabla.3.18	Ppm de oxígeno en bandejas de eclosión fase 1.....	184
Tabla.3.19	Porcentaje de oxígeno en el agua en tanques de alevinaje.....	185
Tabla.3.20	Porcentaje de mortalidad en periodo de eclosión.....	187
Tabla.3.21	Porcentaje de mortalidad en larvas.....	188
Tabla.3.22	Porcentaje de mortalidad durante el periodo de alevinaje.....	190
Tabla.3.23	Requerimientos hídricos para el proyecto.....	192
Tabla.3.24	Requerimientos de actuadores para el proyecto.....	193
Tabla.3.25	Requerimientos estructurales para el proyecto.....	193
Tabla.3.26	Requerimientos eléctricos para el proyecto.....	193
Tabla.3.27	Requerimientos electrónicos para el proyecto.....	194
Tabla.3.28	Requerimientos electrónicos para el proyecto.....	194
Tabla.3.29	Requerimientos hídricos para el proyecto.....	194
Tabla.3.30	Requerimientos mano de obra indirecta para el proyecto	194

Tabla.3.31	Requerimientos mano de obra directa para el proyecto...	194
Tabla.3.32	Requerimientos varios para el proyecto.....	195
Tabla.3.33	Costos de producción (En dólares).....	196
Tabla.3.34	Costos unitarios de producción.....	197
Tabla.3.35	Variables del porcentaje tasa activa, pasiva (van 1).....	199
Tabla.3.36	Valor actual neto (van1).....	199
Tabla.3.37	Factor de actualización van 1.....	199
Tabla.3.38	Variables del porcentaje tasa activa, pasiva (van 2)	200
Tabla.3.39	Valor actual neto (van2).....	201
Tabla.3.40	Factor de actualización van 2.....	201

## ÍNDICE DE ECUACIONES

### CAPÍTULO 2

Ecuación. 2.1	Ecuación de oxígeno consumido.....	75
Ecuación. 2.2	Ecuación oxígeno aportado.....	75
Ecuación. 2.3	Ecuación concentración de oxígeno.....	75
Ecuación 2.4	Ecuación Tensión de diseño.....	76
Ecuación. 2.5	Ecuación velocidad de circulación.....	77
Ecuación. 2.6	Ecuación caudal de evacuación.....	77
Ecuación. 2.7	Ecuación cálculo de pérdidas en el sistema.....	80
Ecuación. 2.8	Ecuación cálculo de volumen del sistema.....	81
Ecuación. 2.9	Ecuación cálculo de número de Reynolds.....	81
Ecuación. 2.10	Ecuación cálculo de rugosidad relativa.....	83
Ecuación. 2.11	Ecuación cálculo de coeficientes de fricción.....	83
Ecuación. 2.12	Ecuación cálculo de carga de velocidad.....	84
Ecuación. 2.13	Ecuación potencia teórica.....	85
Ecuación. 2.14	Ecuación potencia real.....	85
Ecuación. 2.15	Ecuación resistencia conductor en $\Omega$ .....	90

Ecuación. 2.16	Ecuación cálculo de conductor por corriente.....	90
Ecuación. 2.17	Ecuación resistencia conductor en $\Omega$ .....	91
Ecuación. 2.18	Ecuación peso total en newton.....	92
Ecuación. 2.19	Ecuación tensión normal en vigas.....	96
Ecuación. 2.20	Ecuación modulo de sección hueca.....	97
Ecuación. 2.21	Esfuerzo cortante en una sección de una viga sometida a flexión.....	98
Ecuación. 2.22	Momento de inercia de la sección con respecto al eje neutro.....	98
Ecuación. 2.23	Esfuerzo cortante máximo.....	99
Ecuación.2.24	Esfuerzo cortante máximo en la línea neutro....	99
Ecuación.2.25	Esfuerzo de tracción y compresión.....	99
Ecuación.2.26	Esfuerzo de tracción máximo.....	100
Ecuación.2.27	Modulo de inercia.....	100

## ÍNDICE DE ECUACIONES

### CAPÍTULO 3

Ecuación.3.1	Costo unitario de producción.....	197
Ecuación.3.2	Tasa mínima aceptable de rendimiento.....	198
Ecuación.3.3	Valor actual neto.....	198
Ecuación.3.4	Tasa interna de retorno.....	200
Ecuación.3.5	Periodo de recuperación de la inversión.....	203

## **ANEXOS**

**ANEXO A:** Tablas para cálculos de

**ANEXO B:** Manual de operación del proyecto

**ANEXO C:** Fotos montaje parte hídrica y eléctrica

**ANEXO D:** Manual del plc s7200 y modulo de análoga EM 235

**ANEXO E:** Manual sitrans TK 100

**ANEXO F:** Manual Sensor Max sonar Ez1

**ANEXO G:** Manual de cultivo de trucha

**ANEXO H:** Fotos del resultado del proyecto

**ANEXO I:** Planos infraestructura hídrica

**ANEXO J:** Planos eléctricos, control, potencia, fuerza.

## BIBLIOGRAFÍA

- **Blanco. C.** "Manual del a Trucha, cría industrial". Ediciones 1994 Madrid- España 1994.
- **ESCOBAR. R** "Manual para la producción de truchas" INCAGRO 2008 Santa Inés-Huancavelica 2008.
- **Camacho. E.**" Guía para el cultivo de trucha" Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Quito – Ecuador 2009
- **Pillay. T.** "Acuicultura principios y prácticas" Editorial Limusa.2000 México 2002
- **Carrasco. N .** "Manual Instrumentos para medida de temperatura SITRANS TK Siemens" México 2009
- **Max. B.** "Manual MaxSonar Ez1"nare trademark of MaxBotix inc EZ1 Octubre 2010.
- **Curtis D. Johnson** "Process control instrumentation technology" sexta edición, Prentice Hall, Columbus – Ohio, 2000.
- **Katsuhiko Ogata** "Ingeniería de control moderna", segunda edición, Prentice Hall, México, 1993
- **Carlos A. Smith – Armando B.** "Control automático de procesos" Limusa, México, 2001
- **Fröhr Orthenburger** "Introducción al control electrónico" Marcombo Berlín, 1986.
- **Creuss** "Instrumentos industriales" octava edición, McGraw-Hill, Colombia 1990
- **Robert L. Mott** "Resistencia de Materiales" Tercera Edicion, Prentice-Hall, México 2002
- **Freddy Tapia** "Tesis Control de flujo de aire HVAC" Ingeniería Electromecánica, 2005
- **Diego Guamangallo** "Tesis Control de nivel de líquidos, Ingeniería Ejec. Electromecánica, 2002

- **Robert L. Mott** “Mecánica de Fluidos” Sexta Edición, Prentice-Hall, México 2004.

**SITIOS WEB**

[http//.www.Acuacultura.com](http://www.Acuacultura.com).

[http//.www.Piscicultura.com](http://www.Piscicultura.com).

[http//.www.INCAGRO.com](http://www.INCAGRO.com).

[http//.www.Magap.com](http://www.Magap.com).



## RESUMEN

A través de los años Ecuador se ha caracterizado por contar con la mayor biodiversidad de flora y fauna del mundo. La diversidad climática e hidrográfica hacen favorable el crecimiento de una variedad de especies acuícolas, lo cual ha permitido el desarrollo de pequeños productores, especialmente aquellos que cubren necesidades primarias como alimentación

Durante las últimas décadas los pequeños productores dedicados al campo de la piscicultura, no han generado mayor cosa por no contar con una investigación profunda y concreta, de la crianza y reproducción de truchas, debido a la escasa formación y visión en emprender nuevas estrategias de ingeniería hídrica controlada, que permitan generar mayor productividad y rentabilidad económica en el país. Es importante también considerar que no existen los recursos económicos suficientes para llevar a cabo verdaderos procesos de manejo automatizado de las áreas de reproducción, crianza y comercialización de truchas.

El presente trabajo investigativo está basado en la implementación de una infraestructura hídrica adecuada y sofisticada ,cumpliendo con los más altos estándares fitosanitarios, de conservación y preservación del medio ambiente para la reutilización del agua, atreves de procesos de reoxigenación, filtración, purificación para ser devuelta el agua a la naturaleza en su estado natural, así como también el control y monitoreo de las variables de temperatura y oxigenación del liquido en el sistema, gracias a la ejecución de Hardwares y software para la adquisición y visualización de datos en tiempo real, con una dotación de transductores y actuadores que estarán listos a entrar en funcionamiento, manteniendo las mejores condiciones de oxigeno disuelto en agua para el desarrollo adecuado e eficiente de la piscicultura en el Ecuador, vinculando así a la electromecánica al desarrollo de la agroindustria en el país.

## SUMMARY

Through the years Ecuador has been characterized to have the biggest flora diversity and fauna of the world. The climatic diversity and hidrográfica make favorable the growth of a variety of species acuícolas that which has allowed the development of small producers, especially those that cover primary necessities as feeding

During the last decades the dedicated small producers to the field of the piscicultura, they have not generated bigger thing for not having a deep and concrete investigation, of the upbringing and reproduction of trouts, due to the scarce formation and vision in undertaking new strategies of engineering hydria control that allow to generate bigger productivity and economic profitability in the country. It is important also to consider that the enough economic resources don't exist to take to end true handling processes and control of the areas of upbringing, production of trouts.

The present investigative work this based one in the implementation of an infrastructure appropriate and sophisticated hydrias, fulfilling the highest standard fitosanitarios, of conservation and preservation of the environment for the reutilizations of the water dares of reoxigenación processes, filtration, purification to be returned to the nature in their natural state, as well as the control and monitoring of the variables of temperature and oxygenation of the l liquidate in the system, thanks to the execution of Hardware's and software for the acquisition and visualization of data in real time with an endowment of transducers and actuators that will be clever he/she is necessary to enter in operation, maintaining the best conditions of l oxygenate dissolved in water for the appropriate and efficient development of the piscicultura in the Ecuador linking to the electromechanical one to the development of the agro industry in the country.

## **INTRODUCCIÓN**

En el año de 1996 la finca San Nicolás, crea un proyecto de piscicultura en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga, barrio Zaragocín, esta zona se encuentra ubicada en la parte nor oriente a 7 km del cantón a una altura de 2.356 msnm, de ambiente húmedo la cual está destinada a la crianza y reproducción de truchas y la conservación del medio ambiente, aprovechando las condiciones hídricas y climáticas del lugar para realizar la actividad de la piscicultura.

En su primera etapa se inicia con una piscina para una capacidad de 2500 truchas semestrales, obtiene buenos resultados y se amplía cuatro piscinas más llegando a criar 15.000 truchas semestralmente, nuestro proveedor de alevines es la alevinera nacional ubicada en el sector de Papallacta, para el desarrollo de este proyecto se ha venido utilizando la cuenca hídrica del río Hilluchi con un caudal de 2 l/seg.

Es importante conocer que si cerramos el ciclo completo de la trucha en siembra, crianza y reproducción obtendremos mejores fuentes de ingreso para la piscícola lo cual se ha visto necesaria la implementación de un sistema de control y monitoreo de niveles de agua, oxígeno y temperatura para la crianza y reproducción.

El proyecto está diseñado y construido para producir de 15.000 a 20.000 alevines iniciando nuestro proceso desde la etapa de los huevos fecundados, que pasaran a bandejas de eclosión durante un lapso de 5 días, para luego ser pasados a cedaceros de larvas durante un tiempo de 25 días y luego ya en su última etapa a estanques de aliviane en un periodo no mayor a 7 días, lo cual concluyendo todo este proceso, estarán listos para la siembra y podrán ser trasportados a cualquier parte del Ecuador con una duración no mayor a 12 horas de viaje.

## **ANTECEDENTES**

La finca San Nicolás ha visto la necesidad de implementar el sistema de control y monitoreo de niveles de agua, oxígeno y temperatura para la crianza y reproducción de truchas, con el propósito, de disminuir la mortalidad de alevines por adaptabilidad térmica, oxigenación, infecciones y cerrar el ciclo completo de la trucha.

En la etapa de alevinaje es donde mayor son los riesgos de muerte de los peces la cual con este sistema se mejorara por completo evitando perdidas en la finca

## **OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema para el control y monitoreo de niveles de agua y oxigenación de un proyecto piscícola en la crianza y reproducción de truchas en la finca San Nicolás

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Disminuir los niveles de mortalidad en la etapa de alevinaje
- Cerrar el ciclo de siembra crianza y reproducción de la trucha
- Mejorar las condiciones hídricas de la alevinera
- Garantizar los tiempos de crianza y reproducción de la trucha
- Seleccionar los implementos óptimos para su construcción.
- Visualizar y monitorear las variables físicas a implementar en el proyecto

## **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.**

La implementación de este sistema de control y monitoreo de nivel de agua, de temperatura y oxigenación de las piscinas de la Finca San Nicolás permitirá garantizar las condiciones de seguridad necesarias para una buena oxigenación constante y permanente para así evitar pérdidas en el proyecto y dando una solución efectiva al problema.

Es por eso que se implementa este sistema de monitoreo de niveles de agua y oxigenación para la reproducción y crianza de la trucha lo cual es sistema diseñado estará destinado a entrar en funcionamiento, para una recirculación de agua cuando estos niveles no sean los adecuados, para el desenvolvimiento de la trucha y podemos suplir y completar la oxigenación adecuada para este proyecto de piscicultura obteniendo mejores resultados

### **ALCANCES Y METAS**

- Aumentar la producción de truchas
- Mejorar la calidad de crianza y reproducción de truchas en la finca San Nicolás
- Optimizar el personal a carga de la producción
- Preservar el liquido vital en su estado natural
- Conservar el ecosistema de la zona.

## CAPÍTULO 1

### GENERALIDADES

#### 1.1 PISCICULTURA<sup>1</sup>

La piscicultura tiene por objeto el cultivo racional de los peces, lo que comprende particularmente el control de su crecimiento y su reproducción. Se practica en estanques naturales o artificiales, en la cual podemos realizar su multiplicación, alimentación y el crecimiento de los peces, así como la puesta en funcionamiento y mantenimiento controlado de los mismos aprovechando las condiciones hídricas que se presente en el lugar para el desenvolvimiento de la piscicultura.

##### 1.1.1 Biología general de la trucha arco iris<sup>1</sup>

Se caracteriza por tener el cuerpo cubierto con finas escamas de forma fusiforme y mucus, la coloración de la truchas varía de acuerdo al ambiente en que vive, edad, sexo y otros factores como la influencia del medio ambiente que lo rodea; en riachuelos sombreados presenta color plomo oscuro, mientras que en estanques y jaulas flotantes al estar bien expuestos a los rayos solares ofrece una tonalidad más clara; de un color azulado a verde oliva en su parte superior o dorso, en las partes laterales una franja rojiza plateado y con el abdomen blanco, además posee bastantes lunares negros y marrones en la piel por lo que también se llama pecosa.

##### 1.1.2 Ubicación taxonómica<sup>1</sup>

Reino: Animal  
Sub Reino: Metazoos  
Familia: Salmon  
Nombre C: mykiss<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Escobar. R. "Manual para la producción de truchas" INCAGRO Santa Inés-Huancavelica 2008. Pag.8

### 1.1.3 Anatomía externa<sup>1</sup>

#### a. Forma

Tiene forma fusiforme con simetría bilateral, comprimido lateralmente aplanado en el sentido dorso-ventral, alargados, ideal para la natación presentan apéndices especialmente modificados que son las aletas en la fig. 1.1 se muestran su anatomía externa.

- Cabeza
- Tronco
- Cola
- Aletas
- Línea lateral
- Piel lisa
- Escamas

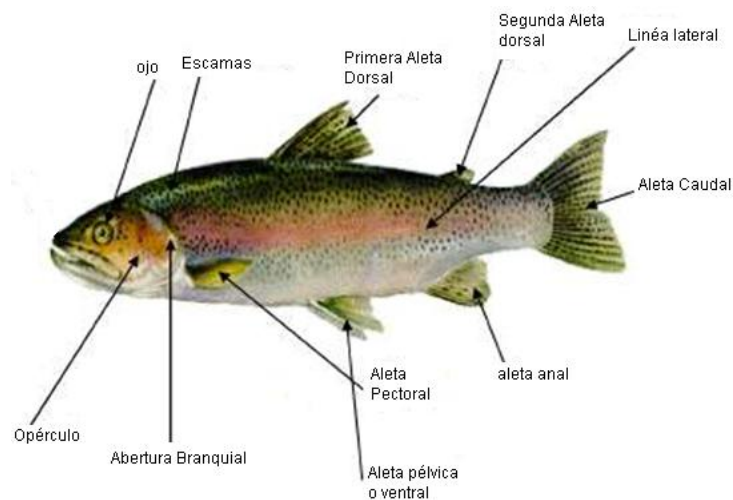


Fig. 1.1 Anatomía externa de la Trucha

#### b. Dimorfismo sexual

Los reproductores al madurar sexualmente llegan a diferenciarse en las siguientes características.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Escobar. R. “Manual para la producción de truchas” INCAGRO Santa Inés-Huancavelica 2008. Pag.10

Tabla 1.1 Características entre Macho y Hembra<sup>1</sup>

<b>Partes</b>	<b>Macho</b>	<b>Hembra</b>
Boca y mandíbula	Grande y puntiaguda	Pequeña y redondeada
Dientes	Agudos	No muy agudos
Musculatura	Dura	Suave
Abdomen	Duro	Más blanda
Poros genital	No prominente	Prominente
Color nupcial	Muy negruzco	Normal
Ancho de cuerpo	Angosta	Ancha
Forma de cuerpo	Delgada	Redondeada

#### 1.1.4 Anatomía interna<sup>1</sup>

##### a. Sistema óseo

El esqueleto está formado por proteínas colágenos en un 60% impregnado de sustancias minerales en 40%, el sistema óseo está constituido por huesos del cráneo, columna vertebral y de las aletas como se puede apreciar en la figura 1.2.

- El cráneo.
- Columna vertebral.



Fig. 1.2 Anatomía interna de la trucha

<sup>1</sup>Escobar. R. "Manual para la producción de truchas" INCAGRO Santa Inés-Huancavelica 2008. Pag.12



### b. Sistema muscular<sup>1</sup>

Constituye el órgano motor de los movimientos encontrándose en todo el cuerpo de la trucha, es la parte comestible y constituye el 80% del peso del pez en la figura 1.3 podemos ver la masa muscular de la trucha.



Fig. 1.3 Sistema muscular de la trucha

### c. Sistema digestivo

Comienza en la boca que esta tapizada por la mucosa bucal, presenta una lengua dura y corta, continua con un esófago corto, este se une con el estómago que a su vez se comunica con el intestino y finalmente termina en el orificio anal. Tiene glándulas anexas que son el hígado, páncreas y el bazo que se visualizan en la figura 1.4.<sup>1</sup>

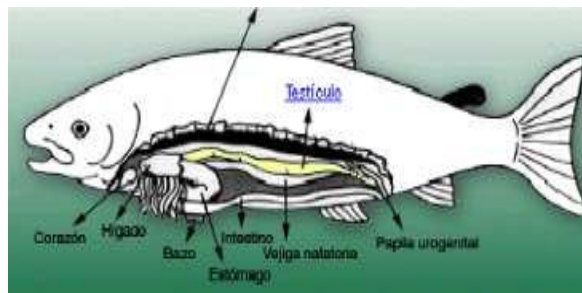


Fig. 1.4 Sistema Digestivo de la trucha

---

<sup>1</sup>Escobar. R. "Manual para la producción de truchas" INCAGRO Santa Inés-Huancavelica 2008. Pag.14

#### d. Aparato respiratorio<sup>1</sup>

El oxígeno que utilizan los peces es bajo la forma de oxígeno disuelto en el agua, el que se forma de pequeñísimas burbujas; para aprovechar este oxígeno, los peces disponen de branquias que están constituidas por paquetes de laminillas formadas por una serie de lengüecitas ubicada en cada lado de la cabeza como se aprecia en la figura 1.5.

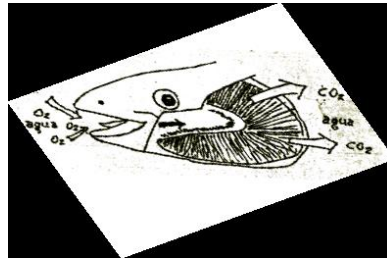


Fig.1.5 Aparato respiratorio

- Vejiga natatoria
- Aparato circulatorio
- Sistema nervioso
- La medula espinal
- Encéfalo
- **Órganos de los sentidos**
- Olfato
- Gusto, Vista
- Oído, Tacto

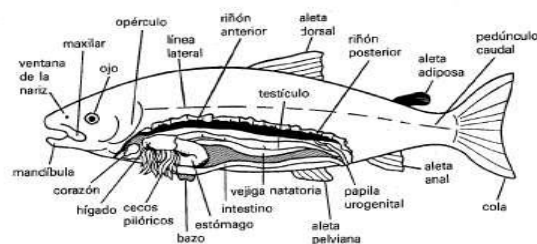


Fig. 1.6 Sentidos de la trucha

---

<sup>1</sup>Escobar. R. "Manual para la producción de truchas" INCAGRO Santa Inés-Huancavelica 2008. Pag.16

### 1.1.5 Aparato reproductor<sup>1</sup>

Los peces presentan sexos diferentes existiendo un dimorfismo sexual los ovarios y testículos son glándulas que tienen forma de una bolsa que lleva sus productos muy cerca del poro anal. Su coloración varía con el grado de madurez sexual. Los ovarios presentan una forma acintada inicialmente.

#### a. Ovas (Huevos)<sup>1</sup>

Las ovas de trucha son esféricas, con una cubierta fina y porosa, más o menos translúcida, que permite ver al embrión que hay en el interior, en esta cubierta existe un orificio, denominado micrópilo, que permite la entrada del espermatozoide masculino para fertilizar los huevos

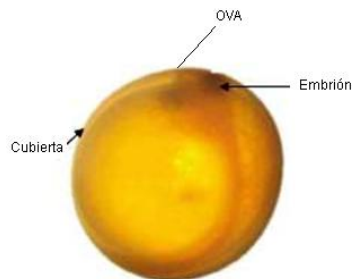


Fig. 1.7 Gónadas (Huevos de trucha)



Fig. 1.7.1 Gónada Eclosionada

---

<sup>1</sup>Escobar. R. "Manual para la producción de truchas" INCAGRO Santa Inés-Huancavelica 2008. Pag.18

Los machos tienen dos cintas blancas de sección triangular, las hembras tienen un color anaranjado (color del vitelo del huevo), en los salmónidos, el oviducto no comunica directamente con la gónada en la figura 1.8 se puede apreciar el ciclo biológico de la trucha.

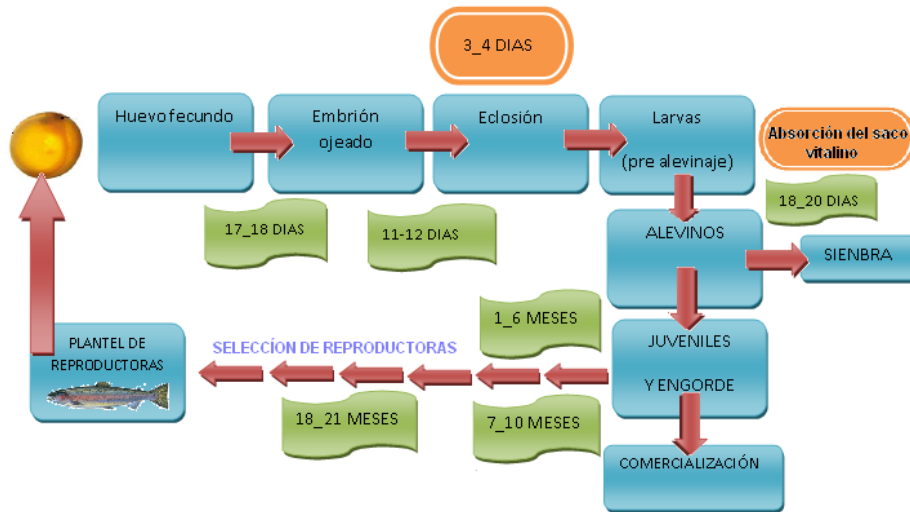


Fig.1.8 Ciclo Biológico de la trucha

### 1.1.6 Aspectos ecológicos hábitat

El hábitat natural de la trucha son los ríos, lagos y lagunas de aguas frías, limpias y cristalinas, es por eso que en la finca San Nicolás, se ha tratado de simular su hábitat natural en estanques de tierra para su crianza y para su reproducción, la cual es más delicada y se lo realiza en bandejas pequeñas, siendo estos una nueva forma de explotar la trucha en forma intensiva y controlada.

## 1.2 CONDICIONES HÍDRICAS EN LA FINCA SAN NICOLÁS

### 1.2.1 Aspectos físicos y químicos del agua

#### 1.2.2 Calidad del agua

Es importante conocer la calidad de agua que se usa en la producción de truchas en la finca San Nicolás, si es de vertiente o de río en este caso el agua es de río es decir son aguas lóxicas (agua de río) las cuales tienen las siguientes características físicas y químicas que permitan desarrollar la piscicultura en forma sostenible, que a continuación se mira en la tabla 1.2.

Tabla.1.2. Características del agua de la finca San Nicolás

<b>Aspectos físicos del agua</b>	<b>Características</b>
Turbidez	Plancton arenisca
Color	Azul verdosa
Cantidad de agua	3.5 l/seg
Transparencia	Semiclara
Temperatura	11.5°C – 14.8°C
PH	7.0 8.5
Oxígeno disuelto	5.5ppm – 8.8ppm
Dióxido de carbono en el agua	Anhídrido carbónico normal
Alcalinidad	Sales de carbonato pequeñas entre los 20 a 200 mg/ltr de 50 a 200 ppm
Dureza	Concentración iones de calcio entre 80 a 300 mg/ltr

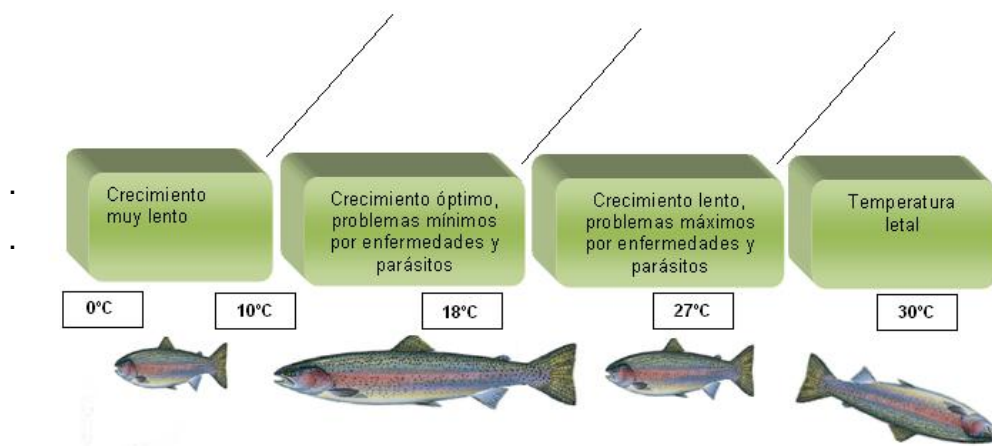


Fig. 1.9 Temperaturas óptimas y letales de la trucha

Tabla.1.3. Clasificación de agua según su dureza

Dureza (mg/l)	Clasificación
0 - 75	Blanda
150	Moderadamente dura
300	Dura muy dura

### 1.2.3 Ventajas y desventajas del agua de la Finca San Nicolás

#### a. Ventajas

- Mayor contenido de oxígeno disuelto en el agua
- Sujeta a turbidez
- Variación temperatura

#### b. Desventajas

- Agua limpia.
- Bajo nivel de oxígeno disuelto.
- Temperatura constante.

### 1.2.4 Requerimiento de oxígeno disuelto en el agua en la Finca San Nicolás<sup>1</sup>

- Óptimo = 8 a 9 mg/l
- Aceptable = 6 a 57 mg/l
- Crítico = 5 mg/l
- Respiración anhelante = 4 mg/l
- Insuficiente mortal = 3 mg/l
- Rápidamente mortal = 1,5 mg/l

### **1.2.5 Otros elementos<sup>1</sup>**

Nh<sub>3</sub>, amoniaco no disociado, no mayor de 0.02mg/lit. H<sub>2</sub>s, máximo aceptable de 0.002 mg/lit.

- Nitrógeno de nitrito, no más de 0.055mg/lit.
- Nitrógeno de nitratos, no mayor de 100 mg/lit.
- Nitrógeno de amoniaco, no mayor de 0.012 mg/lit.

### **1.2.6 Aspectos biológicos<sup>1</sup>**

Se puede encontrar en el agua de esta zona diversas clases de organismos tanto vegetales (fitoplancton), como animales (zooplancton).

### **1.2.7 Contaminantes<sup>1</sup>**

Contaminantes físicos

Contaminantes químicos

Contaminantes biológicos<sup>1</sup>

## **1.3 INFRAESTRUCTURA PISCÍCOLA**

En fin la infraestructura piscícola es donde la trucha va a cumplir su ciclo de vida iniciándose desde una larva, alevín juveniles, juveniles, adultos comercialización y reproductores para los cuales tienen que pasar por diferentes estanques dependiendo a su tamaño y sexo, sus dependencias anexas, como son canales de entrada y salida del agua, distribuidores, desarenadores, filtros entre otros.

---

<sup>1</sup>Escobar. R. "Manual para la producción de truchas" INCAGRO Santa Inés-Huancavelica 2008. Pag.2

### 1.3.1 Ingeniería hidráulica de la Finca San Nicolás

#### 1.3.2 Canales de entrada y salida

##### a. Entrada de agua

El canal de suministro de agua de la Finca San Nicolás está ubicado a 289 metros de la toma para sus piscinas, este canal está en su estado natural pues no contiene ningún acondicionamiento de hormigón o tubería como se puede visualizar en la figura 1.10, el canal tiene las siguientes características que a continuación se muestra en la tabla 1.4.



Figura. 1.10 Canal de entrada de agua a las piscinas para la Finca San Nicolás

Tabla.1.4 Características del canal de entrada de agua en la Finca San Nicolás

<b>Características canal de entrada</b>	<b>Dato</b>
Distancia del río a las piscinas	289 m
Ancho del canal	40 cm
Profundidad del canal	45cm
Caudal que puede abarcar	30 ltr/seg
Construcción del canal	Estado natural



### **b. Canal de salida**

Este canal construido lleva el agua desde las piscinas, por medio de una tubería hasta ser devuelto al río a su cauce normal. Está sólidamente construido a fin de evitar derrumbes u otros inconvenientes que permitan que el agua salga de cada una de las piscinas, sin que sean abiertas las válvulas de desfogue para la limpieza de las mismas, este canal tiene una dimensión de 5m de hormigón armado y 15 metros de tubería hasta llegar al río en la figura 1.11 se aprecia el canal de salida.



Figura.1.11 Canal de salida de agua de las piscinas

Tabla.1.5.Características del canal de salida de la Finca San Nicolás

<b>Características canal de salida</b>	<b>Dato</b>
Distancia del canal desde las piscinas hasta el río	18 m
Ancho del canal	45 cm
Profundidad del canal	1m
Caudal que puede abarcar	25 ltr/seg
Construcción del canal	Hormigón

### **1.3.3. Desarenador y filtros**

#### **a. Desarenador**

El desarenado juega un papel muy importante en la entrada de agua a las piscinas, ya que el agua que se usa es de la fuente de un río, la cual ingresa con un sin número de pequeñas partículas, como arena piedrilla, cascajo, entre otros los cuales se quedarán en este pequeño tanque que se encuentra ubicado a la entrada de la piscinas, para no causar taponamientos en la distribución de las mismas.

Tabla.1.6. Características del Desarenador de la finca San Nicolás.

<b>Características desarenador</b>	<b>Dato</b>
Almacenamiento de impurezas	8 sacos
Dimensiones del desarenador	65x150x100cm
Almacenamiento de agua	600 ltrs.



Figura. 1.12 Desarenador

#### **b. Filtros**

Los filtros juegan un papel muy importante en la finca, ya que estos están instalados en la parte más profunda de la piscina, para evacuar las eses de la trucha, estos filtros cuentan con un sin número de agujeros para este propósito, el cual irán variando de tamaño dependiendo al porte de la trucha en la figura 1.13 se aprecia un filtro colocado verticalmente en uno de los estanques.



Figura.1.13 Filtros

### 1.3.4 Canal de distribución

En la finca no existe un canal de distribución ya que por la gravedad del terreno el agua ingresa de un estanque al otro, como se ve en la figura 1.14 en una secuencia directa, y por último desembocando en el río.



Figura. 1.14 Distribución del agua de las piscinas

#### a. Estanques de tierra o de fondo natural en la Finca San Nicolás

Estos estanque de fondo natural o más bien conocidos de tierra tienen un objeto muy importante en la acuicultura, ya que harán que la trucha se sienta en su hábitat natural, en estos estanques los peces pueden encontrar comida natural (plancton) y por ser su fondo de tierra hará que sus eses se dispersen de mejor manera.

Tabla.1.7. Características de estanque de fondo natural de la Finca San Nicolás.

<b>Estanques</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Caudal</b>	<b>Almacenamiento</b>
Estanque 1	3m	3.5m	1.80 m	2.8 l/s	4500 ltrs
Estanque 2	3.5m	3m	1.90 m	2.7 l/s	5200 ltrs



Figura. 1.15 Estanques de tierra o de fondo natural

### **b. Estanques de hormigón o concreto armado de la Finca San Nicolás**

Este tipo de estanques fueron construidos con el propósito de evitar pérdidas de caudal por filtraciones, ya que son estanques que están más cerca del río, en estas piscinas hay que tener un mayor control sanitario ya que su fondo es de hormigón y las eses no se disipan tan rápido como en los estanques de tierra, en la tabla 1.8 se ve las dimensiones.

Tabla.1.8. Características de estanque de hormigón de la Finca.

<b>Estanques</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Caudal</b>	<b>Almacenamiento</b>
Estanque 3	6.5m	4m	1 m _ 60 cm	2.6 l/s	22.000 ltrs
Estanque 4	7m	1m	80 cm	2.6 l/s	7000 ltrs
Estanque 5	r=2.5m		60 cm	2.6 l/s	4000 ltrs



Figura. 1.16 Estanques de hormigón o concreto armado

### **c. Captación del agua para la Finca San Nicolás**

El suministro de agua para los estanques, consta de un único canal de fondo natural (tierra) como se sabe que proviene el agua del río y está a una distancia de 289 m como se observa en el grafico1.17.



Figura. 1.17 Canales de captación de agua para la finca San Nicolás

#### **d. Canales de desagüe**

Los canales de desagüe que han sido construidos están ubicados en el lado opuesto a la entrada del agua. La pendiente mínima es para facilitar la salida de los residuos y el rápido vaciado del estanque cuando sea necesario, el agua procedente de estos desagües irá a dar al río, para su control se instaló válvulas de dos pulgadas que serán abiertas cada 15 días para su limpieza en la figura 1.18 se mira dos válvulas de desagüe abiertas.



Figura 1.18 Canales de desagüe

#### **1.3.5 Dependencias anexas**

La finca San Nicolás consta de bodega para el almacenamiento de los balanceados para los peces y también las comodidades para el operador de la alevinera como dormitorio cocina y sanitarios, además de también equipo para el trabajo como son trajes impermeables para su desempeño en el campo.

#### **1.4 SENSOR DE NIVEL**

##### **1.4.1 Transductores<sup>2</sup>**

##### **1.4.2 MaxSonarEZ1**

El Max sonar Ez1 como se mira en el grafico 1.19 es un sensor realmente pequeño que se puede implementar fácilmente en procesos industriales o laboratorios.



Fig. 1.19 Sensor Max Sonar EZ1

### a. Principio de funcionamiento<sup>2</sup>

EZ1 descubre los objetos desde las 0-pulgadas a 254 pulgadas es decir (los 6.45-metros) el rango proporcional donde brinda una buena señal parte desde las 6 pulgadas con una-pulgada de resolución. Los objetos de 0-pulgadas a las 6-pulgadas poseen una mejor señal. Las salidas que brinda el sensor están en señal analógica, voltaje y pulsos.<sup>2</sup>

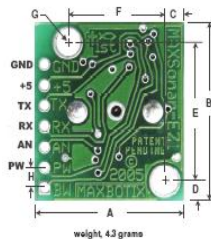


Fig 1.20 Distribución de pines de Max Sonar Ez1

Una ganancia continua y constante es la que brinda el sensor para el mando de las salidas, ya que su alimentación es de 5 v con una corriente de 2 mA, las lecturas del sensor sonar EZ1 pueden tardar cada 50 ms a una frecuencia de 20 Hz. Este sensor ha sido diseñado para tener 5 salidas de respuesta inmediata y precisa, en el funcionamiento de las distancias a las que detecta el Max sonar brinda información de rango de rendimiento de todas las interfaces que son activas simultáneamente.

### b. Rasgos del max sonar ez1

- Alimentación de 0 a 5V,
- 9600Baud, 81N,
- Análoga (10mV/pulg)
- Esta diseñado y protegido para ambientes interiores
- El Sensor opera a una frecuencia de 42KHz
- El rendimiento máximo es de 10V

---

<sup>2</sup>Max. B. "MaxBotix, MaxSonar Ez1nare trademark of MaxBotix inc EZ1<sup>tm</sup>  
Octubre 2010.Pag

### **c. Beneficios del max sonar ez1**

- El Max Sonar EZ1 en costos muy bajo
- Tamaño muy pequeño
- Sensor la zona muerta
- Ninguna mancha ciega central
- Viga de calidad
- Agujeros montando para sujeción del sensor
- Poder más bajo
- Sensor de múltiples salidas
- Puede activarse externamente o internamente
- Medida rápida
- El usuario puede escoger cualquiera de las salidas

### **1.4.3 Características<sup>2</sup>**

Como se puede apreciar en el gráfico 1.21 las características de sensado del Max Sonar Ez1 está en diferentes rangos de distancia en este caso se divide en cuatro zonas de sensado para su mejor resolución.

- La columna **A** es la más pequeña ya detectará los objetos a una distancia no menor a 0,25/pulg.(ver figura 1.21)
- La columna **B** es la que posee una distancia de sensado un poco más extendida en la anchura de los objetos llegando a detectar los mismos a una distancia de 1 pulg.(ver figura 1.21)
- La columna **C** es el área donde el sensor va a detectar el máximo volumen de los objetos llegando a cubrir una zona no menor a las 3.25 pulga
- La columna **D** es la distancia a la que tendrá una mejor resolución ya que la amplitud de sensado es uniforme y tiende a detectar el objeto a distancias no menores a 11 pulg.

---

<sup>2</sup>Max .B. “MaxBotix, MaxSonar Ez1nare trademark of MaxBotix inc EZ1™  
Octubre 2010.Pag 4





- **GND** es la conexión a tierra de nuestro sensor Max sonar Ez1.
- **+5V**—este pin entrega voltajes de 5VDC + / - 0.5VDC con una corriente de 3 mA recomendada.
- **TX**—Entrega una señal asíncrona con un con un conector RS 232 en un rango de 255 pulg,
- **RX**—Este pin está diseñado para distancias altas y emite una señal continuamente en la medida y el rango establecidos
- **CAN** – Los valores de 0 a 2.55 voltios con un factor de escala eleva la corriente y mantiene el estado de 10mV por la pulgada es el buffer que corresponde a los datos más recientes.
- **PW**—Este pin es una representación del ancho de pulso La distancia que usa la se calcula con el factor de 147uS por pulgada.<sup>2</sup>

Estas 5 salidas que posee el sensor Max sonar Ez1 son completamente fáciles de someterles a procesos de automatización ya que se puede recibir su señales a un plc o relés de mando.

#### 1.4.5 Velocidad de respuesta del max sonar ez1<sup>2</sup>

A 250mS después de encendido a, los MaxSonarEZ1 están listos para aceptar el orden de RX. Si el pin de RX sostiene un nivel alto, el sensor ejecutará un ciclo de la calibración primero a (49mS), y entonces tomará un rango que lee (49mS). Por consiguiente, la primera lectura tomará 100mS. Las lecturas subsecuentes tomarán 49mS.

El sensor por cierto es de un tamaño muy considerable pequeño ya que podrá ser acoplado a cualquier parte de un proceso industrial, ya que cuenta con una carcasa metálica que lo protege.

---

<sup>2</sup>Max .B. “MaxBotix, MaxSonar Ez1nare trademark of MaxBotix inc EZ1™  
Octubre 2010.Pag 6

Los Max Sonar EZ1 recopilará los datos al final de los que los RX fijan todos los ciclos. Pueden adquirirse datos cada 49mS.

Cada 49mS del período empieza por el RX que es alto o abre después de que los Max Sonar EZ1 envían siete 42KHz, después de que el pin de anchura de pulso (PW) es alto. Cuando un blanco se descubre que el pin de PW se cambia a bajo. El pin de PW es alto para **A** (ver figura 1.21) a 37.5mS si ningún blanco se descubre. Durante el próximo 4.7mS el dato de serie se envía. El resto de 49mS de tiempo es ajustando el voltaje analógico al nivel correcto.<sup>2</sup>

#### **1.4.6 Funcionamiento max sonar ez1<sup>2</sup>**

Después de Cada tiempo el Max Sonar EZ1 se incita a una nueva calibración durante su primer ciclo leído. El sensor usa esta información guardada para ir al objeto sensado. Es importante que el objeto no esté cerca del sensor durante esta calibración. La sensibilidad mejor se obtiene cuando está claro para catorce pulgadas, pero los resultados buenos son comunes cuando menor y claro a siete pulgadas.

Si un objeto es demasiado pequeño durante el ciclo de la calibración, el sensor puede ignorar objetos entonces a esa distancia. Los MaxSonarEZ1 no acostumbran a la calibración de los datos a temperaturas diferentes, compensa para el rango, pero en cambio para compensar para el modelo de EZ1 de sensor. Si la temperatura, húmeda aplica cambios de voltaje durante el funcionamiento, el sensor puede que requiera re calibración. Si la temperatura aumenta, el sensor más probablemente de lecturas falsas. Si la temperatura disminuye, el sensor es más probablemente que reduzca su sensibilidad de avistamiento de los objetos.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Max .B. "MaxBotix, MaxSonar Ez1nare trademark of MaxBotix inc EZ1™  
Octubre 2010.Pag 7

## 1.5 SENSOR DE TEMPERATURA

El transductor de temperatura C105b, es un sensor que está diseñado para poder medir la temperatura del agua del sistema siendo así de una escala de 0°C a 80°C, lo cual se llegará a medir hasta los 16°C máximo y un mínimo de 8°C es por eso que se ha seleccionado una pt 100 tipo C105 Siemens, la termocupla se forma al unir dos metales diferentes, como indica la Figura 1.23 Como resultado de esta unión aparece entre los extremos libres de los metales una diferencia de potencial que depende de la Temperatura. Este fenómeno se conoce como Efecto Seebeck. Este efecto permite calibrar la Termocupla para usarla como un Termómetro<sup>2</sup>

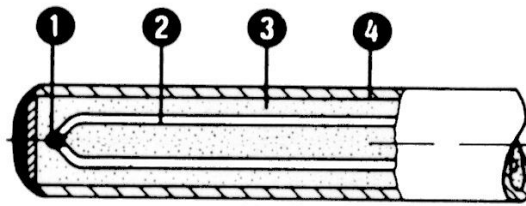


Fig. 1.23 Termocupla



Fig. 1.24 Termocupla tipo pt 100

---

<sup>2</sup> Max .B. "MaxBotix, MaxSonar Ez1nare trademark of MaxBotix inc EZ1<sup>tm</sup>  
Octubre 2010.Pag 8

### 1.5.1 Características

Un tipo particular de RTD es las Pt **100**. Estos sensores deben su nombre al hecho de estar fabricados de platino (Pt) y presentar una resistencia de 100 ohmios a 0°C. Son dispositivos muy lineales en un gran rango de temperaturas. Un PT 100, es un sensor de temperatura que consiste en un alambre de platino que a 0°C tiene 100 ohmios y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde.

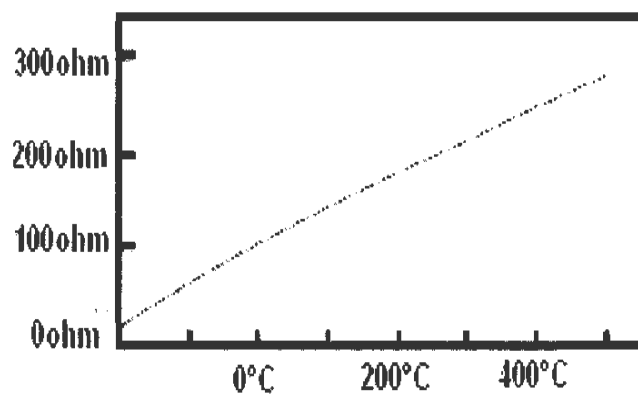


Figura 1.25 Relación entre Resistencia y Temperatura de una Pt 100.

Normalmente las Pt 100 industriales se consiguen encapsuladas en la misma forma que las termocuplas, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable o otro material (vaina), en un extremo está el elemento sensible (alambre de platino) y en el otro está el termina 1 cable energizado protegido dentro de una caja redonda de Aluminio (cabezal).

En las tablas 1.9 1.10 se muestra la tolerancia de las temperaturas en las diferentes clases en este caso como son la A y la B.

Tabla 1.9 Tolerancia de temperatura

<b>TOLERANCIA</b>		
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Clase A (+/- °C)</b>	<b>Clase B (+/- °C)</b>
-200	0,55	1,3
-100	0,35	0,8
0	0,15	0,3
100	0,35	0,8
200	0,55	1,3
300	0,75	1,8
400	0,95	2,3
500	1,15	2,8
600	1,35	3,3
650	1,45	3,5

Tabla 1.10 Temperaturas clase A, B

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Clase A (+/- °C)</b>	<b>Clase B (+/- °C)</b>	<b>1/3 din (+/- °C)</b>	<b>1/5 din (+/- °C)</b>	<b>1/10 din (+/- °C)</b>
-200	0,55	1,3	0,42	0,40	0,38
-100	0,35	0,8	0,25	0,18	0,12
0	0,15	0,3	0,26	0,13	0,03
100	0,35	0,8	0,44	0,26	0,12
200	0,55	1,3	0,65	0,41	0,22
300	0,75	1,8	0,86	0,56	0,33
400	0,95	2,3	1,09	0,73	0,45
500	1,15	2,8	1,34	0,92	0,58

### 1.5.2. Funcionamiento y operación

El modo de conexión de 3 hilos es el más común y resuelve bastante bien el problema de error generado por los cables.

El único requisito es que los tres cables tengan la misma resistencia eléctrica pues el sistema de medición se basa (casi siempre) en el "puente de Wheatstone". Por supuesto el lector de temperatura debe ser para este tipo de conexión. En este caso particular, se hace pasar una corriente conocida a través de los cables blancos y rojo con lo cual el instrumento mide  $2R_c$ . Luego mide la resistencia por los cables rojo y blanco los cuales luego de ingresar a nuestro transductor dotará de una señal de voltaje dependiendo a la temperatura que sea sometido nuestra pt100 tipo c105b.

### 1.6 SENSOR DE OXÍGENO <sup>3</sup>



Fig.1.26 Sensor de oxígeno YSI PRO 20

---

<sup>3</sup>Agüsto B. "Manual YSI PRO 20" INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.1

### 1.6.1 Principio de funcionamiento<sup>3</sup>

Cuando acceda al menú de configuración del sistema, las teclas de flecha ascendente y descendente moverán la barra resaltada hacia arriba y abajo por las opciones, de configuración del sistema.

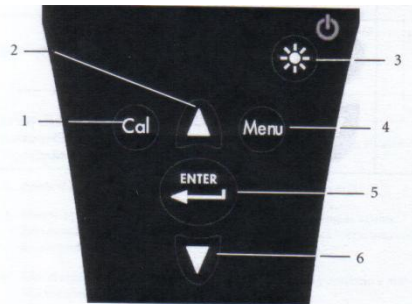


Fig.1.27 teclado El YSI pro 20

Número	Tecla	Descripción
1		<b>Calibrar</b> Mantener pulsada durante 3 segundos para calibrar. Inicia la Calibración de Un Solo Toque. Si está desactivada la Calibración de Un Solo Toque, abre el menú de Calibración desde la pantalla de funcionamiento.
2		<b>Flecha ascendente</b> Se usa para navegar por los menús, navegar por las opciones de casillas al pie de la pantalla y para incrementar las entradas numéricas.
3		<b>Encendido y luz de fondo</b> Pulsar una vez para encender el instrumento. Pulsar una segunda vez para encender la luz de fondo. Pulsar una tercera vez para apagar la luz de fondo. Mantener pulsado durante 3 segundos para apagar el instrumento.
4		<b>Menú</b> Para acceder al menú de Configuración del Sistema desde la pantalla de funcionamiento.
5		<b>Enter (Intro)</b> Pulsar para confirmar las entradas y las selecciones.
6		<b>Flecha descendente</b> Se usa para navegar por los menús, navegar por las opciones de casillas al pie de la pantalla y para reducir las entradas numéricas.

Fig.1.28. Designación de teclado

<sup>3</sup>Agüsto B. "Manual YSI PRO 20" INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.7

### a. Pantalla de funcionamiento<sup>3</sup>

Pulse la tecla de encendido/luz de fondo para encender el instrumento. El instrumento ejecutará una auto prueba y mostrará brevemente una pantalla de presentación con información del sistema antes de mostrar la pantalla principal de funcionamiento, la primera vez que se encienda el Pro 20, mostrara paso a paso las selecciones del idioma sensor y membrana.

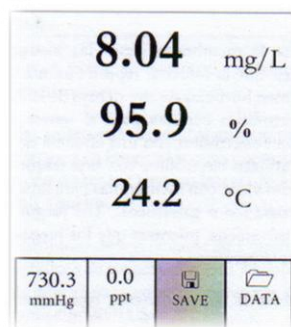


Fig.1.29 Pantalla principal de funcionamiento

### b. Primer encendido

Cuando se encienda por primera vez el instrumento le mostrará paso a paso una configuración inicial. Eso determinará las opciones de idioma, de sensor y membrana. Use las teclas de flecha ascendente o descendente para resaltar el idioma, el sensor y la membrana correspondiente, y luego pulse enter para confirmar. <sup>3</sup>

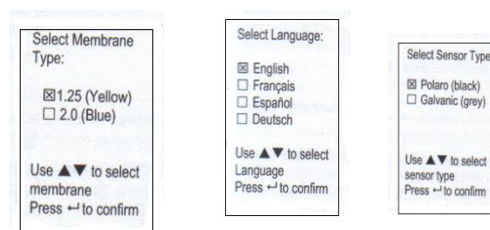


Fig.1.30 Selección de Idioma

---

<sup>3</sup>Agüsto B. "Manual YSI PRO 20 " INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.



### c. Menú de configuración del sistema <sup>3</sup>

#### Porcentaje de oxígeno disuelto localizado

Porcentaje de OD Local puede activarse o desactivarse usando las teclas de flecha ascendente o descendente para resaltar la función y pulsado luego enter. Si se ve una “x” en la casilla junto a porcentaje OD Local indica que está activada.

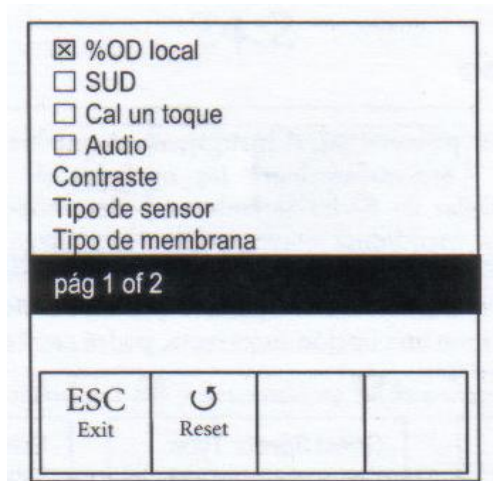


Fig.1.31 Porcentaje de oxígeno disuelto local

- Cuando está activada la función porcentaje OD Local, los valores de % de oxígeno disuelto se expresarán como porcentaje L en la pantalla de funcionamiento.
- Supresión del Último Dígito (SUD)
- Calibración un toque (CAL UN TOQUE)
- Audio
- Contraste
- Ajuste de contraste de Emergencia.
- Juego de membrana Galvánica
- Juego de membrana paleográfica
- Selección de una membrana para oxígeno disuelto.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Agüsto B. “Manual YSI PRO 20” INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.11

#### d. Unidades de od<sup>3</sup>

24 Resáltese las unidades de OD y presiono enter para abrir un submenú que permitirá seleccionar las unidades de oxígeno disuelto a mostrar en la pantalla de funcionamiento. Destaco la unidad o unidades deseadas y pulse enter para activar o desactivar. Una unidad activada de oxígeno disuelto tendrá una “x” en la casilla junto a la misma. Distingo la casilla ESC - Ext. (Escapar \_ salir) y pulse enter para guardar los cambios y cerrar el submenú de unidades de OD.

#### 1.6.2 Características

- mg/L mostrará las lecturas de OD escala de 0a 50 mg/ L. ppm (partes por millón) equivale a mg/L y una escala de 0 a 50 ppm.
- Porcentaje mostrará las lecturas de OD en una escala porcentual de 0 a 500%. Dicho valor se expresará como porcentaje L cuando esté activa la función OD local

Los valores, tanto de porcentaje, L y ppm pueden mostrarse en la pantalla.

Tabla 1.11 Parámetros del YSI PRO 20

Parámetros	Reajuste Predeterminado
Unidades de temperatura	°C
Unidades de oxígeno disuelto	mg/L and %
Unidades de presión	mmHg
Tipo de sensor de oxígeno disuelto	Confirma el ultimo ajuste
Tipo de membrana	Confirma el ultimo ajuste
Valor de compensación de salinidad	0,0 ppm (partes por mil)

---

<sup>3</sup>Agüsto B. R. “Manual YSI PRO 20” INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.13

Tabla 1.12 Parámetros del YSI PRO 20

<b>Parámetros</b>	<b>Reajuste predeterminado</b>
Porcentaje de oxígeno disuelto localizado	Desactivado
Cal un toque	Activado
Contraste de pantalla	Ajuste al margen medio
Apagado automático	30 minutos
Estabilidad automática de lectura	Desactivado (0,0% de cambio y 10 segundos)
Supresión del último dígito (SUD)	Desactivado
Audio	Activado
Idioma	Español
Calibración de oxígeno disuelto	Reajuste de fibra, 100%
Calibración del barómetro	Reajuste a los valores de fábrica

**a. Calibración con compensación de salinidad<sup>3</sup>**

El Pro 20 utiliza un valor de salinidad introducido por el usuario en ppm (partes por mil) para compensar los valores de oxígeno disuelto en mg/L. El valor de la compensación de salinidad introducido en el pro 20 debe ser igual al valor de salinidad del agua que usted examina.

Para ajustar el valor de compensación de salinidad, utilice las teclas de flecha ascendente o descendente para resaltar la casilla de salinidad en la pantalla de funcionamiento, y luego presione enter. Seguidamente, dirigiéndose las teclas de flecha ascendente o descendente para ajustar el valor de compensación de salinidad del agua que está examinando. Puede introducir un valor entre 0,0 y 70 partes por mil (ppm). Presione enter para configurar y guardar el nuevo valor de compensación de salinidad.

---

<sup>3</sup>Agüsto B. "Manual YSI PRO 20 " INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.23

El valor de compensación de salinidad puede ajustarse en cualquier momento sin necesidad de recalibrar el oxígeno disuelto.

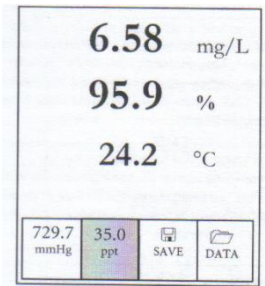


Fig.1.32 Casilla de salinidad resaltada

**b. Como tomar mediciones en ysi pro 20<sup>3</sup>**

Antes de tomar mediciones, verifico que se haya calibrado el instrumento para garantizar las lecturas más exactas.

Prendo el instrumento y en el lapso de de 5 a 15 minutos si se usa el sensor paleográfico. Si utiliza un cable/sensor de tierra instale el protector del sensor para resguardar el sensor y la membrana. Situó la sonda dentro de la muestra a medir y remuevo rápidamente la sonda para eliminar totalmente la burbuja de aire. Espero mientras se estabiliza las lecturas de temperatura.

A continuación, giro la sonda dentro de la muestra para eliminar la dependencia a la agitación del sensor de oxígeno disuelto. Debe proporcionar un movimiento de agua de 6 pulgadas (16cm) por segundo como mínimo. Una vez que los valores alcanzan su tope y se estabilizan, puede grabar la medición y /o guardar el conjunto de datos. Si se interrumpe la agitación, la lectura del oxígeno disuelto caerá con el tiempo. Si coloca el sensor de OD en una corriente o aguas de flujo rápido, es mejor ubicarlo perpendicularmente al flujo y no de frente.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Agüsto B. "Manual YSI PRO 20 " INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.32

**c. Como guardar y consultar los datos<sup>3</sup>**

El pro 20 puede guardar 50 conjuntos de datos en una memoria de acceso aleatorio para consultar posteriormente. Un conjunto de datos incluye los valores actualmente en la pantalla, por ejemplo, temperatura en Celsius o Fahrenheit y oxígeno disuelto en %O y omg/L o ppm cada punto de información tiene como referencia un número de conjunto de datos de 01 a 50 es decir que se puede tomar la medida de 1 a 50 piscinas de piscicultura.

**d. Como guardar los datos**

Desde la pantalla de funcionamiento use las teclas de flecha ascendente o descendente para resaltar la casilla de guardar y pulse enter para guardar las lecturas actuales. El instrumento indicará que sea guardado el conjunto de datos y mostrara en pantalla el número del conjunto de los datos guardado. El instrumento mostrará en la pantalla el número del conjunto de los datos guardados. "Memoria llena" en pantalla si se han guardado los 50 conjuntos de datos y usted intenta guardar otro adicional.<sup>3</sup>

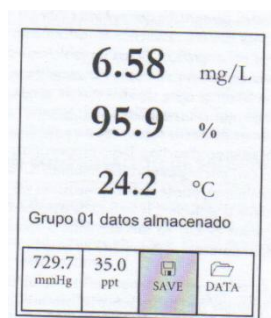


Fig.1.33 Conjunto de datos guardados

---

<sup>3</sup>Agüsto B. "Manual YSI PRO 20" INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.33

## I. Como consultar y borrar los datos guardados<sup>3</sup>

### I1. Modo de datos

El modo de datos le permite consultar y borrar los datos guardados. Desde la pantalla de funcionamiento, use las teclas de flecha ascendente o descendente para resaltar Data (Datos) y pulse enter para acceder al modo de datos. Observe que las casillas de función que hay al pie de la pantalla son diferentes en el modo de datos.

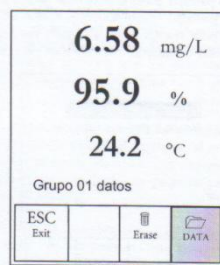


Fig.1.34 Modo de datos

### j. Como consultar los datos

Una vez que acceda al modo de datos, utilice las teclas de flecha ascendente y descendente para consultar los conjuntos de datos guardados en orden secuencial, o bien pulse enter para acceder a dichas funciones, resalte la casilla Data (Data) y pulse enter para acceder de nuevo a la consulta de datos. El conjunto de datos en pantalla se identificará con el número de conjunto de datos de 01 a 50

### k. Cómo borrar los datos

Como los datos guardados en pantalla, pulse la tecla acceder a las casillas de función del pie de la pantalla. Seguidamente, utilice las teclas de flecha ascendente o descendente para resaltar Erase (Borrar) luego pulse enter. El instrumento le dará la opción de guardar uno o todo el conjunto de datos<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Agüsto B. "Manual YSI PRO 20 " INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.34

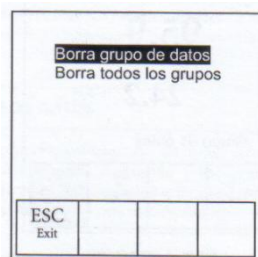


Fig.1.35 Borrar datos

### **I.Salida del modo de datos<sup>3</sup>**

Mientras opera en modo de datos, pulse enter para acceder a las funciones del pie de la pantalla. Seguidamente, resalte la casilla esc- exit (Escapar Salir) y pulse enter para regresar a la pantalla de funcionamiento

### **m.Funcionamiento y operación**

El sensor polarográfico consiste en un cuerpo de plata que es el ánodo y un cátodo circular de oro incrustado en el extremo, el sensor polarográfico necesita voltaje aplicado para funcionar.

El sensor tiene una delgada membrana semipermeable, extendida sobre el sensor, la cual aísla los electrodos del ambiente, al mismo tiempo que permite el acceso de los gases. Durante la operación, este extremo del sensor se llena con una solución electrolítica que contiene una pequeña cantidad de surfactante para mejorar la acción humectante.

En el sensor polarográfico de O.D, el oxígeno se difunde por la membrana de manera proporcional a la diferencia de presión del oxígeno que lo atraviesa. Debido a que el oxígeno se consume rápidamente en el cátodo puede asumirse que la presión de oxígeno dentro de la membrana es cero.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Agüsto B. "Manual YSI PRO 20" INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.28

Por lo tanto la cantidad de oxígeno que se difunde por la membrana es proporcional a la presión absoluta del oxígeno fuera de la membrana. Si aumenta la presión del oxígeno, se difundirá más oxígeno por la membrana y fluirá más corriente por el sensor. Una presión menor produce una corriente más baja.<sup>3</sup>

#### **n. Tapa de membrana<sup>3</sup>**

El sensor de oxígeno disuelto paleográfico se envía con una tapa protectora seca de color rojo que deberá retirarse antes de usarlo. Retire la tapa protectora o la tapa de membrana nueva siguiendo estas instrucciones.

Retire el protector del sensor para acceder a la punta del sensor Fig. 1.36

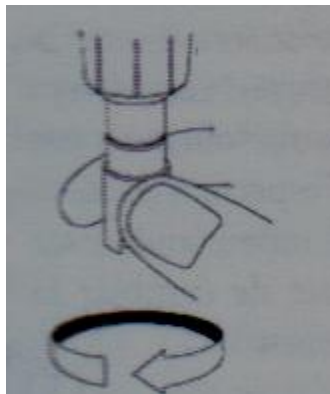


Fig. 1.36 Desajuste de tapa para la membrana

Retire la tapa protectora roja o desenrosque y retire la tapa de membrana vieja sujetando el sensor mientras desenrosca la tapa de membrana, y deséchela.

Enjuague bien la punta del sensor con agua destilada o desionizada.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Agüsto B. "Manual YSI PRO 20 " INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.39



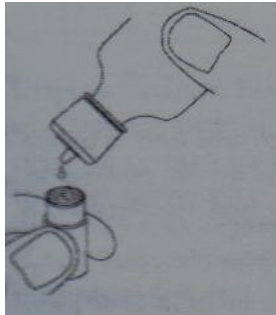


Fig. 1.37 Colocación de agua ionizada en la membrana

Carga una nueva tapa de membrana con solución para sensor de O<sub>2</sub> que se haya preparado conforme a las instrucciones de la botella. Tenga mucho cuidado de no tocar la superficie de la membrana.

Remuevo ligeramente el costado de la tapa de membrana para eliminar las burbujas que se hayan retenido.

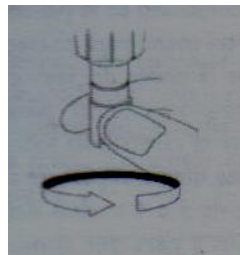


Fig.1.38 Ajustado de la tapa de membrana

Atornillo la tapa de membrana en el sensor. Es normal que se derrame un poco de la solución electrolítica. Vuelva a colocar el protector del sensor

---

<sup>3</sup>Agüsto B. "Manual YSI PRO 20 " INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.17

**o. Parámetros, rangos resolución exactitud del YSI pro 20<sup>3</sup>**

Tabla 1.13 parámetros del YSI PRO 20

<b>Parámetros</b>	<b>Rango</b>	<b>Resolución</b>	<b>Exactitud</b>
<b>Temperatura</b>	-5 a 55°C	0,1 °C	±0,3 °C
	23 a 113 °F	0,1 °F	±0,6°F
<b>Oxígeno disuelto</b>	0 a 200 %de saturación de aire	1% o 0,1% seleccionable por el usuario	±2% de la lectura o 2% de saturación del aire lo que sea mayor
	200 a 500% de saturar	1% o 0,1% seleccionable	±6% de la lectura

Tabla 1.14 parámetros del YSI PRO 20

<b>Parámetros</b>	<b>Rango</b>	<b>Resolución</b>	<b>Exactitud</b>
	0 a 20 mg/L	0,1%o 0,01mg/L, seleccionable por el usuario	±2% de la lectura o 0,2 mg/L, lo que sea mayor
	20 a 50 mg/L	0,1 o 0,01 mg/L seleccionable por el usuario	±% de la lectura
<b>Barómetro</b>	400,0 a 999,9 mm Hg	0,1 mm Hg	±5 mm Hg dentro de 5°C d

---

<sup>3</sup>Agüsto B. “Manual YSI PRO 20” INCORPORATED Estados Unidos 2008. Octubre Pag.25

- El rango de compensación automática de la temperatura del oxígeno disuelto es de -5 a 45 °C.
- Las unidades barométricas disponibles incluyen: mm Hg, in Hg, mbar, PSI o KPa.<sup>3</sup>

## 1.7 ACTUADORES

### 1.7.1 Oxigenador HIDON

Tabla 1.15 .Datos del oxigenador hidon

Tipo	Cp 1000
Voltaje	110v
Frecuencia	60hz
Hp	25.0W
Qmax	1200L/H
Hmax	1.8m
Temp°C	35°C
Horas de función	24
Sumergible/altura	2m
Capacidad de agua a oxigenar	1000ltrs
Oxígeno que produce riachuelo	8.5 ppm 14.5ppm



Figura.1.39 Oxigenador hidon tipo CP1000

## 1.7.2 Accesorios del HIDON CP100

Tabla 1.16 Accesorios de HIDON CP1000

Acople vertical para simuladores	1
Pistón riachuelos	1
Pistón cascada	1
Pistón de lluvia	1
Pistón vertiente	1
Reductor 1/2	1
Reductor 1/4	1
Reductor 1/8	1
2 repuestos empaques	2



Figura.1.40. Acople para pistones simuladores



Figura. 1.41. Pistón simulador de Lluvia



Figura. 1.42 Pistón simulador de vertiente



Figura.1.43. Pistón simulador de cascada



Figura.1.44. Pistón riachuelo y reductores

### Formas de ubicación del oxigenador.



Figura.1.45 Formas de ubicación en los estanques.

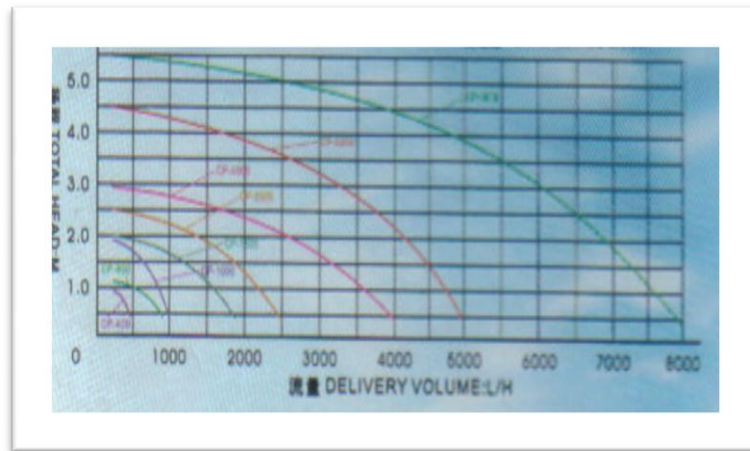


Figura. 1.46. Diagrama de moody de nuestro oxigenador en relación de volumen/altura, oxigenación.

Tabla.1.17. Tipos de oxigenadores.

TYPE	VOLTAGE	FREQUENCY	POWER	Qmax.	Hmax.
CP-400	115V/230V	50/60Hz	8.0W	400l/h	0.8m
CP-800	115V/230V	50/60Hz	15.0W	800l/h	1.2m
CP-1000	115V/230V	50/60Hz	25.0W	1000l/h	1.8m
CP-1500	115V/230V	50/60Hz	35.0W	1800l/h	2.0m
CP-2500	115V/230V	50/60Hz	45.0W	2500l/h	2.5m
CP-4000	115V/230V	50/60Hz	65.0W	4000l/h	2.8m
CP-5000	115V/230V	50/60Hz	80.0W	5000l/h	4.5m
CP-8000	115V/230V	50/60Hz	180.0W	8000l/h	5.5m



Figura.1.47. Placa de datos del oxigenador HIDON CP1000

**a. Como funciona nuestro Oxigenador.**

Esta bomba a sido diseñada para trabajar de dos maneras, la una como recirculador de agua para piletas y la otra como oxigenador de estanques para peces, con diferentes simulaciones a conveniencia del usuario.

El oxigenador para que funcione perfectamente tendrá que estar completamente sumergido en el agua, ya que si no lo está comenzara a cavitarse la bomba y también existirá un pequeño calentamiento en el mismo.

**CARGA.-** El oxigenador posee 3 partes de carga lo cual al estar instalado en estanques no causara ningún daño a los peces o huevos ya que la absorción es minima.

**DESCARGA.-** La descarga del Oxigenador está sometida a 4 simuladores de riachuelo, vertiente, cascada y lluvia.

Tabla.1.18. Datos de porcentaje de oxígeno con cada simulador día soleado

<b>Simulador</b>	<b>Altura /sumergido</b>	<b>Porcentaje de oxígeno en 900 ltrs</b>
Riachuelo	5cm Altura	7.3 – 9.2 ppm
vertiente	15cm Sumergido	7.5 – 8.8 ppm
cascada	25 cm altura	6.5 – 9.6ppm
Lluvia.	1m altura	6.4 – 10.5ppm

Tabla.1.19. Datos de porcentaje de oxígeno con cada simulador día Nublado

<b>Simulador</b>	<b>Altura /sumergido</b>	<b>Porcentaje de oxígeno en 900 ltrs</b>
Riachuelo	5cm Altura	6.8 – 8.2 ppm
vertiente	15cm Sumergido	7.1 – 8.22 ppm
cascada	25 cm altura	6.9 – 10.1ppm
Lluvia.	1m altura	6.2 – 10.4ppm

Tabla.1.20. Datos de porcentaje de oxígeno con cada simulador día

Lluvioso

<b>Simulador</b>	<b>Altura /sumergido</b>	<b>Porcentaje de oxígeno en 900 ltrs</b>
Riachuelo	5cm Altura	6.3 – 10.2 ppm
vertiente	15cm Sumergido	8.5 – 9.8 ppm
cascada	25 cm altura	7.5 – 10.3ppm
Lluvia.	1m altura	6.2 – 10.9ppm

### 1.7.3 Electroválvula

#### NETAFIM GROW MORE WITHLESS<sup>4</sup>

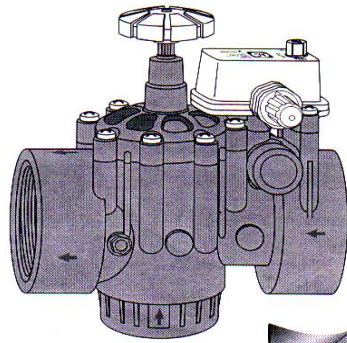


Figura.1.48 Válvula Netafin Grow More Withless

La electroválvula que se ha utilizado para la implementación del sistema es una válvula que está diseñada para ser manipulada tanto manual, como automática, por medio del PLC S7200, y una alimentación de 24 DC<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Carrasco .A. “Manual de Usuario Electrical Valve” Netafim Acuanet México 2009. Febrero Pag.3



## 1.7.4 Componentes de sistema de la válvula<sup>4</sup>

### a. Ajustador de presión

Marcado con la carta B detrás del dial correspondiendo al B en el hilo de uno de las tomas de corriente del aquanet la válvula eléctrica

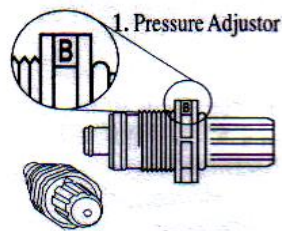


Figura. 1.49 Ajustador de Presión

### b. Capuchón ajustador de presión

Utilizo una tapa protectora y como una llave para insertar o quitar el ajustador de presión



Figura. 1.50 Capuchón ajustador de presión

### c. Filtro.

Señalo con la parte de la carta A correspondiendo la letra A en el hilo de la otra toma de corriente de válvula de aquanet y una nota abra por limpiar.<sup>4</sup>

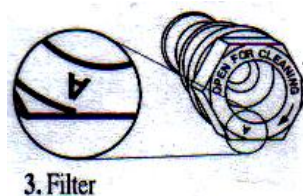


Figura. 1.51 Filtro de la válvula

---

<sup>4</sup> Carrasco .A. “Manual de Usuario Electrical Valve” Netafim Acuanet México 2009. Febrero Pag.4

#### d. La Llave especial<sup>4</sup>

Para insertar y quitar también el filtro quitaba los tapones de la válvula de Aquanet.

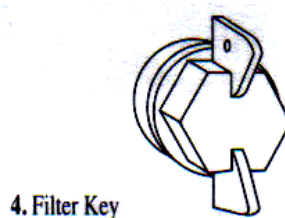


Figura.1.52 Llave especial para ajustar filtro

#### 1.7.5 Instalación

- Cierro la entrada (el flujo)
- Uso la llave provided (ver figura 1.52) para destornillar tapón A
- La parte de la inserción A (Con el filtro) y atornillo usando la llave provided (4 firmemente)

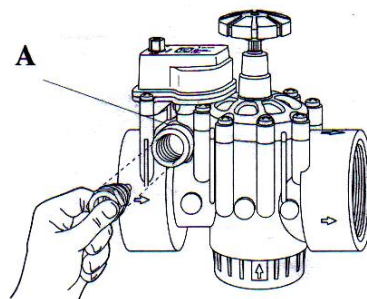


Figura.1.53 Instalación de filtro en la Válvula

- Destornillo tapón B que usa la llave (4 ver figura 1.52)
- La parte de la inserción B en el enchufe de B y atornillo usando la gorra de ajustador de presión proporcionada firmemente (2) <sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Carrasco .A. “Manual de Usuario Electrical Valve” Netafim Acuanet México 2009. Febrero Pag.5

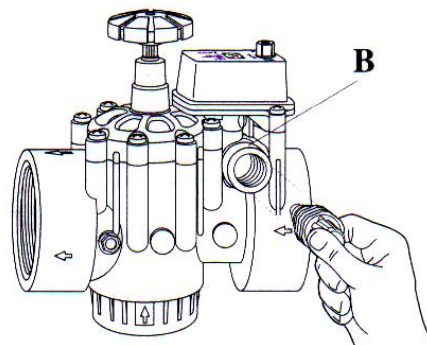


Figura.1.54 Instalación de regulador de presión en la válvula

- El juego el regulador a la presión requerida volviéndose el ratchet.<sup>4</sup>  
Vuelvo a aumentar en el sentido de las agujas del reloj presión y anti horario en el sentido de las agujas del reloj y reduzca la presión
- Reemplazo la gorra de a justador de presión (2) presione firmemente hasta que pulsa el botón en la posición
- El abrir el flujo de agua entrante<sup>2</sup>

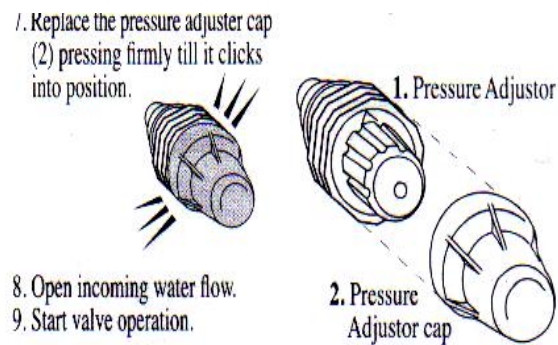


Figura. 1.55 A justador, Capuchón de presión

<sup>4</sup> Carrasco .A. “Manual de Usuario Electrical Valve” Netafim Acuanet México 2009. Febrero Pag.3

## 1.8 CONTROLADOR

### 1.8.1 PLC S7200 CPU 224<sup>2</sup>

La selección del controlador se realiza partiendo de las necesidades que se tienen para el desarrollo del proceso, uno de los elementos principales del sistema es el PLC que se encargará de la adquisición, procesamiento de datos y determinación de las acciones a tomarse de acuerdo a las necesidades y requerimientos que el usuario quisiera para el sistema. El PLC actuará como un control local. Para conocer los requerimientos básicos del PLC se tuvo que realizar un análisis del número mínimo de entradas y salidas tanto discretas como análogas que debe tener el mismo para que pueda satisfacer los requerimientos del módulo a implementarse.

Tabla 1.21 Características del PLC s7200 CPU 224

<b>Características</b>	<b>Datos</b>
Tamaño físico	120,5mmx80mmx
Memoria	
Programa	4096 palabras
Datos de usuario	2560 palabras
Tipo de memoria	Eeprom
Cartucho de memoria	Eeprom
Respaldo(Condensador de alto rendimiento)	190 horas
E/S integrales	14 DI/10DQ
Numero de módulos de ampliación	7 módulos
E/S(Total)	
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256(128 entradas/126 salidas)
Tamaño físico de E/S digitales	128

<sup>2</sup> Gestig.A. "Sistema de Automatización" Manual s7200 6ES7298- 8EH0-02 3<sup>ra</sup> Edición 1998. Pag.23

Tabla 1.21 Continuación características del PLC s7200 CPU 224<sup>3</sup>

<b>Características</b>	<b>Datos</b>
Tamaño de la imagen de E/S analógicas	16 DI/16DQ
Tamaño físico de E/S analógicas	12 DI/10DQ
<b>Operaciones</b>	
Velocidad de ejecución booleana	0,37µs/operación
Relés internos	256
Contadores	256
temporizadores	256
Relés de control secuencial	256
Bucles FOR/NEXT	SI
Aritmética en coma fija	SI
Aritmética en coma flotante	SI
<b>Funciones adicionales</b>	
Contadores rápidos	6(20kHz)
Potenciómetros analógicos	2
Salidas de impulsos	2(20 kHz, solo DC)
Interrupciones de Comunicación	1 transmisor/2 receptores
Interrupciones temporizadas	2 (1ms a 255 ms)
Entradas de interrupción de hardware	4
reloj de tiempo real	Si (incorporado)
Protección con contraseña	Si
<b>Comunicación</b>	
Numero de puertos de comunicación	1(RS _ 485)
Puertos asistidos 0	PPI,MPI esclavo freeport
Profibus punto a punto	NETR/NETW

<sup>3</sup> Gestig.A. "Sistema de Automatización" Manual s7200 6ES7298- 8EH0-02 3<sup>ra</sup> Edición 1998. Pag.24

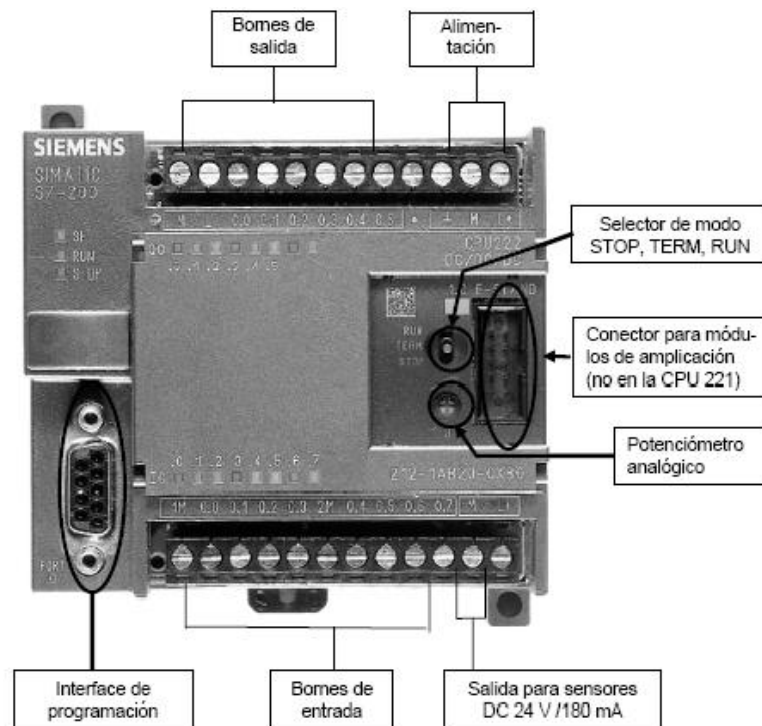


Fig.1.56 PLC S7200 CPU 224

### 1.8.2 Módulo de análogos EM 235

El EM235 es un módulo rápido de E/S analógicas de 12 bits rápido y económico. El módulo puede convertir una entrada analógica en su correspondiente valor digital en 171 ms para la CPU 212 y en 139 ms para las demás CPUs S7-200. La conversión de la señal analógica se efectúa cada vez que el programa de usuario accede a la entrada analógica. Los tiempos mencionados se deben agregar al tiempo de ejecución básico de la operación utilizada para acceder a la entrada analógica.

<sup>3</sup> Gestig.A. “Sistema de Automatización” Manual s7200 6ES7298- 8EH0-02 3<sup>ra</sup> Edición 1998. Pag.28

El EM235 proporciona un valor digital no procesado (sin linealización ni filtraje) que corresponde a la tensión o a la corriente analógicas en los terminales de entrada del módulo. Puesto que se trata de un módulo rápido, la señal de entrada analógica puede cambiar rápidamente (incluyendo interferencias internas y externas). Las diferencias de un muestreo a otro, causadas por interferencias de una señal de entrada analógica que cambie constante o lentamente, se pueden reducir creando un promedio de una serie de muestreos. Cuanto mayor sea la cantidad de muestreos utilizados para calcular el promedio, tanto más lento será el tiempo de respuesta a cambios en la señal de entrada.

Tabla.1.22 características generales del módulo EM 235

<b>Características</b>	<b>Datos</b>
Dimensiones	90x80x62 mm
peso	0.2kg
Disipación	2 W
Entradas/salidas	3 entradas análogas 1 salida análoga
<b>Margen de Señal</b>	
Salida de tensión	±10v
Salida de corriente	0 a 20 Ma
<b>Resolución margen máximo</b>	
tensión	12 bits
corriente	11 bits
<b>Formato de palabras de datos</b>	
Margen bipolar	-32000 a -32000
Margen Unipolar	0 a -32000
<b>Tiempo de estabilización</b>	
Salida de tensión	100µs
Salida de corriente	2ms
<b>Excitación máxima con una alimentación de 24 v</b>	

<sup>3</sup> Gestig.A. "Sistema de Automatización" Manual s7200 6ES7298- 8EH0-02 3<sup>ra</sup> Edición 1998. Pag.35

Tabla.1.22.Continuación características generales del módulo EM 235

Características	Datos
Salida de tensión	Min 5000Ω
Salida de corriente	Max 500 Ω
<b>Entradas</b>	
Tipo de entrada	Diferencial
Impedancia de entrada	A 10 Mw
Tensión de entrada máxima	30 v
Corriente de entrada máxima	32Ma
<b>Consumo</b>	
Corriente disponible Dc 5v	70 Ma
Alimentación extensa	60Ma mas 20 Ma
<b>Indicador de led extf</b>	
Fallos de tensión	Baja tensión en Dc 24 v externa.

**a. Identificación de terminales de conexión**

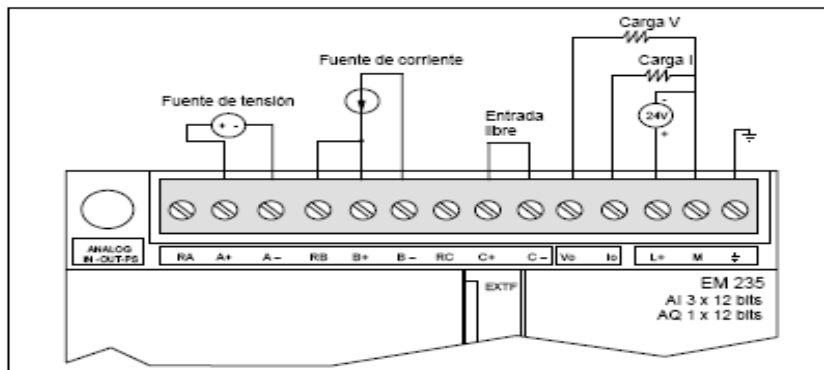


Fig.1.57 Identificación de terminales de conexión para el módulo de ampliación EM235 de 3 entradas analógicas AI / 1 salida analógica AQ de 12 bits

<sup>3</sup> Gestig.A. “Sistema de Automatización” Manual s7200 6ES7298- 8EH0-02 3<sup>ra</sup> Edición 1998. Pag.35



## b. Calibración y configuración

A los potenciómetros de calibración y a los interruptores DIP de configuración se puede acceder a través de las rejillas de ventilación del módulo, como muestra la figura.

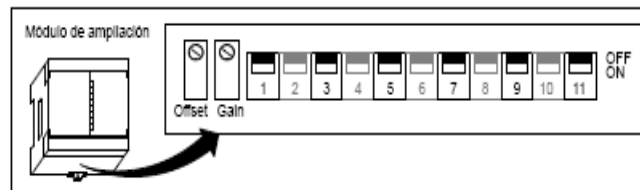


Fig.1.58 Potenciómetros de calibración e interruptores DIP de configuración

## c. Configuración

La tabla 1.23 muestra cómo configurar el módulo utilizando los interruptores DIP. El margen de las entradas analógicas se selecciona con los interruptores 1, 3, 5, 7, 9 y 11. Todas las entradas se activan en un mismo margen y formato.

Tabla.1.23. Interruptores de configuración para el módulo EM 235

Interruptor de configuración						Margen de tensión	Definición
1 <sup>3</sup>	3	5	7	9	11		
ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF	0 a 50 mV	12,5 µV
ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	0 a 100 mV	25 µV
ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	0 a 500 mV	125 µV
ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	0 a 1 V	250 µV
ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	0 a 5 V	1,25 mV
ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	0 a 20 mA <sup>3</sup>	5 µA
ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	0 a 10 V	2,5 mV
OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	±25 mV	12,5 µV
OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	±50 mV	25 µV
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	±100 mV	50 µV
OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	±250 mV	125 µV
OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	±500 mV	250 µV
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	±1 V	500 µV
OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	±2,5 V	1,25 mV
OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	±5 V	2,5 mV
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	±10 V	5 mV

<sup>3</sup> Gestig.A. “Sistema de Automatización” Manual s7200 6ES7298- 8EH0-02 3<sup>ra</sup> Edición 1998. Pag.38

- El interruptor 1 permite la selección de la polaridad: ON para unipolar, OFF para bipolar. Conexión de la CPU a la red necesaria al conmutar entre formato unipolar y formato bipolar. Los interruptores 3, 5, 7, 9 y 11 permiten seleccionar el margen de tensión.
- De 0 a 20 mA según medición con una resistencia interna de 250 ohmios conectada en el sentido de la corriente.

#### **d. Calibración de entradas**

- La calibración afecta a los tres canales de entrada. Después de la misma puede suceder que difieran los valores leídos entre los canales. Con objeto de calibrar el módulo correctamente es preciso utilizar un programa diseñado para crear un promedio de los valores leídos del módulo. Utilice el Asistente para filtrar entradas analógicas de
  - STEP 7-Micro/WIN con objeto de crear dicho programa
  - Use 64 o más muestreos para calcular el valor promedio.
  - Para calibrar una entrada:
    - Desconecto la alimentación del módulo. Seleccione el margen de entrada deseado.
    - Conecto la alimentación de la CPU y del módulo. Espere unos 15 minutos para que el módulo pueda estabilizarse.
    - Mediante una fuente de tensión o de corriente, aplique a una de las entradas una señal de valor cero.
    - Leo el valor que la CPU ha recibido del correspondiente canal de entrada.

---

<sup>3</sup> Gestig.A. “Sistema de Automatización” Manual s7200 6ES7298- 8EH0-02 3<sup>ra</sup> Edición 1998. Pag.38

- Con el potenciómetro OFFSET, selecciono el valor cero u otro valor digital.
- Aplico una señal de margen máximo a una entrada. Lea el valor que ha recibido la CPU
- Con el potenciómetro GAIN, selecciono el valor 32000 u otro valor digital.
- En caso necesario, elija desplazamiento (OFFSET) y la ganancia (GAIN).

### e. Formato de la palabra de datos de entrada

La figura siguiente muestra la disposición del valor de datos de 12 bits dentro de la palabra de entrada analógica de la CPU. Si la repetitividad diverge en sólo  $\pm 0,50\%$  del margen máximo puede producirse una variación de  $\pm 160$  contajes sobre el valor leído de la entrada analógica.

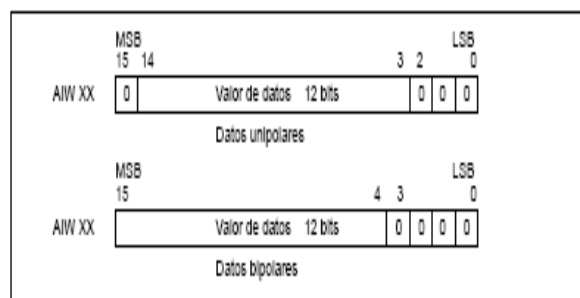


Fig. 1.59 .Formato de la palabra de datos

**Nota.**-Los 12 bits del valor de conversión analógica/digital (ADC) se justifican a la izquierda en el formato de palabra de datos. El MSB (bit más significativo) indica el signo, en tanto que cero indica un valor positivo de la palabra de datos.

En formato unipolar, los tres ceros a la derecha modifican el valor de la palabra de datos en incrementos de 8 por cada cambio del valor ADC. En formato bipolar, los cuatro ceros a la derecha modifican el valor de la palabra de datos en incrementos de 16 por cada cambio del valor ADC.

<sup>3</sup> Gestig.A. "Sistema de Automatización" Manual s7200 6ES7298- 8EH0-02 3<sup>ra</sup> Edición 1998. Pag.38

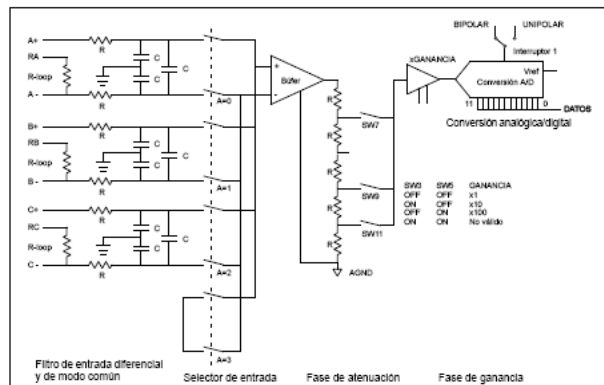


Fig.1.60 Esquema de conexiones de las entradas del EM 235

#### f. Esquema de conexiones de las salidas

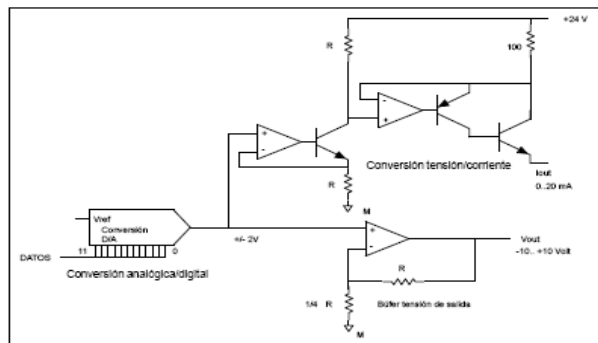


Fig.1.61 Esquema de conexiones de las salidas del EM 235

#### g. Reglas de instalación del EM235

Asumo las siguientes reglas para asegurar la precisión y la repetitividad:

Certificó que la alimentación de sensores DC 24 V sea estable y esté exenta de interferencias.

- Calibro el módulo.
- Utilizo cables lo más cortos posible para la alimentación de sensores.

<sup>3</sup> Gestig.A. "Sistema de Automatización" Manual s7200 6ES7298- 8EH0-02 3<sup>ra</sup> Edición 1998. Pag.38

- Utilizo cables dobles trenzados apantallados para el cableado de la alimentación de sensores.
- Conecto el apantallado sólo del lado de los sensores.
- Desvío las entradas de los canales no utilizados
- No doblar excesivamente los cables.
- Traslado los cables a través de canales.
- Evado colocar los cables de señales en paralelo con cables de alta tensión. Si los cables se deben cruzar, hágalo en ángulo recto.
- Confirmo que las señales de entrada estén exentas de potencial o sean líneas de referencia del neutro externo de 24 V del módulo analógico.

### **1.8.3 SITRANS Tk**

El convertidor de temperatura SITRANS Tk puede utilizarse para la medida de temperatura con termo resistencias Pt100 en todos los sectores. Su tamaño compacto permite instalarlo en un cabezal tipo B (DIN 43729) o mayor.

La señal de salida es una corriente continua de 4 a 20 mA proporcional a la temperatura e independiente de la carga. Los parámetros se efectúa por medio del PC con el software SIPROM T y con el módem para sitrans th100/th200. Si usted ya dispone de un "módem para sitrans tk" (número de pedido 7ng3190-6kb) podrá seguir usando para parametrizar el sitrans th100.

Los convertidores en la versión del modo de protección "Seguridad intrínseca" pueden instalarse dentro de áreas con peligro de explosión.

### **1.8.4 Funcionamiento**

La señal suministrada por una termo resistencia Pt100 (conexión a 2, 3 ó 4 hilos) se amplifica en la etapa de entrada.

La tensión proporcional a la magnitud de entrada se digitaliza por medio de un multiplexor en un convertidor analógico-digital.

El micro controlador realiza la conversión de la señal en función de la característica del sensor y de otros parámetros (rango de medición, amortiguación, temperatura ambiente, etc.). La señal preparada se transforma en una corriente continua de 4 a 20 mA independiente de la carga en un convertidor digital analógico.

Los circuitos de entrada y de salida están protegidos cada uno por un filtro CEM contra las interferencias electromagnéticas.

➤ **Entrada**

Termómetros de resistencia

Magnitud medida.....	Temperatura
Tipo de entrada.....	PT100 según IEC 60751
Característica Lineal.....	Con temperatura
Tipo de conexión.....	Conexión a 2, 3 ó 4 hilos
Resolución.....	14 bit
Precisión de medida.....	Alcance de medida < 250 C (450 °F) < 0,25 °C (0.45 °F)
Alcance de medida.....	>250 °C (450 °F) < 0,1% del alcance de medida
Repetitividad.....	< 0,1 °C (0.18 °F)
Corriente de medida .....	Aprox. 0,4 mA
Ciclo de medida.....	< 0,7 s
Rango de medición.....	-200... +850 °C (-328 ... +1562 °F)
Alcance de medida.....	25... 1050 °C (77 ... 1922 °F)
Unidad.....	°C ó °F
Offset programable:.....	-100... +100 °C (-180... +180 °F)
Resistencia del cable.....	Máx. 20 (total del conductor de alimentación y de retorno)
Supresión de perturbaciones.....	50 y 60 Hz

➤ **Salida**

Señal de salida.....	4 - 20 mA, tres hilos
Alimentación.....	auxiliar 8,5 - 36 V DC (30 V para Ex)
Carga máx.....	(U aux - 8,5 V)/0,023 A
Margen de saturación.....	3,6 - 23 mA, ajustable de forma continua
Valor por defecto.....	3,84 - 20,5 mA
Señal de fallo.....	(En caso de rotura del sensor) 3,6 - 23 mA, ajustable de forma continua
Tiempo de amortiguación.....	0 - 30 s
Protección contra inversión de polaridad	
Resolución.....	12 bit
Precisión.....	a 23 °C (73.4 °F) < 0,1% del alcance de medida
Influencia de la temperatura.....	< 0,1%/10 °C (0.1%/18 °F)
Influencia de la energía auxiliar.....	< 0,01% del alcance de medida/V
Influencia de la carga.....	< 0,025% del alcance de medida Máx/100
Deriva a largo plazo	
Durante el primer mes.....	< 0,025% del alcance de medida máx.
Al cabo de un año.....	< 0,035% del alcance de medida máx.
Al cabo de 5 años.....	< 0,05% del alcance de medida máx.



Figura.1.62 Sitrans Siemens tk

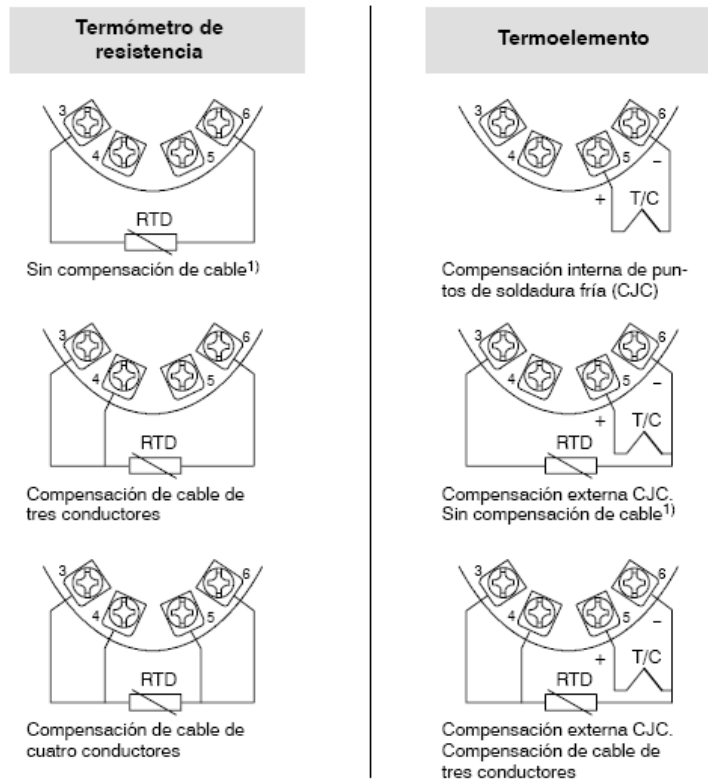


Figura.1.63 Modo de conexión Sitrans Siemens tK

## 1.9 INSTRUMENTOS VIRTUALES

### 1.9.1 LabVIEW

LabVIEW fue diseñado para el control de instrumentos electrónicos usados para el desarrollo de sistemas de instrumentación y esto es a lo que se llegó a llamar instrumento virtual, este es el antecedente por el cual los desarrolladores del software decidieron que los ficheros de LabVIEW se almacenarán electrónicamente con la extensión vi (virtual Instrument). Por otro lado el concepto de instrumento virtual también surge de las dos ventanas principales de programación, el panel frontal y el diagrama de bloques que son utilizados por el programador para la creación de los instrumentos virtuales.





Fig.1.64 Pantalla de inicio de LabVIEW

El panel frontal es la ventana con la que el usuario final interactúa. Haciendo analogía con un instrumento físico, ésta es la sección donde se encuentran los botones, indicadores y controles, en general, es la entrada y salida de datos y es fácil de reconocer por su fondo gris como se mira en la fig. 1.65.

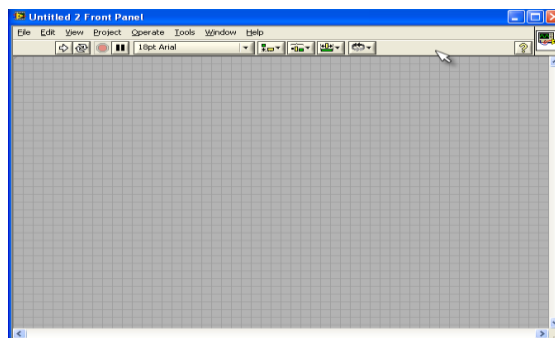


Figura 1.65. El panel frontal es la entrada y salida de datos en LabVIEW

En LabVIEW el diagrama de bloques es para un instrumento virtual lo que la circuitería para un instrumento físico el diagrama de bloques es el área donde se llevan a cabo las operaciones necesarias para obtener los resultados deseados a partir de los datos de entrada, por lo tanto, el diagrama de bloques es el espacio que tiene disponible el programador para crear instrumentos virtuales a partir de algoritmos de programación en la figura 1.66 se observa el diagrama de bloques.

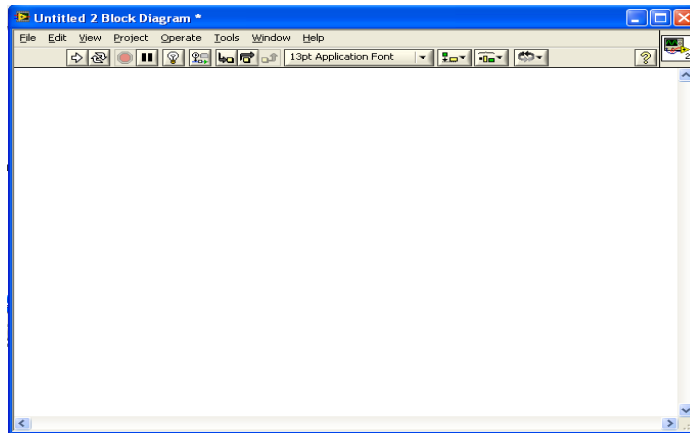


Figura 1.66. El diagrama de bloques se distingue por su fondo blanco y es el espacio disponible para programar

En la parte superior de la figura 1.66 podemos ver que en cada ventana hay una barra de herramientas que es de gran utilidad en el desarrollo de los VIs (Instrumentos virtuales y por sus siglas en ingles VIs)

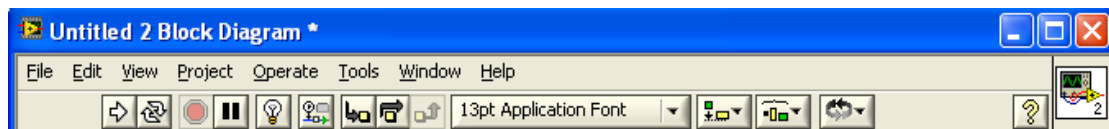


Fig.1.67. Barra de herramientas que se encuentran en la parte superior de la ventana del diagrama de bloques

En la esquina superior derecha de la figura1.67 se aprecia la barra de herramientas se encuentra un signo de interrogación que al activarlo abre una ventana llamada *Context Help*, que muestra la información del control o la función dependiendo de la ubicación del cursor. Es muy útil si se requiere ayuda más detallada.

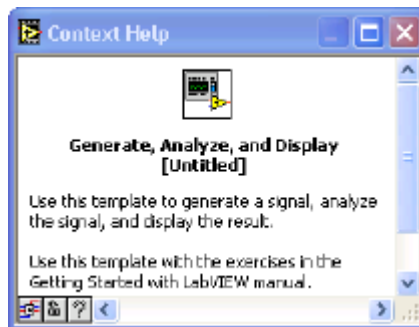


Fig. 1.68. Ventana *Context Help* que muestra La información de un *subVI* en específico

### a. Funciones básicas de programación

Para programar en LabVIEW se colocan sobre el diagrama de bloques o el panel frontal las funciones o controles según la necesidad del programador y para acceder a ellos se hace uso de los menús flotantes, más comúnmente llamados paletas de funciones y de controles, de funciones para el diagrama de bloques y de controles para el panel frontal en la figura 1.69 se aprecia los controles y las funciones de paleta.

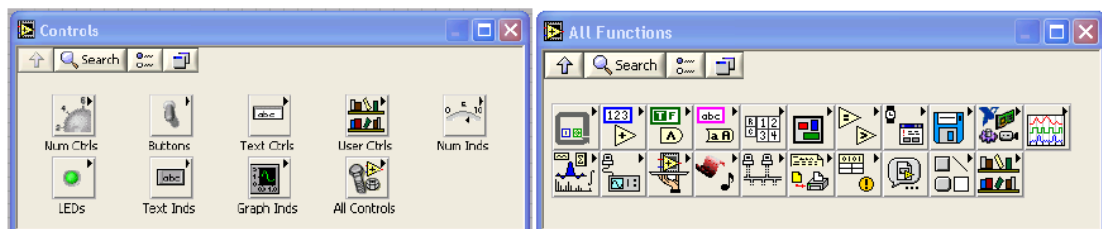


Fig.1.69. Controles para el diagrama de bloques para el panel frontal, paleta de funciones

### b. Controles del Panel Frontal

El menú de controles se despliega en la ventana del panel frontal y en él se seleccionan los terminales con las que el usuario interactúa. Las terminales se dividen en dos grupos (*Switch*) e indicadores (mostradores de graficas) aunque en general a los dos grupos se los llama controles. Para utilizar estas herramientas, se debe seleccionar el tipo de control y arrastrarlo al panel frontal como podemos visualizar en la figura 1.70.

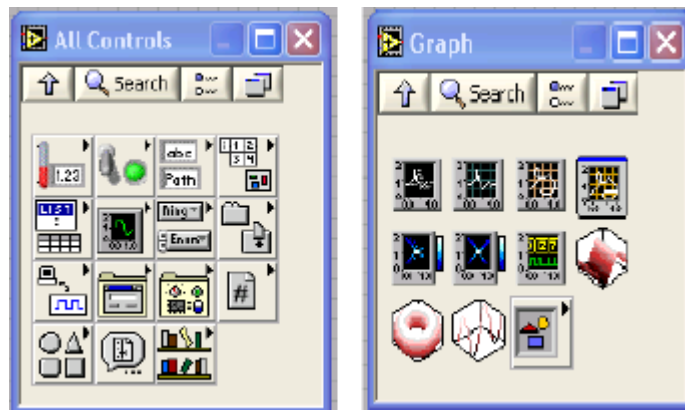


Fig.1.70. Paleta de controles y paleta de indicadores gráficos en el panel frontal

Por ser LabVIEW un ambiente gráfico de programación, pone un énfasis especial con respecto al uso de los indicadores gráficos. Los indicadores gráficos se despliegan en el submenú flotante nombrado GRAPH que ofrece varias opciones para la representación gráfica de los datos de salida. Sin embargo, de todas las opciones destacan principalmente dos, el Waveform Chart Graph como se muestran en la figura 1.71.

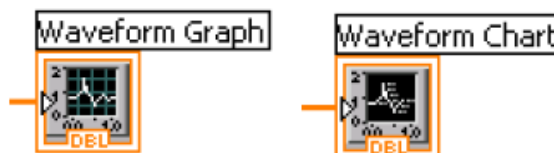


Fig.1.71. Indicadores gráficos Waveform Chart Graph representados como iconos.

### c. Funciones de diagramas de bloques

La paleta de funciones aparece en la ventana del diagrama de bloques, esta paleta contiene subíndices que se usan para crear los Vis. La paleta de funciones es un menú que contiene otros submenús que provee funciones y estructuras predeterminadas para la programación se selecciona las funciones en el lenguaje G (Programación en LabVIEW) y dependiendo de las necesidades se seleccionan las funciones apropiadas.

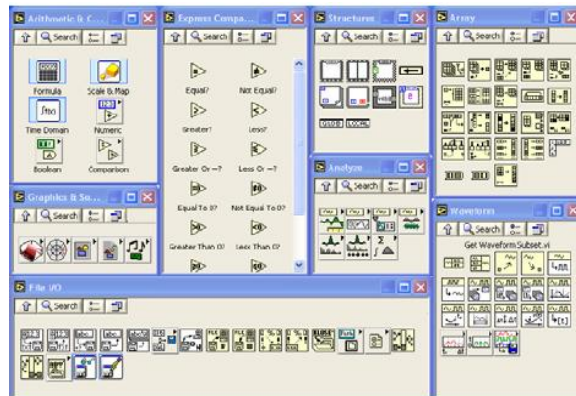


Fig.1.72. Submenús de funciones y sus diferentes herramientas de trabajo

#### d. Estructuras

Una estructura se define como un conjunto de instrucciones de control que permiten a un programa ejecutar un código encerrado dentro de esas instrucciones de forma condicional o repetirlo cierto número de veces. En LabVIEW existen estructuras como for, while sequence case entre otras. Todas las estructuras pueden ser solicitadas desde la paleta de funciones del diagrama de bloques como se mira en la figura 1.73.

Functions >> All Functions>> Structures>> Formula Node/While/For

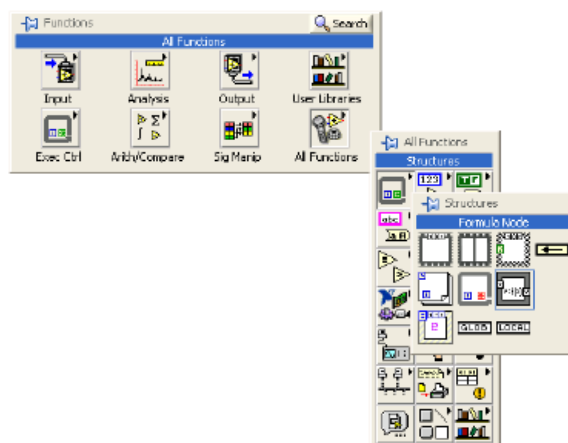


Fig.1.73. Ubicación de las estructuras dentro de la paleta de funciones del diagrama de bloques

## 1.9.2 PC ACCESS



Figura .1.74. Icono de PC ACCESS

### a. Enlace con el PLC S7200 CPU 224

Para crear un enlace adicional con el PLC, proceda de la siguiente manera

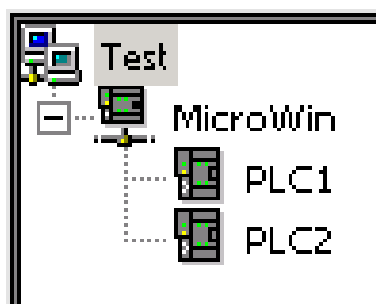


Figura.1.75. Iconos para crear plcs

### b. Configurar un PLC adicional

Puesto que PPI el protocolo de comunicación ya se ha configurado (consulte el tema de la Ayuda "Crear un enlace con el PLC"), haga clic con el botón derecho del ratón en el icono "MicroWin" y elija el comando del menú contextual en la figura 1.76 de aprecia de mejor manera lo explicado anteriormente

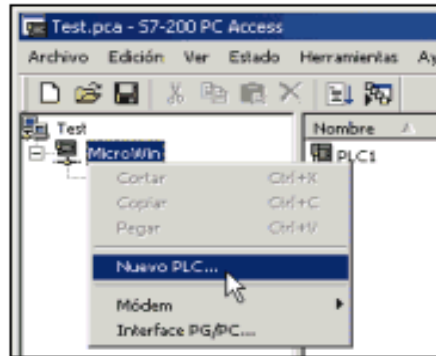


Figura.1.76. Creación de nuevo plc

En el cuadro de diálogo "Propiedades del PLC" (comunicación PPI), introduzca el nombre y la dirección del PLC. La dirección 2 se ha utilizado para el PLC del sistema como se ve en la figura 1.77 las opciones de nombre y dirección.

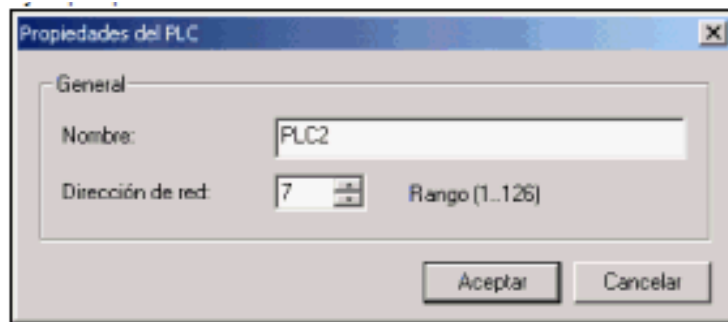


Figura. 1.77. Como dar un nombre a nuestro PLC y la dirección de red.

**Nota:** Es preciso configurar una dirección de estación PROFIBUS comprendida entre 1 y 126. Esta dirección es un número unívoco que debe asignarse a todos los equipos conectados a la red, garantizando que los datos sean enviados al o recibidos del equipo correcto.

**Nota:** La dirección IP que se introduzca en este campo deberá concordar con la dirección IP configurada para el PLC en el bloque de sistema del proyecto de STEP 7-Micro/WIN.

S7-200 PC Access comprende elementos tanto de servidor como de cliente OPC. Para conocer los componentes de la interfaz de usuario de S7-200 PC Access, haga clic en las diversas áreas de la figura 1.78 podemos observar la pantalla.

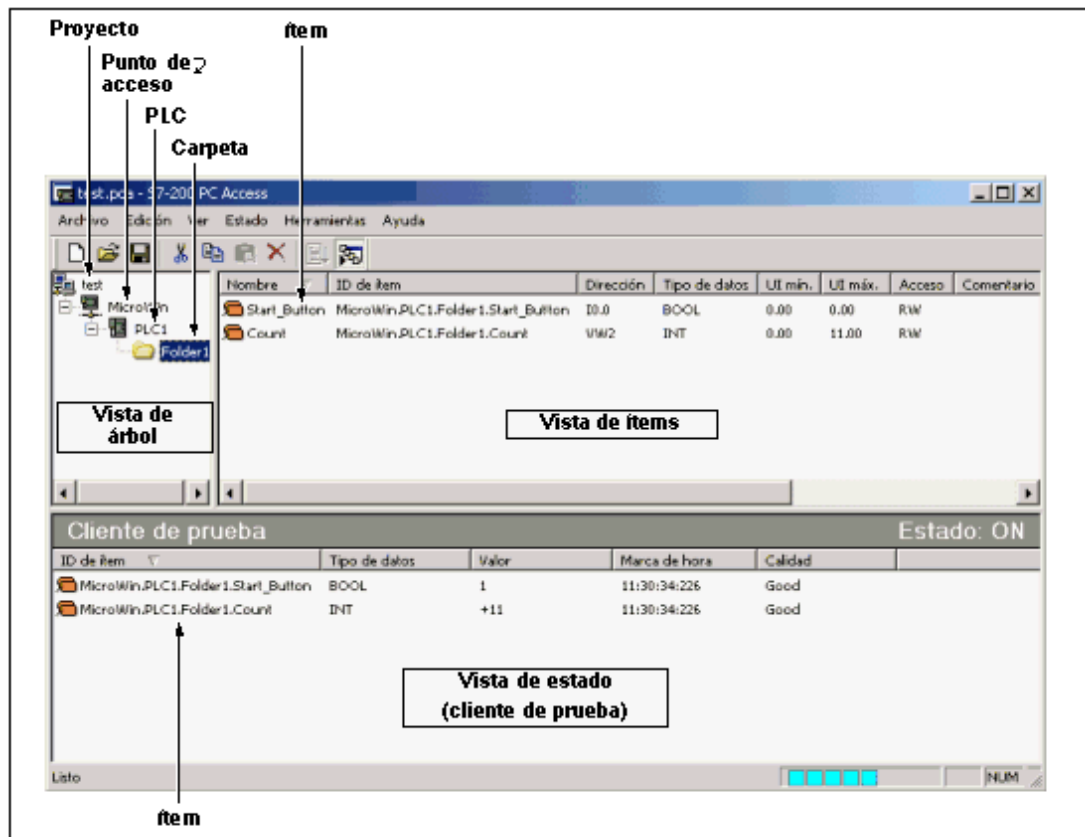


Figura. 1.78 Pantalla de pc Access (vista de ítems/estado)

### 1.9.3 Estructura de los proyectos de S7-200 PC Access

Los objetos contenidos en el área del servidor OPC del proyecto aparecen organizados en forma de árbol jerárquico (jerarquía del proyecto). Este árbol es similar al Explorador de Windows, siendo diferentes sólo los iconos de los objetos.

Los objetos contenidos en el área del cliente OPC (cliente de prueba) se visualizan en forma de lista.

**Nota:** La extensión de los archivos de proyecto de S7-200 PC Access es oca (p = P, c = C, a = Access).



**a. Barra de menús**

La barra de menús permite ejecutar funciones utilizando el ratón, o bien combinaciones de teclas.

**b. Barra de herramientas**

La barra de herramientas permite acceder fácilmente con el ratón a las funciones más habituales de S7-200 PC Access.

**c. Vista de árbol**

La vista de árbol, ubicada en el lado izquierdo superior de la ventana, incorpora un árbol jerárquico de los plc's y las carpetas disponibles en el proyecto actual. Esta vista contiene todos los ítems (puntos de datos) a los que puede acceder un cliente OPC en una red S7-200.

**d. Vista de ítems**

La vista de ítems, ubicada en el lado derecho superior de la ventana, es el área en la que se introducen y se listan los ítems. Las carpetas y los ítems pertenecientes a la selección actual de la vista de árbol se representan de forma jerárquica en esta ventana. Las carpetas pueden seleccionarse en la vista de ítems. En este caso, la selección actual en la vista de árbol se modificará, mostrando entonces la posición jerárquica actual.

**e. Vista de estado (cliente de prueba)**

La vista de estado (cliente de prueba), ubicada en el lado inferior de la ventana, es básicamente un cliente OPC. El cliente interactúa con el servidor OPC de S7-200 PC Access, permitiendo comprobar online los ítems configurados. Esta vista es independiente de las vistas de árbol y de ítems. Al desplazarse un ítem en la vista de estado (cliente de prueba), éste se depositará en un grupo OPC individual, solicitándose que sea recogido una vez habilitado el estado. El estado se puede habilitar o inhibir eligiendo el comando de menú "Estado", o bien haciendo clic en el botón "Estado" de la barra de herramientas.

Los ítems contenidos en la vista de estado (cliente de prueba) aparecen listados en el orden en el que se han depositado allí. Los ítems se crean automáticamente arrastrando carpetas de ítems o ítems individuales

desde la vista de ítems hasta la vista de estado (cliente de prueba). Un ID de ítem del cliente comprende la jerarquía o ruta formada por el protocolo del servidor, el PLC, la carpeta y el nombre del ítem.

#### f. Barra de estado

La barra de estado que se ve en la figura 1.79 muestra acerca del estado de las funciones de los plc online que se ejecutan en S7-200 PC Access.

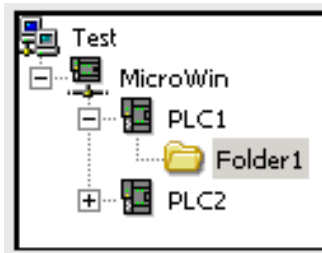


Figura. 1.79 Árbol jerárquico de los Plcs

En el área izquierda superior de la ventana se visualiza un árbol jerárquico de los plcs y las carpetas disponibles en el proyecto actual. Aquí se crean los PLC(s) y las carpetas de los ítems . La vista de árbol está organizada según la siguiente estructura jerárquica

**MicroWin:** Este nivel contiene el icono de punto de acceso de la comunicación. El punto de acceso representa el tipo de enlace o red que permite a S7-200 PC Access comunicarse con los plcs S7-200.

**PLC1:** Este nivel comprende los plcs conectados a la red con un protocolo dado.

**Carpeta1:** Este nivel comprende las carpetas (y, dado el caso, las subcarpetas) para organizar los ítems de forma lógica.

Sírvase tener en cuenta que la estructura descrita arriba está organizada sólo para facilitarle el trabajo al usuario que desea configurar el servidor. Esta organización no impone restricciones acerca de cómo una aplicación de cliente OPC debe organizar o acceder a los ítems del servidor configurado como se muestra en la figura 1.80 los ítems creados por mi plc 1.

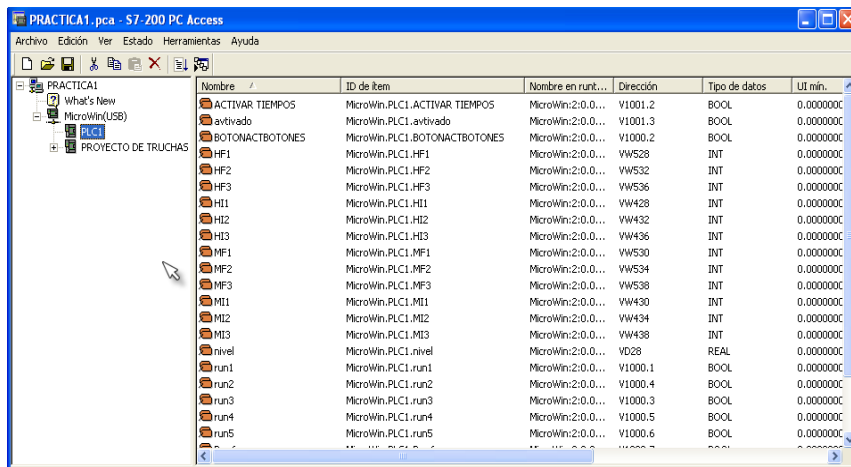


Figura 1.80. Ítems creados en mi plc

Los ítems se introducen y se listan en esta área superior derecha de la ventana. Aquí se visualizan los ítems configurados para un plc y una carpeta en particular. La vista de ítems comprende diversas columnas que indican la configuración de los mismos.

Todas las columnas de la vista de ítems se identifican con su encabezado correspondiente (véase la figura que aparece arriba). Cada una de las columnas se puede organizar en orden ascendente o descendente seleccionando para ello el encabezado. Al estar activada la ordenación se visualizará un indicador en el encabezado de la columna en cuestión. Este indica el tipo de ordenación seleccionado (como aparece arriba en la columna "Nombre"). Las columnas se describen a continuación:

**Nombre:** El nombre simbólico puede comprender hasta 23 caracteres, incluyendo caracteres alfanuméricos, caracteres de subrayado y caracteres extendidos (ASCII 128 a ASCII 255). El primer carácter debe ser alfanumérico o extendido. Las palabras clave no pueden utilizarse en calidad de nombres.

**Nota:** Los nombres de los ítems deben ser unívocos dentro de una misma carpeta. No puede haber nombres repetidos.

ID de ítem: Nombre simbólico y unívoco de un ítem, compuesto por la ruta jerárquica completa (punto de acceso del servidor, PLC, carpeta(s) y nombre del ítem).

**Nota:** El ajuste estándar es que este atributo no se visualice.

Nombre en runtime: Sintaxis de propietario definida por el servidor OPC para indicar todas las propiedades necesarias para recoger el ítem.

**Nota:** El ajuste estándar es que este atributo no se visualice.

Dirección: Tipo y dirección de memoria en el PLC. No se comprueba el rango de direcciones válidas del PLC.

Tipo de datos: Tipo de datos canónico representado en el PLC.

UI mín.: Unidad de ingeniería mínima, es decir, el rango mínimo esperado del valor de un ítem. Para más información, consulte el apartado Banda muerta del cliente

**Nota:** El ajuste estándar es que este atributo no se visualice.

UI máx.: Unidad de ingeniería máxima, es decir, el rango máximo esperado del valor de un ítem. Para más información, consulte el apartado Banda muerta del cliente.

**Nota:** El ajuste estándar es que este atributo no se visualice.

Acceso: Los tipos de acceso válidos son:

Sólo lectura: sólo permite leer el ítem sin efectuar cambios.

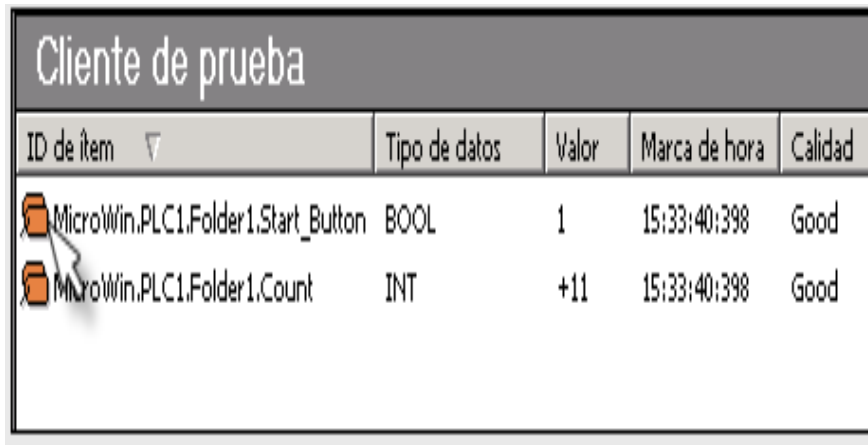
Sólo escritura: permite modificar el ítem, mas no leer el archivo.

Lectura/escritura: facilita el acceso total, permitiendo leer y modificar el ítem.

Comentario: Comentario sobre el ítem introducido por el usuario.

Sírvase tener en cuenta que estos ítems representan todas las selecciones posibles en una aplicación de cliente OPC cualquiera. El cliente OPC define grupos de clientes y las propiedades asociadas a cada grupo, incluyendo la frecuencia de recogida deseada. Un grupo incluye un conjunto de IDs de ítem. Éstos se derivan del conjunto de ítems configurado actualmente en el proyecto abierto del servidor OPC.

Por lo general, las definiciones de ítems tienen su origen en el programa de control de la aplicación, representándose con símbolos de proyecto de STEP 7-Micro/WIN. A continuación, este nombre simbólico se importa al servidor OPC, creándose luego una referencia con la configuración del cliente HMI/OPC.



The screenshot shows a window titled 'Cliente de prueba' (Test Client). It contains a table with the following data:

ID de ítem	Tipo de datos	Valor	Marca de hora	Calidad
MicroWin.PLC1.Folder1.Start_Button	BOOL	1	15:33:40:398	Good
MicroWin.PLC1.Folder1.Count	INT	+11	15:33:40:398	Good

Figura.1.81 Pantalla de cliente de prueba (comunicación PC - PLC)

La vista de estado (cliente de prueba) de la figura 1.81 ubicada en el lado inferior de la ventana, es una herramienta que permite comprobar los ítems del servidor de forma rápida y sencilla.

Los ítems del cliente de prueba se configuran automáticamente arrastrándolos desde la vista de ítems (área derecha superior de la ventana). La vista de estado (cliente de prueba) comprende diversas columnas que indican la configuración de los ítems a recoger, así como los valores resultantes y el estado tras recogerlos.

## CAPÍTULO 2

### DIMENSIONAMIENTO SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

#### 2.1 DIMENSIONAMIENTO

##### 2.1.1 Dimensionamiento hídrico del proyecto

La parte más importan en proyectos de piscicultura es el recurso hídrico ya que es la base fundamental para el desarrollo de los mismos, es por eso que ponemos mucho énfasis en la parte hídrica, la misma que constara de un proceso completo para desarrollar sus etapas de fecundación, eclosión, larvas y alevinaje y de igual manera el dimensionamiento de nuestros transductores y actuadores así como también la infraestructura hídrica que vienen a ser tanques, bandejas, tuberías, válvulas, soportes, que estarán enfocados a cumplir una función determinada en el sistema, en la figura 2.1 se aprecia el esquema del procedimiento de diseño.

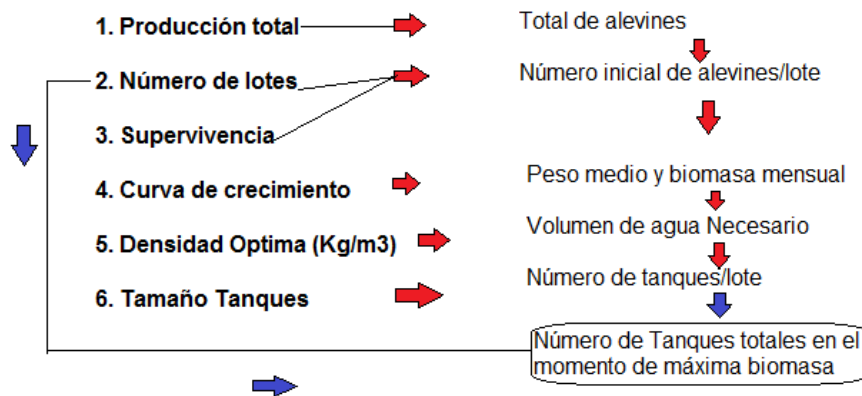


Figura.2.1 Esquema de procedimiento para el diseño

##### 2.1.2 Partes del dimensionamiento del proyecto

- Dimensionamiento del Laboratorio
- Dimensionamiento parte Hídrica
- Dimensionamientos de Transductores
- Dimensionamiento área de Control
- Dimensionamiento área de monitoreo
- Capacidad de producción

### 2.1.3 Dimensionamiento de alevinera

Para el dimensionamiento del proyecto es necesario conocer la capacidad de producción de alevines y el espacio de los implementos que ocuparan en la alevinera, también condiciones del piso paredes y techo, a continuación se detalla el dimensionamiento en la tabla 2.1.

**Tabla.2.1 Dimensionamiento del laboratorio**

Modelo	Dimensiones	Tipo	°C	N°
Sistema de producción		Intensivo		
Estructura de laboratorio cubierta	3m – 6 m	Madera		
Estructura de laboratorio cubierta	1.5m x 2.5m	Eternit		
Estructura de laboratorio pared	3m/ 2m	Bloque		
Estructura de laboratorio piso	Hormigón fundido			
Construcción		Ventilada		
Superficie total de laboratorio	48m <sup>2</sup>			
Temperatura del laboratorio			16°C	
Iluminación del laboratorio		Luz del día		
Ventanas	1.30cmx2.30cm	Mallado		5
Ventoleras	40cm x70cm	Mallado		5

#### 2.1.4. Dimensionamiento del caudal y el oxígeno para el proyecto.

En la figura 2.2 se muestra como es el comportamiento del oxígeno disuelto en el agua ya sea este el aporta, consumido y el residual.

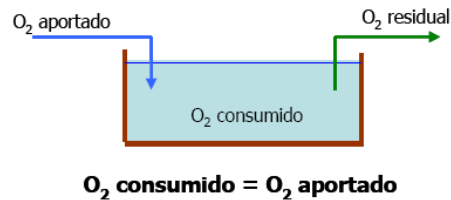


Figura.2.2 Tasa de oxígeno consumido/aportado

El oxígeno consumido dependerá de la biomasa de los alevines o ovas existente en el tanque o bandejas y de la tasa de consumo (Tc), que a su vez es función del peso medio y de la temperatura del agua.

Datos.

- Dimensiones del Tanque 1x1x1m
- Peso de 1000 alevines 30 gr
- Densidad 15 kg/m<sup>3</sup>
- Temperatura del agua 12°C – 16|C°
- PH 7,5
- Tasa de consumo de Oxígeno= 440mg/Kg/h (Blanco 1995)

$$O_2 \text{ Consumido} = B * tc \quad \text{Ec. 2.1}$$

$$O_2 \text{ Aportado} = \text{Caudal}(l/h) * O_2 \text{ disponible}(mg/l) \quad \text{Ec. 2.2}$$

Comparo las dos expresiones y nos queda la formula siguiente

$$Q(O_2) = \frac{B(Kg) * tc \left(\frac{mg}{kg/h}\right)}{Od(mg/l)} (l/h) \quad \text{Ec. 2.3}$$

$B = \text{Biomasa}$

$Tc = \text{Tasa de consumo}$

$Od = \text{Oxígeno disponible}$

$Cm = \text{Concentración de oxígeno en el agua de salida del tanque}$



$$B = \text{Volumen} \times \text{Densidad}$$

$$B = (1 \times 1 \times 1) \times 15 \text{ kg/m}^3$$

$$B = 15 \text{ Kg} = 0,15 \text{ Tm}$$

$$Od = S - Cm = 9,9 - 6,5 = 3,4 \text{ mg/l}$$

El caudal necesario para aportar oxígeno a cada tanque será

$$Q(O_2) \frac{B \times T \times c}{Od} = \frac{0,15 \text{ Tm} \times 440 \frac{\text{gr}}{\text{Tm}} / \text{h}}{3,4 \text{ gr/m}^3} = 1,9 \text{ l/s} = 5,5 \text{ ppm} - 7,5 \text{ ppm}$$

(Varía dependiendo de la temperatura)

### 2.1.5 Dimensionamiento de tuberías para el proyecto.

De acuerdo a la normativa ISO, la designación del material se relaciona con el nivel de Resistencia Mínima Requerida, MRS (Minimum Required Strength) que se debe considerar en el diseño de tuberías para la conducción de agua de 10°C a 20°C, por un tiempo de servicio de al menos 50 años. La tensión de diseño  $\sigma_s$  se obtiene al aplicar un coeficiente de diseño «C» sobre el valor MRS del material (C=1,25 para PE, norma ISO 12162).

$$\sigma_s = \frac{MRS}{c} \quad \text{Ec. 2.4}$$

$\sigma_s = \text{tensión de diseño}$

$MRS = 6,3$  coeficiente de diseño

$c = 1,25$

$$\sigma_s = \frac{6,3}{1,25}$$

$\sigma_s = 5,0 \text{ Mpa}$

**Tabla.2.2 valores MRS y sus  $\sigma_s$  correspondientes.**

Designación del material PVC C 40	MPa	MPa
PE 100	10	8
PE 83	8	6.3
PE 63	6,3	5

### 2.1.6 Datos del proyecto.

Condiciones de la traza:

Longitud total= 800cm.

Desnivel= 15c m

Pendiente total = 18cm

Caudal de cálculo: Q = 1,9 l / s.

Utilizo un tubo de PVC de diámetro nominal: 2" (Dato de la tabla 1.a *Diámetros y espesores tubería pvc cedula 40*)

S = 63mm

$$V = K * R^{2/3} * J^{1/2} \quad \text{Ec. 2.5}$$

V = Velocidad de Circulación

K = Desnivel

R = Radio Hidráulico.

J = Pendiente total

$V = 15 * 61 \text{cm}^{2/3} * 18 \text{cm}^{1/2} = 5.4 \text{ m/s}$

Caudal a evacuar a sección llena:

$$Q = S * V \quad \text{Ec. 2.6}$$

$Q = 0,061 \text{m} * 5.4 \text{m/s} = 0,32 \text{m}^3/\text{s} = 3,2 \text{ l/s}$

Por lo tanto, la sección propuesta de la tubería es válida ya que  $3,2 \text{ l/s} > 1,9 \text{ l/s}$

Tubería dimensionada= 63mm x 0,8 Mpa = 2" PVC cedula 40 ver en la tabla 1.a *Diámetros y espesores tubería pvc cedula 40* en el anexo 1

**Tabla.2.3. Dimensionamiento hídrico fase de eclosión**

<b>Modelo</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Material</b>	<b>Tipo</b>	<b>N°</b>	<b>Almacenamiento</b>
Bandejas de eclosión	1.20cm x1.10cmx20cm	Polietileno		2	150 ltrs
Filtros de bandejas de eclosión	1.20cm x1.10cmx20cm	Polietileno		3	
Válvula principal	2 Pulg. Apertura y Cierre Globo	PVC	Mariposa	1	
Válvulas de oxigenación	½ Pulg. Apertura y Cierre Globo	PVC	Mariposa	8	
Tubería	½ pulg 3.50 m	PVC	Perforadas		
Codos	½ PULG	PVC	Pagables	12	

**Tabla. 2.4. Dimensionamiento hídrico alevinaje N° 1**

<b>Modelo</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Material</b>	<b>Tipo</b>	<b>N°</b>	<b>Ltrs</b>
Tanques alevinaje	1.20cm x1.10cmx90cm	polietileno		5	850 ltrs
Válvulas de desagüe	2Pulg.	Polietileno		5	
Válvulas oxigenación independiente	1 Pulg. Apertura y Cierre Globo	PVC	Mariposa	5	

**Tabla .2.5. Dimensionamiento hídrico alevinaje N° 2**

<b>Modelo</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Material</b>	<b>Tipo</b>	<b>#</b>	<b>Ltrs</b>
Válvulas de desborde superior	24 Pulg. Apertura y Cierre Globo	PVC	Mariposa	5	
Tubería	2 Pulg	PVC	polietileno	15m	

**Tabla.2.6. Capacidad de suministro de agua al laboratorio**

<b>Proyecto</b>	<b>Caudal</b>	<b>Almacenamiento</b>
Suministro independiente a bandejas de eclosión	0.5ltrs/s	150 ltrs.
Suministro independiente a tanques de alevinaje	0.7ltrs/s	850 ltrs.
Reservorio de agua	2ltrs/s	2000 ltrs.
Tanque colector	Colecta 1.2 ltrs/s	55ltrs.
Tanque colector para reservorio	Recibe 1.1ltrs/s	7.5ltrs

**Tabla.2.7. Condiciones de niveles de agua temperatura y oxígeno**

<b>Variables</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Oxígeno</b>	<b>Nivel</b>
Temperatura del agua	10°C – 14°C		
Oxígeno en el agua		5.5ppm-8.5ppm	
Nivel de agua tanques			800ltrs
Nivel de agua en bandejas			130ltrs

## 2.2 DIMENSIONAMIENTO DE ACTUADORES

Para el dimensionamiento de los actuadores como son, nuestra bomba centrífuga y los oxigenadores hay que tomar muy en cuenta el lugar y las condiciones donde van a ser ubicados para desempeñar su función y las horas que estarán sometidos a trabajar y la disponibilidad de suministro de energía a continuación se detallan los siguientes actuadores:

- Bomba centrífuga
- Oxigenadores.

### 2.2.1 Dimensionamiento de bomba centrífuga

Para realizar un buen dimensionamiento de la bomba que va a ser implementada se debe de considerar, el área donde va a trabajar, las condiciones climáticas, en la tabla 2.8 se muestra datos de Latacunga necesarios para una buena elección.

**Tabla. 2.8. Datos de presión, altitud, temperatura, humedad de Latacunga**

Magnitudes	Datos/Latacunga
Presión	540 mm de Hg
Altitud	3000 msnm
Temperatura	9°C – 16°C
Humedad	74 H

Primero se debe calcular la carga total que se tendrá en la bomba para así poder saber cuál es la potencia necesaria de la misma.

La fórmula para calcular la carga total que tendrá la bomba es:

$$h_a = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + Z_2 - Z_1 + \frac{V_2 - V_1}{2g} + h_L \quad \text{Ec. 2.7}$$

Donde:

$P_1$  y  $P_2 = 0$  Estanques abiertos

$Z_1 = 0$  Nivel de referencia

$V_1$  y  $v_2 = 0$

Por lo tanto  $h_a = z_2 + h_L$

Donde:  $z_2=1.9m$

### Cálculo de pérdidas en el sistema ( $h_L$ )

Por accesorios ( $h_{L1}$ ):

$$h_{L1} = K \frac{v^2}{2g}; \quad \text{Ec. 2.8}$$

Para las pérdidas en los accesorios se muestra la tabla 3.a en el anexo 1

#### Accesorios Tubería de succión PVC

Accesorio	Tipo	Pérdidas ft
Válvula	De pie	$K_1= 420ft$
Acople	Roscado	$K_2=30f$
Acople	Roscado	$K_3=30f$

#### Tubería de descarga PVC

Accesorio	Tipo	Pérdidas ft
Acople	Acople rápido	$K_4=30f$
Codo	Acople rápido	$K_5=30ft$
Codo	Acople rápido	$K_6=30ft$
Codo	Acople rápido	$K_7=30ft$
Codo	Acople rápido	$k_8=30 ft$
Codo	Acople rápido	$k_9= 30 ft$

$F_t= 0.019$  (Valor de tabla 2.a ver en el anexo A-5.

$K_1= 450*0.019= 8.55$

$K_2= 30*0.019=0.57$

$K_t= K_1+K_2$

$K_t= 8.55+0.57$

$K_t= 9.12$

$$v = \frac{Q}{A} \quad \text{Ec. 2.9}$$

$A = 2.168 * 10^{-3}$

$$Q = 200 \text{ l/m}$$

$$v_1 = \frac{200}{2.168 * 10^{-3}} * \frac{\frac{\text{l}}{\text{s}}}{60.000 \frac{\text{l}}{\text{min}}}$$

$$v_1 = 1.53 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h_{L1=K} = \frac{V^2}{2g};$$

$$h_{L1=15.58} = \frac{1.53^2}{2(9.81)} = 1.89$$

ft = Para tubería de 2 Pulgadas PVC

$D_{\text{INTERNO}} = 2''$  - espesor de pared ver en el anexo A-7 (tabla 4.a)

$$D_{\text{INTERNO}} = 2 \times (2.54) \text{ mm} - 3.91 \text{ mm} = 0.117 \text{ m}$$

$$D_{\text{INTERNO}} = 0.117 \text{ m}$$

$$\varepsilon = 3.0 \times 10^{-7}$$

$$\frac{D}{\varepsilon} = 39000$$

$$ft = 0.009$$

$$K_4 = 340ft = 340 * 0.009 = 3.6$$

$$K_5 = 30ft = 30 * 0.009 = 0.027$$

$$K_4 + K_5 = 3.627$$

$$h_{L1''} = 3.627 \frac{0.027^2}{2(9.81)} = 0.01$$

Ft = Para tubería de 2 pulgadas

Cálculo de  $v_2$

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 * v_1 = A_2 * v_2$$

$D_2 = 2$  pulgadas - espesor (ver tabla 5.a en el anexo A - 7)

$$D_2 = 50.8 \text{ mm} - 3.91 \text{ mm} = 46.89 \text{ mm} = 0.0468 \text{ m}$$

$$A_2 = \frac{\pi * D_2^2}{4} = \frac{\pi * 0.0468^2}{4} = 0.0017 \text{ m}^2$$

$$v_2 = \frac{A_1 * v_1}{A_2}$$

$$v_2 = \frac{2.168 \times 10^{-3} \text{ m}^2 * 1.53 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.0017 \text{ m}}$$

$$v_2 = 1.95 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$D \text{ interno} = 0.0468 \text{ m}$$

$$\varepsilon = 3.0 \times 10^{-7} \text{ Ver dato en anexo A-8 (tabla 6.a)}$$

$$\frac{D}{\varepsilon} = 1.56 \times 10^{-9}$$

$$f_t = 0.0099$$

$$K_6 = 30 * 0.0098 = 0.294$$

$$K_7 = 30 * 0.0099 = 0.297$$

$$h_{l'''} = 0.294 \frac{1.53^2}{2(9.81)} = 0.035$$

$$h_{l''''} = 0.297 \frac{1.53^2}{2(9.81)} = 0.023$$

$$h_{L1} = h' + h'' + h''' + h''''$$

$$h_{L1} = 1.96 \text{ m}$$

### **Cálculo de pérdidas en la tubería ( $h_{l2}$ )**

$$N_R = \frac{v * D}{\nu} = \frac{1.53 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.026}{1.15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \quad \text{Ec. 2.10}$$

$$N_R = 34411$$

Con el número de Reynolds mayor a 4000 se concluye que hay flujo turbulento

Cálculo de rugosidad relativa se usa la tabla 6.a para calcular rugosidad ( $\varepsilon$ ) ver en el anexo 1

$$\varepsilon = 3.0 \times 10^{-7} \text{ (Valor de rugosidad Tabla 6.a) anexo A-8}$$

$$\frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.0265}{3.0 \times 10^{-7}} = 576.08 \quad \text{Ec. 2.11}$$



Cálculo de coeficientes de fricción ver en anexo A-5(Tabla 2.a = 0.019)

$$h_{L2} = f\left(\frac{L}{D}\right) \left(\frac{V^2}{2g}\right) \text{ Donde } \left(\frac{V^2}{2g}\right) \text{ (Carga de velocidad)} \quad \text{Ec. 2.12}$$

$$\left(\frac{V^2}{2g}\right) = \frac{(1.53 \text{ m/s})^2}{2(9.81) \text{ m/s}^2} = 0.0265$$

$$h'_{L2} = 0.019(1.1/0.0265)(0.00265)$$

$$h'_{L2} = 0.00209 \text{ m}$$

### g. Tubería PVC

Cálculo de Número de Reynolds

$$N_R = \frac{v * D}{\nu} = \frac{1.95 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.0468}{1.15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$N_R = 793.52$$

Con el Número de Reynolds mayor a 4000 se concluye que hay flujo turbulento

Cálculo de Rugosidad relativa Ocupamos la tabla 6.a para calcular rugosidad ( $\epsilon$ ) ver en el anexo 1.

$$\epsilon = 3.0 \times 10^{-7}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0.0468}{3.0 \times 10^{-7}} = 1560$$

Cálculo de coeficientes de fricción

$$h_{L2} = f\left(\frac{L}{D}\right) \left(\frac{V^2}{2g}\right) \text{ Donde } \left(\frac{V^2}{2g}\right) \text{ (Carga de velocidad)}$$

$$\left(\frac{V^2}{2g}\right) = \frac{(1.95 \text{ m/s})^2}{2(9.81) \text{ m/s}^2} = 0.193$$

$$h''_{L2} = 0.133$$

$$h_{L21'} + h_{L21''}$$

$$h_{L2} = 0.00209 + 0.1333$$

$$h_{L2} = 0.13539$$

$$h_{total} = h_{L1} + h_{L2}$$

$$h_{total} = 1.96 + 0.13539$$

$$h_{total} = 2.09539$$

$$h_a = z_2 + h_{total}$$

$$h_a = 18.7 + 2.095 = 20.79$$

$$h_a = 20.79 \text{ 89(Carga sobre la Bomba)}$$

Sabiendo ahora la carga total sobre la bomba y el caudal que es 200 l/min

Se procede a seleccionar la bomba. Para la determinación de la potencia

del motor de la bomba que será empleado en el suministro de agua se

aplicará la siguiente fórmula

$$P_{teorica} = h_a * \rho * g * Q \quad \text{Ec. 2.13}$$

$$P_{teorica} = 20.79 \text{ m} * 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.0033$$

$$P_{teorica} = 672.34 \text{ Watt}$$

Potencia teórica de la bomba Considerando que 1hp= 746 W

$$Hp = \frac{672.34}{746} = 0.901$$

Considerando que en las operaciones existen rangos de eficiencia, se determinará por lo tanto la potencia real, considerando lo siguiente:

$$P_{REAL} = \frac{P_{teorica}}{(\%)} \quad \text{Ec. 2.14}$$

Donde el porcentaje es la eficiencia

Para este caso la eficiencia será 80% (por desgaste en rodamientos, desgaste en escobillas) este dato no se encuentra en la placa del motor

$$P_{REAL} = \frac{0.901}{0.8} = 1.12 \text{ HP}$$

### 2.2.2 Dimensionamiento de oxigenadores

Para el dimensionamiento de nuestros oxigenadores se tomar en cuenta la cantidad de oxígeno que necesitamos suplir, en caso de no tener alimentación de agua de nuestra fuente y el tiempo que tienen que permanecer encendidos, ya que los oxigenadores entraran en funcionamiento cuando los porcentajes de oxígeno sean bajos, hay que considerar que cumplan con las normas fitosanitarias.

Los oxigenadores estarán sumergidos en el agua para realizar su función de crear oxígeno disuelto en el agua continuación se detalla en la tabla 2.9 el dimensionamiento de los mismos.

**Tabla 2.9 Dimensionamiento de oxigenadores**

<b>Suministro de energía</b>	<b>Tiempo de encendido</b>	<b>Porcentaje de oxígeno necesario</b>	<b>Capacidad de agua a oxigenar</b>
110 v	24 Horas	5.5 a 8.5ppm	1000 ltrs

## **2.3 DIMENSIONAMIENTO DE TRANSDUCTORES**

### **2.3.1 Dimensionamiento de sensor de nivel**

Para el dimensionamiento de mi sensor de nivel hay que tomar en cuenta que nuestro transductor estará sometido a censar agua en pequeñas distancias, las cuales se desarrollan en un ambiente húmedo y tiene que poseer un grado de protección IP alto porque el proceso está sometido a trabajar con agua, este sensor será el encargado de mantener un nivel adecuado en cada uno de los estanques de la alevinera para lo cual el sensor debe cumplir las siguientes características técnicas para su selección en la tabla 2.10.

**Tabla 2.10 Características técnicas de dimensionamiento que debe cumplir el sensor de nivel.**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>DATOS</b>
Capacidad de censado	1m
Distancia de censado	50cm
Alimentación	5V
Resolución	5cm
Interface de comunicación	Conector DB 9
Velocidad de respuesta	50ms
Grado de protección IP	45
Temperatura ambiente	6°C a 25°C

### 2.3.2 Dimensionamiento del sensor de temperatura

Para el dimensionamiento de nuestro sensor de temperatura debemos tomar en cuenta las temperaturas del agua que se usa en la alevinera ya que nuestro transductor estará sometido directamente a uno de los tanques bases del proyecto, desde 6°C a 15°C, que son las temperaturas mínimas y máximas que puede alcanzar el agua en la zona, el sensor de temperatura debe cumplir con las siguientes características técnicas en la tabla 2.11

**Tabla.2.11 Características técnicas de dimensionamiento que debe cumplir el sensor de temperatura.**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>DATOS</b>
Alto grado de protección	Contra humedad
Medición de temperatura	0°C a 300°C
Punta de medición	Fija
Elemento de resistencia	Pt 100 NTC
Tiempo de respuesta	20Ms
Rango de trabajo saturado	350°C
Dimensión del bulbo	Ø5mm a Ø20mm
Acero	inoxidable
Grado de protección	IP68
Alimentación	24 VDC
Cable forado PVC	flexible
Termocupla tipo	Pt 100
Salida máx.	5v
Salida min.	1.5 v
Acople	Roscable
Bulbo	Acero inoxidable
Numero hilos	3

### 2.3.3 Dimensionamiento del sensor de oxígeno

Para el dimensionamiento de nuestro transductor de oxígeno tendrá que ser un sensor que nos dé una respuesta inmediata y poder manejarlo de una manera fácil y sencilla podamos transportarlo de un lugar a otro ya que los porcentajes de oxígeno se tomaran en cada uno de los tanques y bandejas y no tiene que estar en una parte fija.

El sensor de oxígeno también debe tener la disponibilidad de luz propia para su lectura, cuando haya que hacer lecturas en la noche y poder tener una buena visibilidad de los datos, las características que se muestra en la tabla 2.12.

**Tabla.2.12. Características técnicas de dimensionamiento que debe cumplir el sensor de oxígeno**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>DATOS</b>
Lectura del Oxígeno	ppm
Distancia de censado	30 cm
Alimentación	Batería 9 v
Resolución	normal
Interface de comunicación	Conector DB 9
Velocidad de respuesta	50ms
Grado de protección IP	68
# De datos a guardar	24 a 48
Iluminación propia	si
Opcional temperatura	0°C a 50 °C
Opcional PH	porcentaje
Calibración	instantánea
Lectura de CO2	porcentaje

## 2.4 DIMENSIONAMIENTO ÁREA DE CONTROL

Para el dimensionamiento de nuestro panel de control basta con saber la cantidad de bombas y oxigenadores que entraran en operación para poder dimensionar mi plc, modulo de análogas, transductores, relés contactores y botoneras de nuestro tablero de control se muestra en la tabla 2.13.

**Tabla.2.13 Dimensionamiento de controladores para el proyecto**

<b>Control</b>	<b>Alimentación</b>	<b>Entradas/salidas</b>	<b>Puertos de comunicación</b>	<b>N°</b>
<b>PLC</b>	24 v	10/14	RS 232	1
<b>EM 235</b>	24 v	4 Entradas análogas	Modulo de Ampliación	1
<b>Transductor</b>	24v	2 Salidas análogas	bornera	1
<b>Relés</b>	24v/110v	3NC 3NO	bornera	7
<b>Contactores</b>	110v	110 V	bornera	7

## 2.5 DIMENSIONAMIENTO ÁREA DE MONITOREO

En la parte de monitoreo se debe tener muy en cuenta el fácil acceso a la pantalla que se usa para una selección amplia de gráficos ,animados que se puede seleccionar para el HMI, en el momento de operar la plataforma de control y monitoreo se mira en la tabla 2.14 el Hardware Software del área de monitoreo

**Tabla.2.14. Hardware Software del área de monitoreo.**

<b>Visualización</b>	<b>Hardware</b>	<b>Software</b>	<b>Cable</b>
KOP	S7200 CPU2244	STEP 7 Micro WIN	PC_PPI
<b>Interface</b>	<b>Hardware</b>	<b>Software</b>	<b>Cable</b>
Pc Access		LabVIEW	Rs 232/USB

## 2.6 DIMENSIONAMIENTO DE CABLES PARA EL PROYECTO

### Cálculo de cables para PLC y EM 235

Datos:

Voltaje nominal de trabajo = 110/220 V AC

Corriente de entrada máxima= 0,45 A (85 V CA.)

El tamaño del conductor del cable de alimentación debe estar comprendido entre 0,82 mm<sup>2</sup> y 0,33 mm<sup>2</sup>. Utilice la menor longitud de conductor posible.

Por lo tanto se realiza los cálculos para las condiciones más extremas, con un voltaje que entrega la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi (110V CA):

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Ec. 2.15}$$

Donde:

R = Resistencia ( $\Omega$ )

V = Voltaje (V)

I = Corriente (A)

$$R = \frac{110 \text{ V}}{0,45 \text{ A}} = 244,44\Omega$$

Se utiliza un calibre de cable de 0,5mm<sup>2</sup> que se aprecia en la tabla 7.a, Cable AWG # 20 ver en el anexo A-9

### 2.6.1 Cálculo de cables para bomba de recirculación y bomba de alimentación a tanque de reserva por corriente

Voltaje de funcionamiento = 110/220V

Factor de potencia = 0.95

Potencia = 0,75 Kw

$$P = \sqrt{3} * (V * \text{COS}\theta) \quad \text{Ec. 2.16}$$

$$I = 746 / (1.73 * 0.95 * 110)$$

$$I = 4,12 =$$

Cable # 14 AWG de la Tabla.7.a ver anexo A-9

## 2.6.2 Cálculo de cables para oxigenadores y aireadores

Voltaje nominal de trabajo = 110 V AC

Corriente de entrada máxima = 0,25 A (75 V CA.)

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Ec. 2.17}$$
$$R = \frac{110 \text{ V}}{0,25 \text{ A}} = 440 \Omega$$

Con un calibre de cable de 1.024 mm por lo tanto se usa la siguiente tabla correspondiente. Cable # 18 AWG ver en el anexo A-9 de la Tabla.7.a

## 2.7 DISEÑO MECÁNICO

Cada uno de los elementos que forman parte del módulo, son:

- Bandejas de polietileno
- Tuberías y válvulas
- Dosificador
- Oxigenadores
- Tanque dosificador.

Para comenzar el diseño se tiene que elaborar una lista de funciones, que corresponden a cada uno de los elementos que forman parte de la implementación del sistema de eclosión.

### 2.7.1. ESTRUCTURA PRINCIPAL

Tomando en cuenta el servicio que va a prestar esta base metálica, al construir se toma en cuenta las siguientes necesidades para realizar los cálculos pertinentes en la figura 2.3 se muestra el diseño de la estructura para las bandejas de alevinaje con mayor detalle se ve en el anexo 7 de los planos de implementación hídrica.



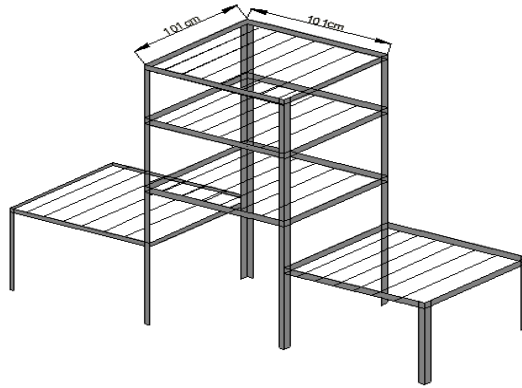


Figura.2.3. Estructura principal para bandejas de eclosión

## 2.7.2. Cálculos del peso que soportaran cada una de las bandejas

### a. Cálculo de bandeja N° 1

Para realizar estos cálculos se necesita tomar en cuenta el peso neto que contenga esta bandeja a continuación se detalla los cálculos pertinentes

Peso 1 de granilla (piedra pómez)= 20 Kg

Peso 2 del tanque dosificador = 10 Kg

Peso 3 de la bandeja de polietileno =5Kg

$$Pt = P1 + P2 + P3$$

$$Pt = 20kg + 10kg + 5kg$$

$$Pt = 35kg$$

- Para realizar los cálculos pertinentes en el segundo segmento se necesita encontrar el peso total en Newton.

$$W1 = m * g$$

**Ec 2.18**

$$W1 = 35kg * 9.8m/s^2$$

$$W1 = 343N$$

**b. Peso a soportar bandeja de filtración N°2 ,3,4,5**

El peso que será calculado en N será igual a las dos bandejas ya que llevan la misma cantidad de agua y los mismos accesorios.

Peso 1 del agua = 150 Ltrs

Peso 2 de la bandeja de polietileno = 5 Kg

Peso 3 de válvulas y tuberías = 2Kg

Se transforma los litros a kg.

$$m \frac{150 \text{ lt}}{1 \text{ kg/lt}} = 150 \text{ kg}$$

$$m = 150 \text{ kg}$$

$$Pt = P1 + P2 + P3$$

$$Pt = 150 \text{ kg} + 5 \text{ kg} + 2 \text{ kg}$$

$$Pt = 157 \text{ kg}$$

- Para realizar los cálculos pertinentes en el segundo segmento se necesita encontrar el peso total en Newton.

$$W1 = m * g$$

$$W1 = 157 \text{ kg} * 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$W1538.6 \text{ N}$$

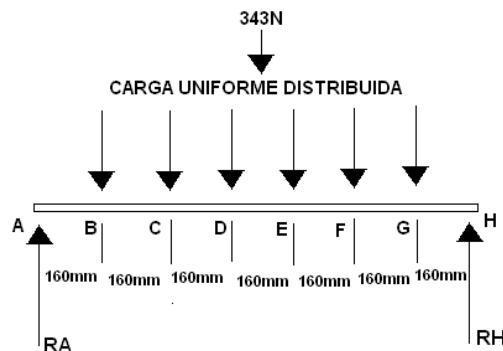


Figura 2.4. Diagrama de fuerza que soporta la viga para la bandeja de filtración

Punto A

$$\sum MA=0$$

$$-57.1(160) - 57.1(320) - 57.1(480) - 57.1(640) - 57.1(800) - 57.1(960) \\ - 57.1(1120) = 0$$

$$\Rightarrow RF = 28.5N$$

$RH = RA =$  Cargas inufornemente distribuidas

$$VA = RA = 28.5KN$$

Entre AyB: Como no hay cargas aplicadas, la fuerza cortante permanece contante es decir

$$V_{A-B} = 28.5KN$$

Punto B: la carga aplicada de 57.1 KN provoca una reducci3n repentina de V.

$$V_B = 28.5 KN - 57.1 KN = -28.6KN$$

$$V_{B-C} = -28.6KN$$

$$V_C = -28.6KN - 57.1 KN = -85.7KN$$

$$V_{C-D} = -85.7KN$$

$$V_D = -85.7KN - 57.1KN = -142KN$$

$$V_{D-E} = -142KN$$

$$V_E = -142KN - 57.1KN = -199.1KN$$

$$V_{E-F} = -199.1KN$$

$$V_F = -199.1KN - 57.1KN = -256KN$$

$$V_{F-G} = -256KN$$

$$V_G = -256KN - 57.1KN = 313.1KN$$

$$V_{G-H} = -313.1KN$$

$$V_H = -313.1KN - 28.5KN = 284.6KN$$

$$V_H = 284.6KN - 28.5KN = 313.1KN$$

$$V_H = -313.1KN - 313KN = 0$$



$$V_{E-F} = -1140.8KN$$

$$V_F = -1140.8KN - 256.4KN = -1397.2KN$$

$$V_{F-G} = -1397.2KN$$

$$V_G = -1397.2KN - 256.4KN = -1653.6KN$$

$$V_{G-H} = -1653.6KN$$

$$V_H = -1653.2KN - 256.4KN = 1909.6KN$$

$$V_H = 1909.6KN - 1653.6KN = 256KN$$

$$V_H = 256KN - 256KN = 0$$

- Para realizar los cálculos pertinentes en el segundo segmento se necesita encontrar el peso total en Newton.

$$W1 = m * g$$

$$W1 = 168kg * 9.8m/s^2$$

$$W = 1646.4N$$

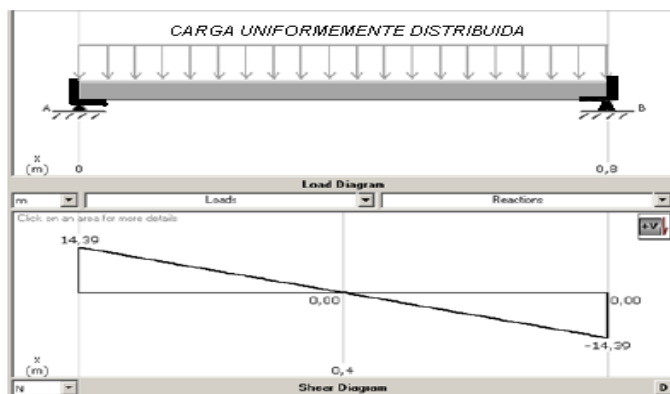


Figura 2.6 Diagrama de fuerzas y momento en la estructura vertical y soporte para las bandejas

$$\delta \frac{My}{Z} \tag{Ec. 2.19}$$

$\delta$  = Tensión normal en vigas

$My$  = Momento de flexión aplicado en la sección  $y = 28.05N = 2805Nmm$

$Z$  = Modulo de la secciuón hueca

$$z \frac{I}{y}$$

**Ec.2.20**

Para este caso el momento de inercia se mira en la tabla a.2 del anexo A-2 la cual se encuentra subrayada de color amarillo

Donde:

$$I = \text{momento de inercia } 0,39\text{cm}^4 = 3900\text{mm}^4 = 0,0000000039\text{m}^4$$

$$y = \frac{a}{2}$$

$$y = 1.5\text{mm}$$

$$z \frac{I}{Y}$$

$$z = \frac{3900\text{mm}^4}{1.5\text{mm}}$$

$$Z = 2600\text{mm}^3$$

$$\delta = \frac{28.05\text{Nmm}}{2600\text{mm}^3}$$

$$\delta = 1.07\text{N/mm}^2 = 1.078846\text{N/m}^2 = 1.07\text{MPa}$$

$$n = \frac{S_y}{\delta}$$

$$S_y = n * \delta$$

El valor de  $S_y$  se escoge de la tabla a.1 (ver en el anexo A-1) para el material A36 ASTM

$n =$  Factor de seguridad = 2 (ASTM A-36 Y ST 37 Ver tabla en anexo A-1)

$$S_y = (2 * 1.078)$$

$$S_y = 2.158 \text{ MPa}$$

$$2.156 \text{ MPa} < 248 \text{ MPa}$$

**c. Cálculo para las vigas horizontales de la estructura**

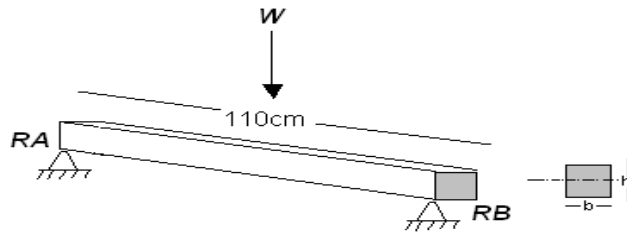


Figura 2.7 Diagrama de cuerpo libre de la viga solida implementada en la estructura para bandejas.

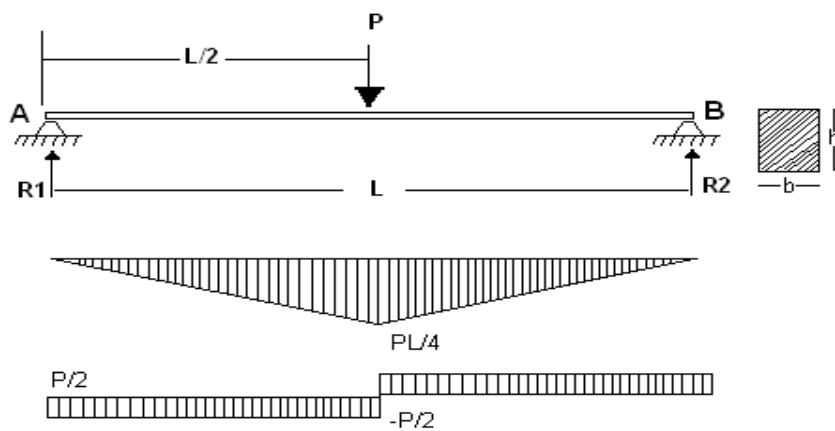


Figura 2.8 Diagrama de esfuerzo cortante de una viga solida sometida a flexión

El esfuerzo cortante en una sección de una viga sometida a flexión está dada por la ecuación siguiente.

$$\tau = \frac{v}{Ib}Me \quad \text{EC. 2.21}$$

Donde:

*V=fuerza cortante de la sección*

*I= Momento de inercia de la sección con respecto al eje neutro.*

*b= ancho de la sección*

*Me= momento estático del área (área rayada como se observa en la figura) con respeto al eje neutro.*

*Para la sección de la figura tenemos:*

$$I = \frac{1}{12}bh^3 \quad \text{EC. 2.22}$$

$$I = \frac{1}{12} 8 * (11)^3 = 1056000 \text{mm}^4$$

$$Me = y \text{ \acute{a}rea} \left( \frac{\frac{h}{2} - y}{2} + y \right) \left( \frac{h}{2} - y \right) (b)$$

$$\frac{(h + 2y)}{4} \frac{(h - 2y)b}{2}$$

$$Me = (h^2 - 4y^2) \frac{b}{4}$$

$$Me = (11^2 - 4 * 2.75^2) \frac{8}{4}$$

Datos:

$$Me = 60.5 \text{ Nm}$$

$$h = 11 \text{ mm}$$

$$b = 8 \text{ mm}$$

$$y = 2.75 \text{ mm}$$

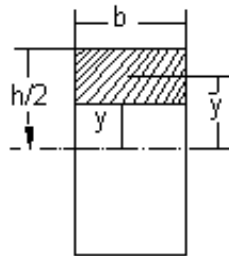


figura.2.9 Viga con respecto al eje neutro L.N

El esfuerzo cortante máximo se produce en la vecindad de las líneas neutras como se aprecia en la figura 2.8 tenemos que:

$$V_{\text{m\acute{a}x}} = \frac{P}{2} \quad \text{EC. 2.23}$$

Por lo que el esfuerzo será según la ecuación E.C 2.22

$$[\tau = \frac{v}{Ib} Me] \quad \text{EC. 2.24}$$

$$\tau_{\text{max}} = \frac{\left(\frac{P}{2}\right) \left(\frac{h^2 b}{8}\right)}{\frac{bh^3}{12} b} = \frac{3P}{4hb}$$

$$\sigma = \frac{My}{I} \quad \text{EC. 2.25}$$

M=momento flector en la sección en estudio

y=distancia del eje neutro (L.N) al punto donde se desea calcular la tensión



I=momento de inercia de la sección transversal de la viga con respecto al eje neutro.

De acuerdo con la ecuación (2.26) y de la figura 2.8

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{PL}{4}$$

$$[\sigma = \frac{My}{I}]$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{\frac{PL}{4}(\frac{h}{2})}{\frac{bh^3}{12}} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

$$\frac{3(256)5}{2*(8*(11)^2)} = 1.98 \text{ Nm}$$

Sustituyendo la ecuación (2.26) en (2.27) nos queda:

$$\tau_{max} = \frac{h}{2L} \quad \text{EC. 2.26}$$

$$\tau_{max} = \frac{11}{2 * 110mm}$$

$$\tau_{max} = 0.05N/m^2$$

Para determinar si esta dentro del rango permisible se realiza cálculo del modulo de inercia.

$$\sigma = \frac{My}{I} = \frac{N}{S} = S \frac{I}{Y} \quad \text{EC. 2.27}$$

$\sigma$ =Esfuerzo normal [N/m<sup>2</sup> ]

y=Distancia punto a la línea neutra [m]

S=Modulo de inercia [ mm<sup>3</sup> ]

$$S \frac{I}{Y}$$

$$S \frac{0.05N/m^2}{5.5mm}$$

$$S = 0.090 \text{ mm}^3$$

Con el valor de  $0.090909 \text{ mm}^3$  de la tabla para determinar si esta dentro del rango permisible, ya que  $S_y$ (distancia del punto neutro) de la tabla es 248 MPa, por lo tanto permite el material soportar y no va a existir riesgo de deformación en la estructura como se muestra en la tabla a.3 del anexo A-3 de 31.7mm x31.7mm y 0.9mm de espesor

## 2.8 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

La finca San Nicolás por tener una fuente permanente de agua está en la capacidad de realizar el ciclo completo de la trucha como es la fecundación, eclosión y el alevinaje es por eso que a continuación se puntualiza las diferentes fases de producción.

- Capacidad de Incubación del proyecto fase 1
- Capacidad de alevinaje del proyecto fase2.
- Capacidad de alevines que entran por sus dimensiones
- Capacidad y tiempos de producción del proyecto
- Capacidad de producción de huevos de trucha del proyecto
- Capacidad total de proyecto

**Tabla.2.15 Capacidad de Incubación del proyecto fase 1**

<b>Alevinaje</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Especie</b>	<b>Cría/siembra</b>	<b>Nºdías</b>
Huevos fecundados	10.000	Arco iris	cría	1
Eclosión	10.000	Arco iris	cría	4

**Tabla.2.16 Capacidad de alevinaje del proyecto fase 2**

<b>Alevinaje</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Especie</b>	<b>Cría/siembra</b>	<b>Nºdías</b>
Larvas	10.000	Arco Iris	cría	30
Alevín	10.000	Arco Iris	siembra	5

**Tabla.2.17 Capacidad de alevines que entran por sus dimensiones 1**

<b>Longitud de los alevines en cm</b>	<b>Capacidad de alevines que entran en m<sup>3</sup></b>
2.0 cm	10.000 alevines
2.5 cm	7.000 alevines
3.0 cm	3.750 alevines
3.5 cm	3.000 alevines

**Tabla.2.18 Capacidad de alevines que entran por sus dimensiones 2**

<b>Longitud de los alevines en cm</b>	<b>Capacidad de alevines que entran en m<sup>3</sup></b>
4.0 cm	2.300 alevines
4.5 cm	2.000 alevines
5.0 cm	1.700 alevines
6.0 cm	1.000 alevines
7.0 cm	250 alevines

**Tabla.2.19 Capacidad y tiempos de producción del proyecto**

<b>Etapas</b>	<b>Capacidad de producción</b>	<b>Número de días/meses</b>
Fecundado	10.000	1 día
Eclosión	10.000	4 días
Larvas	8.000	1 mes
Alevín	10.000	5 días
Juvenil	12.000	5 días
Engorde	12.000	2 meses
Reproductoras/hembras	50	36 meses
Reproductores/machos	15	24 meses

**Tabla.2.20 Capacidad de producción de huevos de trucha del proyecto**

<b>Peso de reproductora</b>	<b>Número de Huevos</b>	<b>Lapso de tiempo</b>
Reproductoras 1 kilo	1000	6 meses
Reproductoras 2 kilos	2000	6 meses

**Tabla.2.21 Capacidad total de proyecto**

<b>Etapas</b>	<b>Capacidad de producción</b>	<b>número de días</b>
alevines	15000	60

## **2.9 SELECCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.9.1 Selección hídrica**

- Selección de tanques
- Selección de tuberías
- Selección de válvulas

#### **Selección de tanques**

Para la selección de tanques se tendrá que cumplir con las siguientes características que se muestra en la tabla 2.22.

**Tabla.2.22 .Características de selección del tanque a implementar**

<b>Dimensiones</b>	100 x100x120cms
<b>Almacenamiento</b>	1000 lts
<b>Material</b>	polietileno
<b>Protección</b>	contra rayos del sol

A continuación en la tabla 2.23 se detalla tres tipos de tanques de los cuales se seleccionara el que cumpla con los requerimientos descritos en la tabla 2.22.

**Tabla 2.23. Selección de tanques para el proyecto**

Tanque	Dimensiones	Almacenamiento	Material	Protección	Costo
1.-Tanque Horizontal cilíndrico cerrado	112x79x90 cm	500 ltrs	polietileno ✓	Contra el sol ✓	48 \$ ✓
2.- Tanque rectangular recto	100x100x68 cm	650 ltrs ✓	polietileno ✓	Contra el sol ✓	55\$ ✓
3.- Tanque maxi Cubo	100x100x98cm ✓	900 ltrs ✓	polietileno ✓	Contra el sol ✓	35\$ ✓

De la tabla 2.23 se deduce que el tanque Maxi Cubo es el tanque que cumple, con el mayor de los requerimientos para la implementación del sistema, a continuación se detalla brevemente el tanque seleccionado.

**a1. Maxi Cubo**

Fabricado en una sola pieza. Este envase de gran capacidad diseñado para la máxima eficiencia y duración. Jaula metálica de protección que facilita su manejo con montacargas como se muestra en la tabla 2.10

**Tabla.2.24 Características del tanque Maxicubo**

Maxi Cubos				
MC-950*		100 cm.	98 cm.	100 cm.
MC-950J**	950 lts.	123 cm.	103 cm.	120 cm.
MC-950JA***		127 cm.	127 cm.	123 cm.
* Tanque reforzado con dos anillos de tubo galvanizado de 3/4"				
* Jaula. Fabricada en tubo laminado.				
.				



Figura 2.10 Maxi cubo seleccionado

**a. Selección de tuberías**

Para nuestra selección de tuberías del sistema deben de cumplir las siguientes características, de fitosanidad requerida para efectuar los procesos de sanidad y de calidad de agua que se va ha manejar en el sistema, las características de selección se muestra en la tabla 2.25

**Tabla.2.25 Características de selección de la tubería**

<b>Resistencia a la corrosión</b>	Inmune a todo tipo de corrosión
<b>Resistencia al ataque biológico</b>	Degradación por micro-organismos
<b>Resistencia a la intemperie</b>	Protección ultravioleta
<b>Resistencia al impacto</b>	Impacto superior a otros materiales
<b>Pulg</b>	2
<b>Diámetro interior</b>	63mm x 0.8 Mpa
<b>No contamine</b>	Antitóxico no reaccione con el agua
<b>Larga vida útil</b>	50 años en condiciones normales
<b>Costo</b>	No mayor a 20 dólares

A continuación en la tabla 2.26 se detalla tres tipos de tuberías de los cuales se seleccionara la que cumpla con los requerimientos descritos en la tabla 2.25.

**Tabla 2.26. Selección de la tubería para el proyecto**

Tubería	Material	Vida útil	Resistencia a la intemperie	Resistente al ataque biológico	Costo
1.-Tubería PVC cedula 40	Polietileno	45 años ✓	Protección ultravioleta ✓	Degradación lenta ✓	16.20\$ ✓
2.-Tubería Blaze master PVC	Polietileno	30 años ✓	Protección ultravioleta ✓	Degradación Media	17.50\$ ✓
3.-Tubería CTS PVC	Polietileno ✓	35 años ✓	Protección ultravioleta baja	Degradación alta	14\$ ✓

De la tabla 2.26 se concluye que la tubería PVC cedula 40 es la que cumple, con el mayor de los requerimientos para la implementación del sistema, tanto en costos, vida útil y otros a continuación se detalla brevemente la tubería seleccionada.

**b1. Tubería pvc cedula 40**

Esta tubería tiene un soporte en manejo de fluidos agua, aceite muy importante hasta una temperatura de 92°C centígrados sustituyendo de manera muy eficiente al acero al carbón y al acero inoxidable a costos muy por debajo de los mismos y con instalaciones más rápidas, menos peligrosas y más baratas. Es de color gris claro y se fabrica desde ½” hasta 12” También cuenta con aprobación de FDA lo que indica que cumple con las normas fitosanitarias para la utilización del ser humano o en proyectos de acuicultura en la figura 2.11 se muestra la tubería PVC cédula 40.

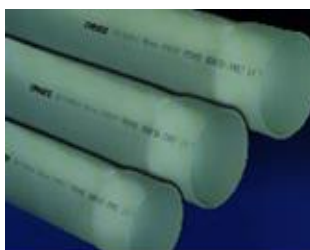


Figura.2.11 Tubería PVC cedula 40

**Tabla.2.27. Densidades de tubería pvc cedula 40**

<b>Densidad de</b>	1,37 a 1,42 Kg/dm. <sup>3</sup>
<b>Coeficiente de dilatación lineal</b>	0,000.060 a 0.000.080 m/°C/m.
<b>Temperatura de reblandecimiento</b>	> 80 °C.
<b>Modulo de elasticidad a 20° C</b>	> 28.000 Kg./cm. <sup>2</sup>
<b>Tensión de rotura a tracción</b>	> 500 Kg./cm. <sup>2</sup>

**Tabla.2.28. Densidades de tubería pvc cedula 40**

	Baja densidad	Alta densidad
Peso especifico	0,930 gr./ml.	0,940 gr./ml.
Coeficiente dilatación	0,0002 a 0,00023 m/°C/m	ídem B. densidad
Temperatura	87 °C	100 °C
Módulo elasticidad a 20 °C	1.200 Kg./cm. <sup>2</sup>	9.000 Kg./cm. <sup>2</sup>
Tensión de rotura	100 Kg./cm. <sup>2</sup>	190 Kg./cm. <sup>2</sup>

**b. Selección de válvulas**

Para nuestra selección de válvulas de igual manera tenemos que tomar en cuenta el caudal que vamos a manejar en el proyecto, las condiciones fitosanitarias que deben cumplir, a continuación se detalla las características en la tabla 2.29 las condiciones que deben cumplir para su elección.



**Tabla.2.29.Características de selección de Válvulas**

<b>Resistencia a la corrosión</b>	Inmune a todo tipo de corrosión
<b>Resistencia al ataque biológico</b>	Degradación por micro-organismos
<b>Resistencia a la intemperie</b>	Protección ultravioleta
<b>Costo</b>	No mayor a 6 dólares
<b>Cierre completo</b>	ajustable
<b>Pulg</b>	2" y 1"
<b>No contamine</b>	Antitóxico no reaccione con el agua
<b>Larga vida útil</b>	50 años en condiciones normales

A continuación en la tabla 2.30 se detalla cuatro tipos de Válvulas de los cuales se seleccionara la que cumpla con los requerimientos descritos en la tabla 2.29.

**Tabla 2.30. Selección de válvulas para el proyecto**

<b>Válvula</b>	<b>Material</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Resistencia a la intemperie</b>	<b>Resistente al ataque biológico</b>	<b>Costo/unidad</b>
<b>Válvula valflux HH roscable</b>	Polietileno ✓	50 años ✓	Protección ultravioleta ✓	Degradación baja ✓	4.88 \$ ✓
<b>Válvula valflux soldable</b>	Polietileno ✓	40 años ✓	Protección ultravioleta ✓	Degradación alta	6.56 \$
<b>Válvula esférica hembra</b>	Polietileno ✓	40 años	Protección ultravioleta ✓	Degradación Media ✓	3.48 \$
<b>Válvula esférica macho</b>	Polietileno ✓	55 años	Protección ultravioleta ✓	Degradación alta ✓	9.34 \$

De la tabla 2.30 se determina que la **Válvula valflux HH roscable** es la que cumple, con el mayor de los requerimientos para la implementación del sistema, tanto en costos, vida útil y otros a continuación se especifica las dimensiones que posee el cual se visualiza en la figura 2.12.

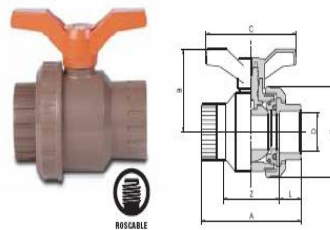


Figura.2.12 Válvula Valflux HH Roscable

## 2.10 SELECCIÓN DE ACTUADORES

- Selección de bomba centrífuga
- Selección de oxigenadores

### 2.10.1 Selección de bomba centrífuga

Para la selección de nuestra bomba centrífuga, anteriormente se realizó un dimensionamiento con las medidas respectivas y los accesorios los cuales dieron un resultado de una bomba de 1.12 Hp con una carga de 2" y una descarga de 2" y su alabe que sea de material plástico para que no se produzca oxidación interna y no contamine al agua de la alevinera.

**Tabla. 2.31. Características de selección de bombas**

Característica	Datos
Grado de protección	IP 44
HP	1
KW	0.75
RPM	3450
Q(Max) (l/min)	350
H (Max) (m)	13
Succión (m)	8
Diámetro entrada	2"
Diámetro salida	2"
Costo	100 usd

A continuación en la tabla 2.32 se detalla tres tipos de bombas la misma que se seleccionara si cumple con los requerimientos de la tabla 2.31

**Tabla 2.32. Selección de bombas para el proyecto**

Bomba	Voltaje	Potencia	Q max (l/min)	H(max)(m)	Costo/unidad
<b>Bomba Eta</b>	110 V ✓ 220 V	1HP ✓	500	32	112 usd
<b>Bomba Tellc</b>	110 V ✓ 220 V ✓	1HP ✓	450	25	97 usd
<b>Bomba Temco</b>	110 V ✓ 220V ✓	1HP ✓	350 ✓	15 ✓	89 usd ✓

De la tabla 2.32 se determina que la **Bomba temco** es la que cumple, con el mayor de los requerimientos para la implementación en la red de recirculación ya que también se ajusta al presupuesto, a continuación se describe la bomba seleccionada.

**Bomba centrífuga temco**

Estas bombas se utilizan para instalaciones civiles, industriales y agrícolas en las cuales se requiera el movimiento de volúmenes de agua. Son apropiados para aguas limpias y químicamente no agresivas. Tienen un tamaño compacto como se ve en la figura 2.13.



Figura.2.13 Bomba centrífuga TEMCO

**Tabla. 2.33. Características técnicas bomba temco**

Característica	Datos	Característica	Datos
Modelo	2DK-16	Succión (m)	8
Grado de protección	IP 44	Q(Max) (l/min)	350
HP	1	Diámetro entrada	2"
KW	0.75	Diámetro salida	2"
RPM	3450	Presión Max (PSI)	21.3
H (Max) (m)	15	Presión Max (BAR)	1.4
frecuencia	60 Hz	Red monofásica	110/220V

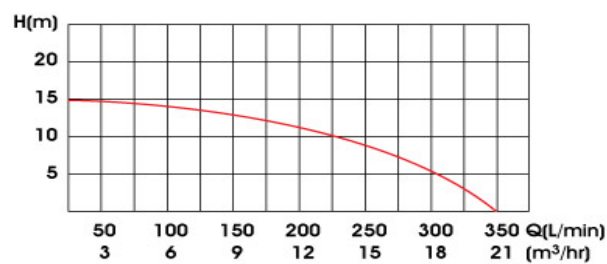


Figura.2.14 Características de operación bomba TEMC

### 2.10.2 Selección de oxigenadores para tanques

Para la selección del oxigenador anteriormente se realizó un dimensionamiento, el cual a continuación detallamos una tabla de características para su selección.

**Tabla.2.34. Características de selección de oxigenadores de tanque.**

Característica	Datos
Grado de protección	IP 65
Potencia	25 W
Q max	1000l/h
H max	1.8 m

A continuación en la tabla 2.35 se detalla tres tipos de oxigenadores el mismo que se seleccionará si cumple con los requerimientos de funcionamiento de la tabla 2.34.

**Tabla 2.35. Selección de oxigenador.**

Oxigenador	Voltaje	Potencia	Q max (l/h)	H(max)(m)	Costo
Oxytex CWS	110 V ✓	25 W	1000 ✓	2	48
Oxigenador Aqua Air 250 LM	110V ✓	30 W ✓	1200	1.2	55
Jad Pump sp 1000	110V ✓	25 W ✓	1000 ✓	1.9 ✓	40 ✓

De la tabla 2.35 se establece que la mejor opción es el oxigenador Jap Pump sp 1000 ya que cumple con los requerimientos técnicos y de costo a continuación se especifica el oxigenador seleccionado.

**a. Oxigenador JAD PUMP SP 1000**

Este oxigenador a sido diseñado para trabajar bajo condiciones extremas de turbidez del agua y sumergido a una distancia de 1 m, el JAD PUMP SP1000 ha sido recomendado, para eclosionadoras de huevos de peses por su rendimiento en aguas extremadamente frías de los 2°C



Figura.2.15 Oxigenado JAD PUMP SP 1000r

**Características del Oxigenador**

- El JAD SP-1000 Acuario
- Voltaje AC230/115V
- Frecuencia : 50/60Hz

- IMPULSE : 8W
- HMAX : 0.5m
- QMAX : 300L/h
- PESO : 0.40kg
- TAMAÑO : 100x55x146mm

## 2.11 SELECCIÓN DE TRANSDUCTORES

- Sensor de nivel.
- Sensor de temperatura.
- Sensor de oxígeno

### a. Selección de sensor de nivel

A continuación se menciona tres sensores de nivel que cumplan con el dimensionamiento de la tabla 2.10 requerido para su implementación en el proyecto.

**Tabla 2.36. Selección de sensor de nivel**

Sensor de nivel	Voltaje	Distancia de censado	Grado de protección	Salida	Costo/unidad
Max sonar Ez1	24v ✓	250 pulg ✓	Ip 65 ✓	4-20 mA ✓	50 ✓
sensor de nivel sunx ua – 11	24v ✓	300 pulg ✓	Ip 65 ✓	4-20 mA ✓	450
Sensor kobold	24 – 30 v	200 pulg ✓	Ip 65 ✓	4-20 mA ✓	750

De los tres sensores que han sido mencionados en la tabla 2.36 se ha seleccionado por un costo muy bajo y de buen rendimiento el sensor Max sonar Ez1 para implementar en el sistema, a continuación se detalla las características del mismo

**Tabla.2.37. Características técnicas de sensor Max sonar ez1**

<b>Característica</b>	<b>Datos</b>
Capacidad de censado	250 pulg
Salida1 PW	Ancho de pulsos factor 147 Us x pulg
Salida 2 CAN	Bufe red 0 a 2.55 V factor de escala 100mV
Salida 3 RX	Inconexa para 20 uS
Salida4 TX	Señal asincrona 255 pulg a 5 V
Alimentación	24 V
Temperatura	6°C A 36°C
Distancia de censado	10 Pulg
Resolución	6 pulg
Interface de comunicación	DB 9
Velosidad de respuesta	50ms
Grado de protección IP	67
Costo	50 Dólares



Fig.2.16 Sensor de nivel Max Sonar EZ1

**b. Selección de sensor de temperatura**

A continuación citaremos tres sensores de temperatura que cumplan con el dimensionamiento de la tabla 2.11 requerido para su implementación del proyecto.

**Tabla 2.38. Selección de sensor de Temperatura**

Sensor de Temperatura	Voltaje	Temperatura de sensado	Grado de protección	Salida	Costo
Termoresistencia Pt 100	12 Dc ✓	50°C-300°C	IP 65 ✓	0.5 V 2.5 V	115
Termocupla C 105 b	12Dc ✓	0°C-300°C ✓	IP 65 ✓	0.5 V 2.5V ✓	57 ✓
Termocupla TCB- 902 K	12Dc	50°C-300°C	IP 65 ✓	2.5 V	95

De los tres sensores de temperatura que han sido mencionados en la tabla 2.38 se ha seleccionado la termocupla C105b, ya que es la única que nos brinda una medida desde los 0°C la cual es optima para nuestra implementación ya que nuestro proyecto maneja temperaturas no mayor a los 20°C. a continuación en la tabla 2.39 se detalla brevemente las características de la termocupla c105 b.

**Tabla.2.39. Características técnicas de sensor termocupla c105b**

Características	Datos	Características	Datos
Medición de temperatura	0°C 300°C	Tiempo de respuesta	50mS
Punta de medición	Intercambiable	Rango de trabajo saturado	325°C
Elemento de resistencia	Pt 100	Dimensión del bulbo	Ø8mm a Ø17mm
acero	Inoxidable	Cable forado PVC	flexible
Termocupla tipo	Pt 100	Salida máx.	5v
Salida min.	1.5 v	Acople	Roscable





Fig.2.17 TERMOCUPLA Tipo pt 100 c 105b

**c. Selección de sensor de oxígeno**

Para la selección de nuestro sensor de oxígeno anteriormente se realizo un dimensionamiento, que se muestra en la tabla 2.12 de los requerimientos que debe de cumplir para su selección para poder determinar nuestros niveles de oxígeno a continuación en la tabla2.40 citaremos tres tipos de sensores de los cuales se verá el más adecuado en cuanto a costo y ventajas que disponga.

**Tabla 2.40. Selección de sensor de Oxígeno**

Sensor de oxígeno	Volt	Porcentaje de oxigeno	Porcentaje en ppm	Grado lp	Porcentaje de salinidad	Temp. en °C	Costo
Inolab Oxi 730	12 dc	0 a 150%	0 a 10 ppm ✓	lp 45	% 0.5	0 a 50°C	2100
Inolab oxi. 740	12 dc ✓	0 a 100% ✓	0 a 12 ppm ✓	lp 45 ✓	%0.5	0 a 50°C	1800
YSI PRO 20	12 dc ✓	0 a 150% ✓	0 a 15 ppm ✓	lp 67 ✓	%1.5 ✓	0 a 70°C ✓	1650 ✓

En la tabla 2.40 se han citado tres sensores de oxigeno de los cuales hemos seleccionado el sensor YSI pro 20 ya que cumple con el dimensionamiento y su costo no es tan elevado con relación a los otros sensores, a continuación se detalla brevemente al sensor escogido.

### c1. Sensor de oxígeno ysi pro 20

Este es un sensor que está capacitado para entrar en operación directa en el campo de la acuicultura, ya que dispone de un sin número de funciones y características como medir los porcentajes de oxígeno disuelto en el agua en ppm 0 a 15, la temperatura, la salinidad del agua y la opción a almacenar más de 50 datos en su memoria interna.



Figura.2.18 Sensor de oxígeno YSI PRO 20.

**Tabla. 2.41. Lista de implementos seleccionados para la parte Hídrica.**

Implemento	Tipo	Material	Marca	Unidades	ltrs
Tanque	Mix cubo	polietileno	MCJ 50	5	1000
Tubería 1"	Cédula 40	PVC	Tigre	4/3m	
Tubería 2"	Cédula 40	PVC	Tigre	3/3m	
Válvula 2 "	Roscable	PVC	Valflux	2	
Válvula 1"	Roscable	PVC	Valflux	5	
Válvula 1"	Roscable	Acero inoxidable	Valflux	5	
Válvula de pie 2"	Roscable	Pvc/acero	Tigre	1	
Válvula de pie 1"	Roscable	Pvc	Tigre	1	
Bandejas	Mix Cubo	polietileno	MCJ50	5	150

**Tabla. 2.42. Lista de implementos seleccionados para actuadores**

Implemento	HP	V	Hz	Amp	Hmax	Qmax	Suct	Marca
Bomba centrifuga	1	220 110	60	10	15	300 l/min	8m	Temco
Oxigenador	25w	110	60	2	1.8m	1200 l/h	5cm	Hidon CP 100
Aireador	8w	110	60	1	0.5m	300 l/h	6cm	JAD SP 1000

**Tabla. 2.43. Lista de implementos seleccionados para transductores**

Implemento	Tipo	Marca	V	Cable de comunicación	Rango de medición
Sensor de nivel	Max sonar	Ez1	2.5v	Forrado flexible /1/8 pin	1" a 254 "
Sensor de temperatura	C105 b	Siemens	24 v	Flexible forado 3 hilos	0°C a 500°C
Sensor de oxi.	Pro 20	YSI	9v	Probod Flexib	0 a 10ppm

**Tabla.2.44. Lista de implementos seleccionados para controlar y monitorear**

Controlador	Tipo	Marca	Cpu	Cable.
PLC	S7200	Siemens	224	PPI
EM 235	235	Siemens		Conector
Sitrans	TK	Siemens		Dúplex fl
relés	24/110	Metal Mec		#14
contactores	Nc/No	Metal Mec		#14
botoneras	On/off	Metal Mec		
PC Access	Microwin			PPI
LabVIEW				PPI

## **2.12 IMPLEMENTACIÓN**

### **2.12.1 Implementación hídrica**

- Implementación de Tanques, Bandejas, Tuberías y Válvulas

#### **a. Implementación de tanques**

##### **Pasos**

- 1.- Primeramente se ejecuto un trazado en el área donde van a ir ubicados los tanques el soporte de las bandejas y la cabina de control anexo I fig. 1-A
- 2.- Luego se tomo la separación que deben llevar uno del otro de los 5 tanques, el soporte de las bandejas y la cabina de control.
- 3.- A continuación se realizó un segundo trazado y se colocaron los tanques en su lugar y con las separaciones indicadas como se muestra en el anexo I fig. 1-B

#### **b. Implementación de tuberías**

##### **Pasos**

- 1.- Se tomo las dimensiones que existe entre los 5 tanques en la parte superior e inferior tanto de la entrada de agua como de la salida.
- 2.- Luego de haber tomado las medidas procedemos a cortar en tramos pequeños para poder unir con los acoples (codos/45° 90°, T) en el caso de la entrada de agua a los tanques será con tubería de 2" a 1" como de muestra en el anexo I fig. 1 - C.
- 3.- De la misma manera procedemos con la tubería de desagüe de cada uno de los tanques, cortamos en tramos pequeños y colocamos los acoples en este caso es de 2" a 2" para mayor información ver anexo I fig.1 - D

#### **C. Implementación de válvulas**

##### **Pasos**

- 1.- Primeramente colocaremos nuestras 2 válvulas de entrada de agua principal del sistema, la una que es de 2" que estará destinada a dotar de agua a los 5 tanques de 1000m ltrs, la otra válvula de 2" que estará sujeta

a entregar agua a las bandejas de eclosión, como se muestra en el anexo I fig. 1-E y 1 – F.

2.- Luego de colocar las válvulas principales de entrada de agua iremos ubicando las entradas independientes como nos indica en el anexo I fig. 1 - G de la misma manera se instala las válvulas de rebote como se muestra en el anexo I fig. 1 – H.

3.- A continuación instalaremos nuestras válvulas pequeñas en las bandejas de eclosión estas son de  $\frac{1}{2}$  “las mismas que estarán ubicadas en la parte superior e inferior en un total de 8 dos por cada bandeja ver mayor información anexo I fig. 1- I y 1 – J

## **2.13 IMPLEMENTACIÓN DE ACTUADORES**

- Bomba centrífuga
- Oxigenadores

### **2.13.1 Implementación de bomba centrífuga**

Para la implementación de nuestra bomba centrífuga hay que tomar en cuenta que tiene que estar ubicada en una área donde este lo más cerca al tanque colector y al tanque de recepción de agua para su mejor desempeño como se muestra en la fig. 2.19 para más detalle ver en el anexo I fig. 1 – K.



Figura 2.19 Implementación de bomba centrífuga

### 2.13.2 Implementación de oxigenadores

Para nuestra implementación de los oxigenadores debemos tomar en cuenta los niveles de agua que vamos a manejar ya que nuestros oxigenadores están diseñados para trabajar sumergidos en el agua como se muestra en la figura 2.20 ver también en el anexo I fig. 1 – L.



Figura 2.20 Implementación de oxigenadores en tanques y bandejas

### 2.14 IMPLEMENTACIÓN DE TRANSDUCTORES

- Sensor de temperatura
- Sensor de nivel
- Sensor de oxígeno

#### 2.14.1 Implementación de sensor de temperatura

La implementación del sensor de temperatura está basada en monitorear la temperatura del agua que tenemos en el sistema es por eso que se ha colocado en uno de los tanques del sistema nuestra pt 100 tipo c105 b.

El sensor de temperatura está capacitado para soportar temperaturas desde los 10°C bajo cero hasta 600°C de temperatura, es muy sensible al mínimo cambio de temperatura en la figura se muestra como está instalado nuestro sensor, en la figura 2.21 se muestra como está colocado en el sistema, las dimensiones ver anexo I fig. 1- M



Figura.2.21 Implementación de sensor de temperatura

### 2.14.2 Implementación de sensor de nivel

La implementación de nuestro sensor de nivel está basada en controlar nuestros tres niveles de agua que han sido solicitados por el sistema el nivel 1 que indicará que tenemos el nivel del agua normal, el nivel 2m que nos indicará que está tendiendo a bajar o esta inestable y nuestro último nivel que es el 3 que indica que el nivel bajo de lo normal a lo cual el sensor de nivel ordenara a accionar nuestra red de re oxigenación, vea la fig. 2.22 para más detalle observe el anexo I fig. 1 - N



Figura.2.22. Implementación de sensor de nivel en el sistema

### 2.14.3 Implementación sensor de oxígeno

Para la implementación de nuestro sensor de oxígeno, no se utiliza una zona determinada o fija para su instalación ya que nuestro sensor de oxígeno YSI PRO 20 está diseñado para trabajar en el campo y transportarlo a cualquier lado, ya que tiene un grado de protección IP 68 es decir puede trabajar en ambientes húmedos e incluso en un caso extremo que podría caer al agua y no sufrir ningún desperfecto.



Figura.2.23 Implementación de sensor de oxígeno

### 2.15 IMPLEMENTACIÓN ÁREA DE CONTROL

- Implementación de caja Beaucoup
- Implementación de canaletas
- Implementación de relés y contactores
- Implementación de fuente de alimentación y fusibles
- Implementación de PLC, EM 235 Y Sitrans Tk

El módulo que vamos a implementar debe de cumplir con las normas requeridas para el sistema que vamos a montar ya que estará sometida a una humedad relativa y temperatura bajas, y no afecten tanto a la parte electrónica como a la parte eléctrica. El tablero que vamos implementar a sido seleccionado previo a un estudio de los componentes que se va a implementar para lograr una ubicación adecuada de cada uno de los elementos, ver dimensiones en la tabla.2.45.





Figura.2.24 Caja beaucoup para el montaje del sistema.

**a. Dimensiones de la caja Beaucoup.**

**Tabla.2.45. Dimensiones de la caja Beaucoup**

Largo	Ancho	profundidad	Entradas/Salidas	Grado IP	Color
60 cm	40cm	20 cm	3Entradas/3Salidas	55	Marón

**b. Implementación de la parte eléctrica**

Pasos

1.- Una vez colocada nuestra caja (tablero de mando) se procede a ubicar las canaletas, para luego proceder a realizar el montaje en sí de nuestra parte de protección, mando y potencia, como se muestra en el circuito en el anexo I fig.1-T y 1-U.

**Tabla 2.46. Elementos para el montaje eléctrico**

Designación	Marca	Rango
1 fusible	Camsco	500V / 10 A
1 fusible	Camsco	500V / 12 A
7 Botoneras /Run	Camsco	240 V / 3 A
7 Botoneras / Stop	Camsco	240 V / 3 A
3 Luz piloto/color /verde	Camsco	220/240 V 2 A
Selector de 2 posiciones	Camsco	240 V / 3A
7 Contactores	Camsco	120V/ 3A
10 relés	Camsco	24 v/120v
Fuente de AC/DC	Siemens	120v/24v /4 salida
35 Borneras	Camsco	120/240v 2 A

### c. Implementación de la parte electrónica

La implementación de nuestra parte electrónica en si está conformada por los controladores y sensores para una mayor información ver los planos en el anexo I fig.1- V y 1- W.

**Tabla. 2.47. Elementos de control y monitoreo**

<b>Designación</b>	<b>Marca</b>	<b>Rango</b>
PLC S7200	Siemens	14 Entradas 10 salidas 24 v
EM235	Siemens	4 Entradas análogas /1 salida análoga /1 salida a voltaje.
Pt100/C105b	Siemens	-10°C – 110°C 24 V
Max Sonar EZ1	Siemens	6 metros de alcance / alimentación 24 V
Transductor Sitrans tk	Siemens	24 V Salida de 4 a 20 mA Salida de 0 a 5 V

## 2.16 PROGRAMACIÓN

### a. Programación del controlador

Para la programación del controlador s7200 CPU 224 y el modulo de ampliación EM 235 con una unidad de programación STEP 7-Micro/WIN 32

### b. Información general

Para la instalación se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- El sistema operativo utilizado (Windows 95, Windows 98, o Windows NT 4.0).
- El tipo de hardware utilizado, para la implementación:
- PC con cable PC/PPI
- PC o unidad de programación SIMATIC con procesador de comunicaciones (CP)
- CPU 224
- Módem

### c. Hardware y software recomendados

- STEP 7-Micro/WIN 32, versión 3.1 y STEP 7-Micro/WIN 32 Toolbox son aplicaciones de software que soportan los entornos Windows 95 (de 32 bits), Windows 98 y Windows NT.
- Para poder utilizar el software se recomiendan los siguientes componentes:
- Un panel táctil TP070 para su utilización con STEP 7-Micro/WIN 32 Toolbox.
- Un ordenador personal (PC) con un procesador 80586 o superior y 16 MB de RAM,
- bien una unidad de programación Siemens con STEP 7-Micro/WIN 32 instalado (p.ej.
- una PG 740). Como mínimo se necesita un procesador 80486 con 8 MB de RAM.

Uno de los componentes siguientes:

- Un cable PC/PPI conectado al puerto de comunicación.
- Una tarjeta de procesador de comunicaciones (CP).
- Una pantalla VGA o cualquier otra pantalla soportada por Microsoft Windows que tenga una resolución de 1024 X 768.
- 50 MB libres en el disco duro (como mínimo).
- Windows 95, Windows 98 o Windows NT 4.0.
- Opcional pero recomendable: un ratón asistido por Microsoft Windows.

### d. Instalación de STEP 7-Micro/WIN 32

Para instalar STEP 7-Micro/WIN 32, siga los siguientes pasos:

- 1.- Inserte el CD o el disquete en la correspondiente unidad del PC.
- 2.- Haga clic en el botón "Inicio" para abrir el menú de Windows.
- 3.- Haga clic en **Ejecutar....**
- 4.- Si la instalación se efectúa desde un disquete: En el cuadro de diálogo "Ejecutar", teclee **a:\setup** y haga clic en el botón "Aceptar" o pulse la tecla INTRO. Así se inicia la instalación .Si la instalación se efectúa desde

un CD: En el cuadro de diálogo “Ejecutar”, teclee **e:\setup** (donde “e” es la letra correspondiente a la unidad de CD-ROM) y haga clic en el botón “Aceptar” o pulse la tecla INTRO. Así se inicia la instalación.

**5.-** Siga las instrucciones que van apareciendo en pantalla hasta finalizar la instalación.

**6.-** Al final de la instalación aparecerá automáticamente el cuadro de diálogo Ajustar interface PG/PC”. El ajuste de los parámetros del interface PG/PC se explica más adelante en el presente capítulo. Haga clic en el botón “Cancelar” para continuar.

**7.-** Aparecerá el cuadro de diálogo “Fin de la instalación

## e. Configurar la comunicación

### Puertos de comunicación

Para la configuración del puerto de comunicación se toma en cuenta la dirección de la CPU, la dirección más alta, la velocidad de transferencia, conteo de repetición y factor de actualización GAP

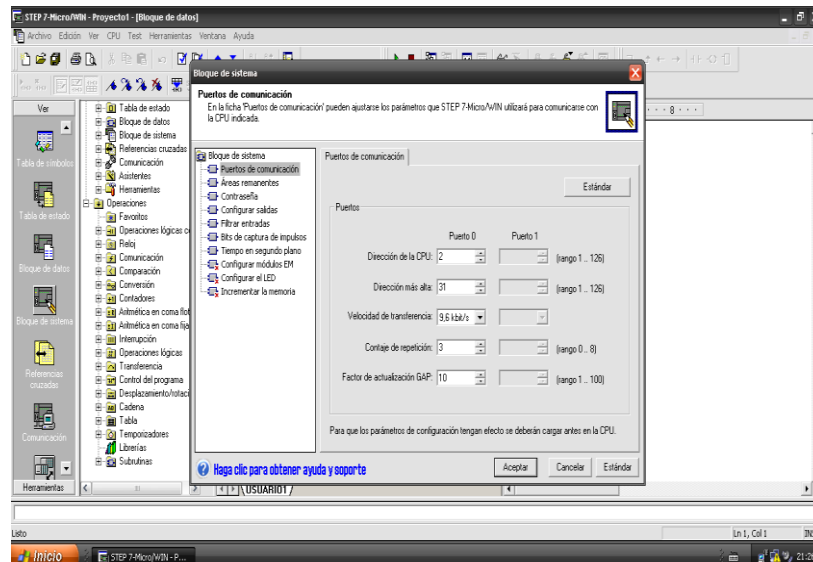


Figura 2.25. Configuración de puertos de comunicación

## f. Configuración utilizando el cable PC/PPI

Aquí se explica cómo configurar la comunicación entre la CPU S7-200 y el PC utilizando el cable PC/PPI. Esta es una configuración con un solo maestro y sin ningún otro equipo de hardware instalado (como por ejemplo, un módem o una unidad de programación).

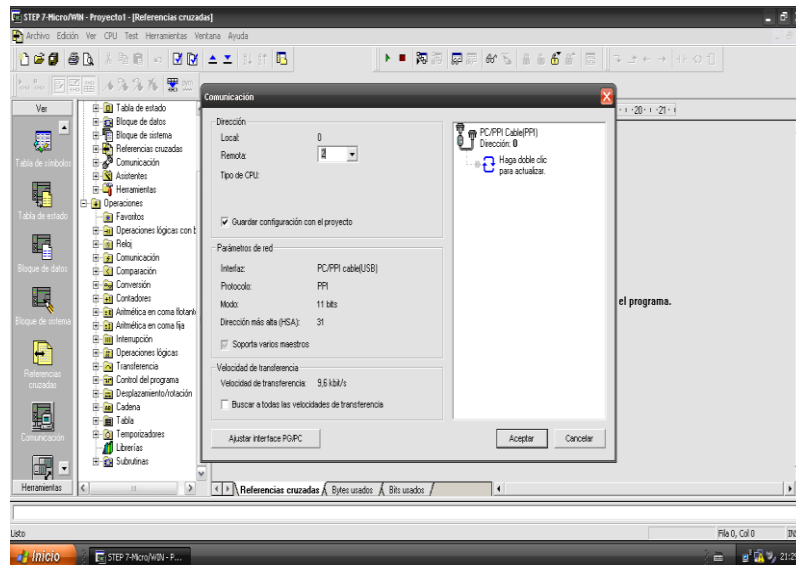


Fig. 2.26. Configuración utilizando el cable PC/PPI

## g. Ajuste de interface PG/PC

Para el ajuste de la interface del PLC con el CPU los parámetros de la red como son la interfaz, protocolo, modo y dirección más alta (HSA)

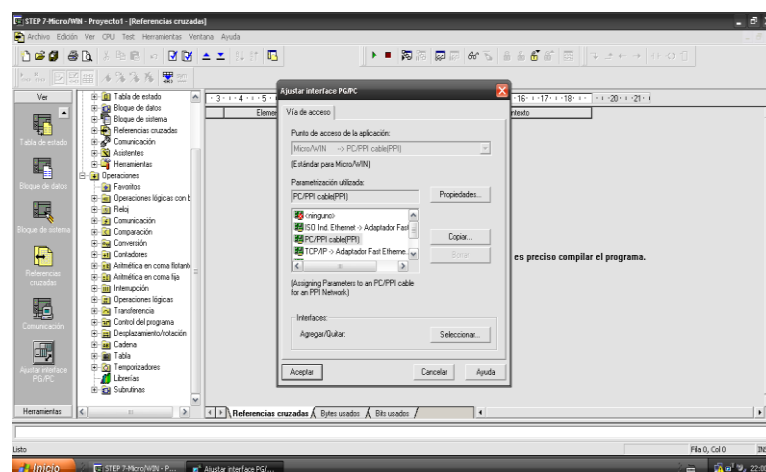


Figura.2.27. Ajuste de interface PG/PC

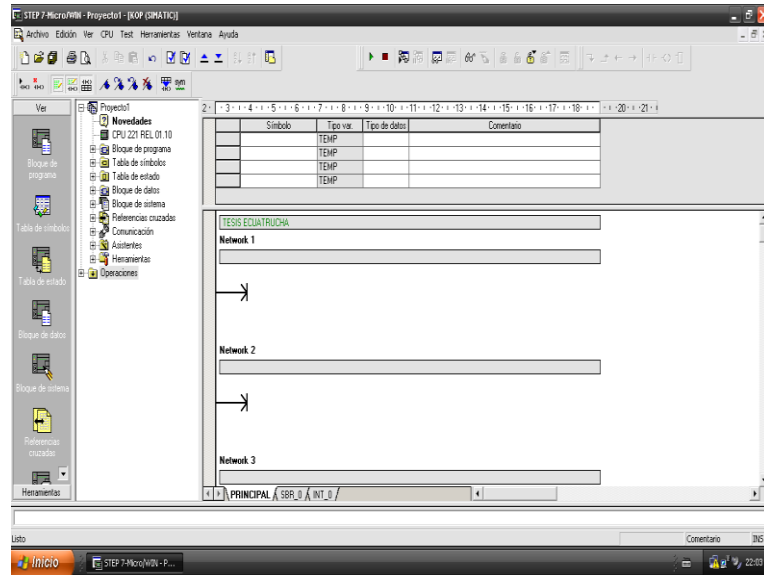


Figura 2.28 Pantalla de programación de MicroWin

## h. Programación del plc s7200

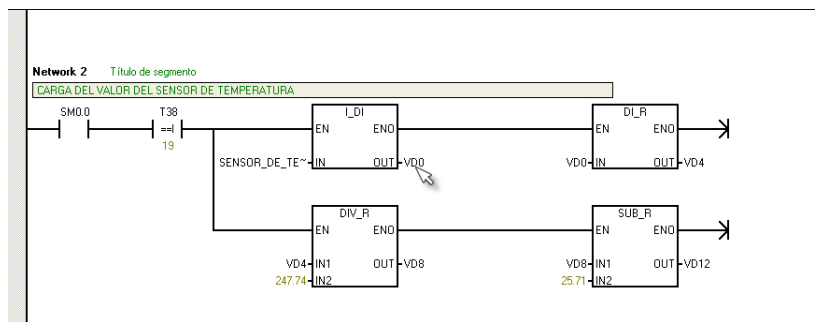


Figura.2.29 Programación en Micro/Win temperatura

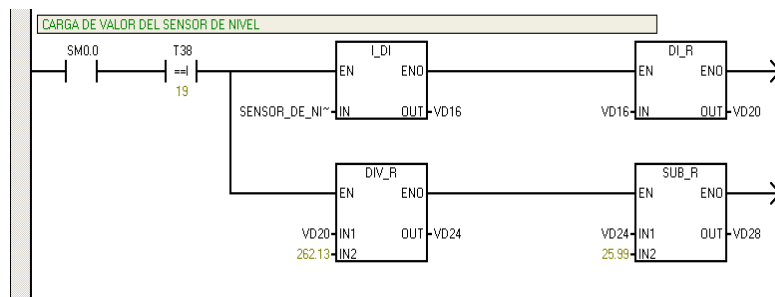


Figura.2.30. Programación en Micro/Win del nivel del agua

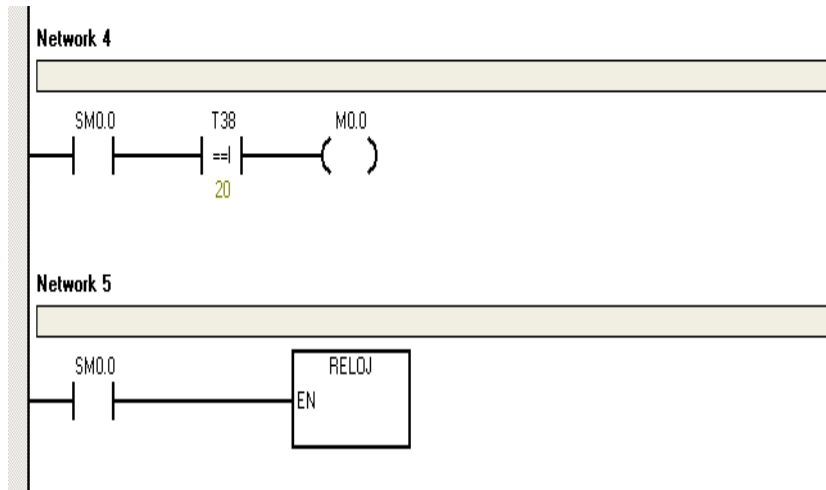


Figura.2.31 Programación tiempo de lectura de datos de nivel y temperatura

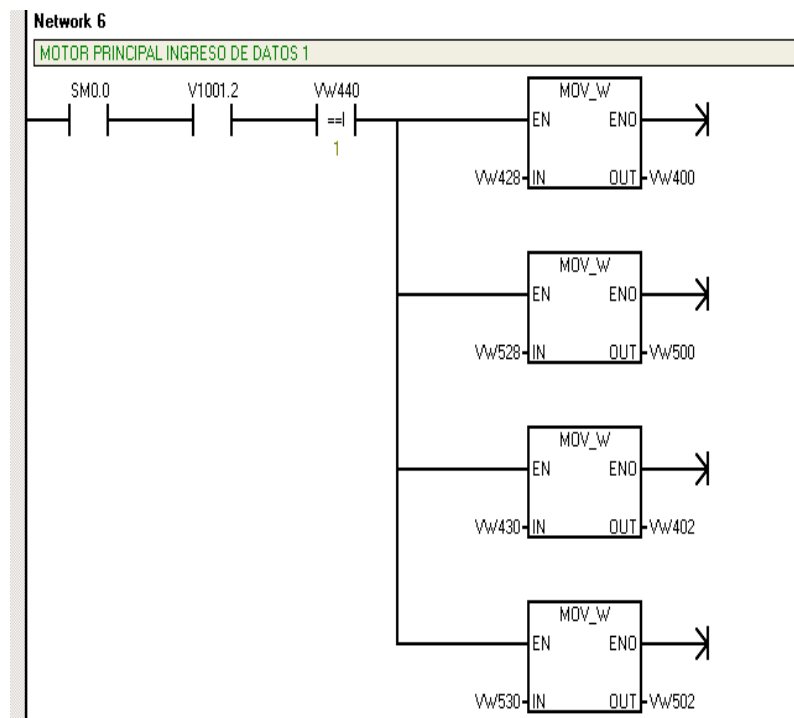


Figura.2.32. Programación motor principal ingreso de datos 1

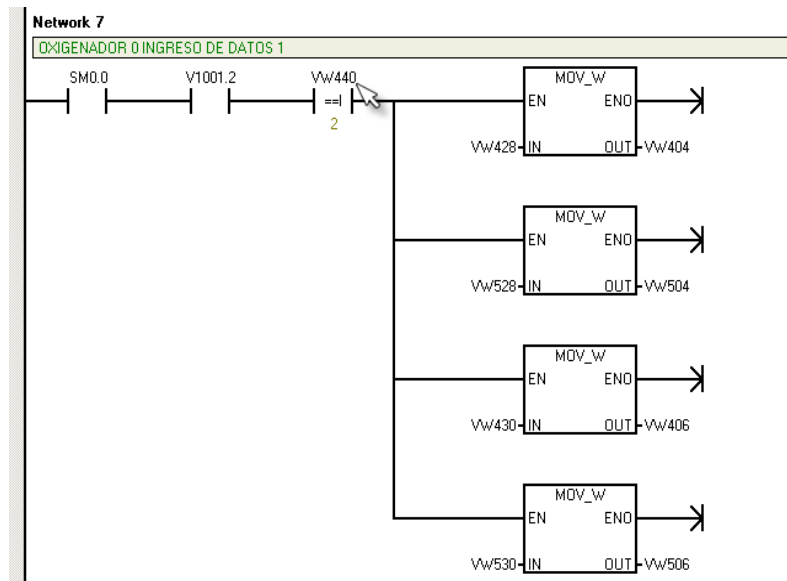


Figura.2.33 Programación oxigenador 0 ingreso de datos 1

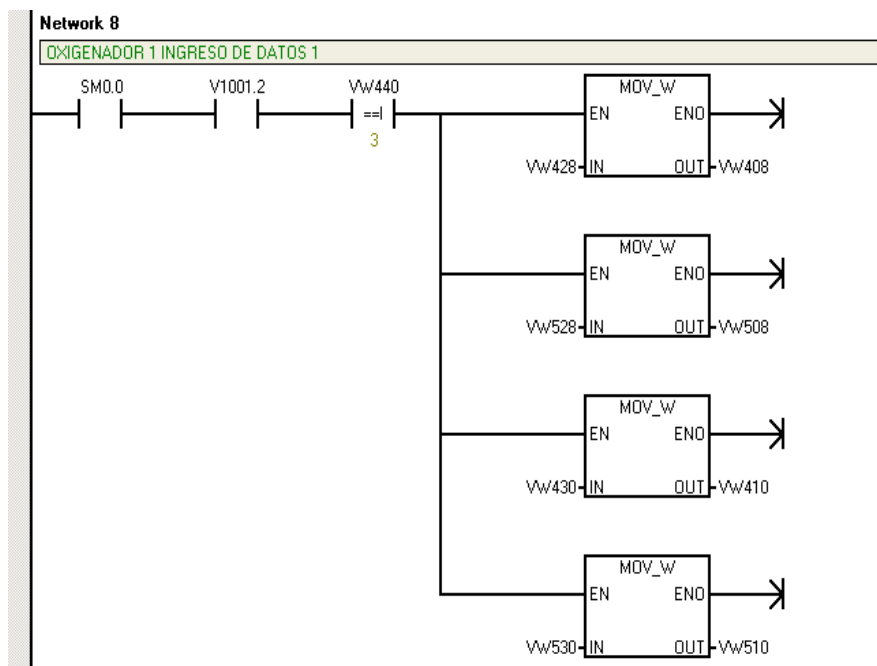


Figura.2.34 Programación oxigenador 1 ingreso de datos 1



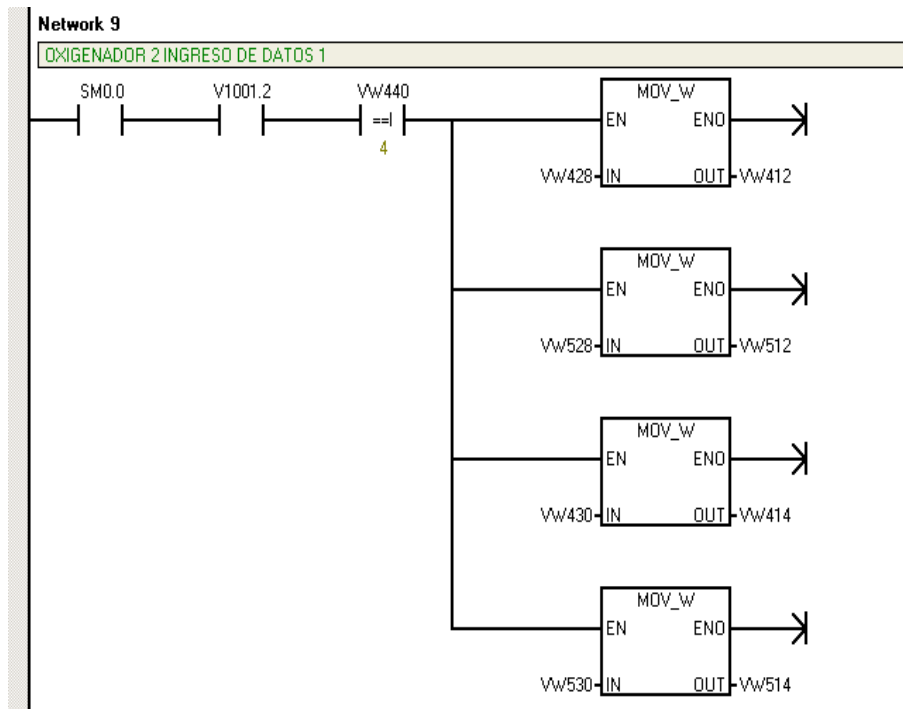


Figura 2.35 Programación oxigenador 2 ingreso de datos 1

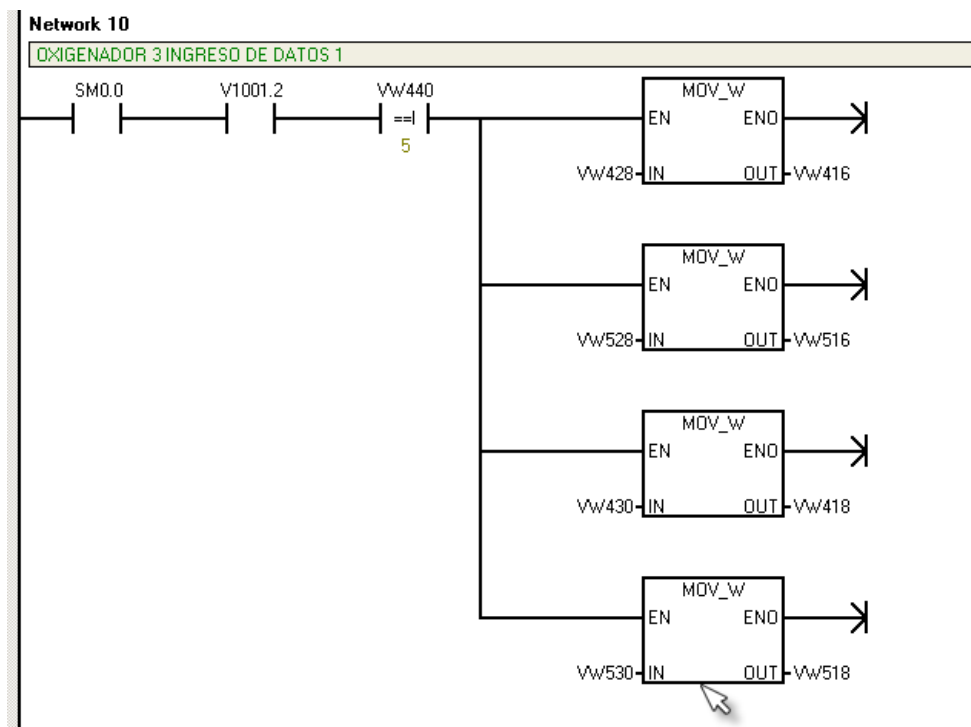


Figura 2.36 Programación oxigenador 3 ingreso de datos 1

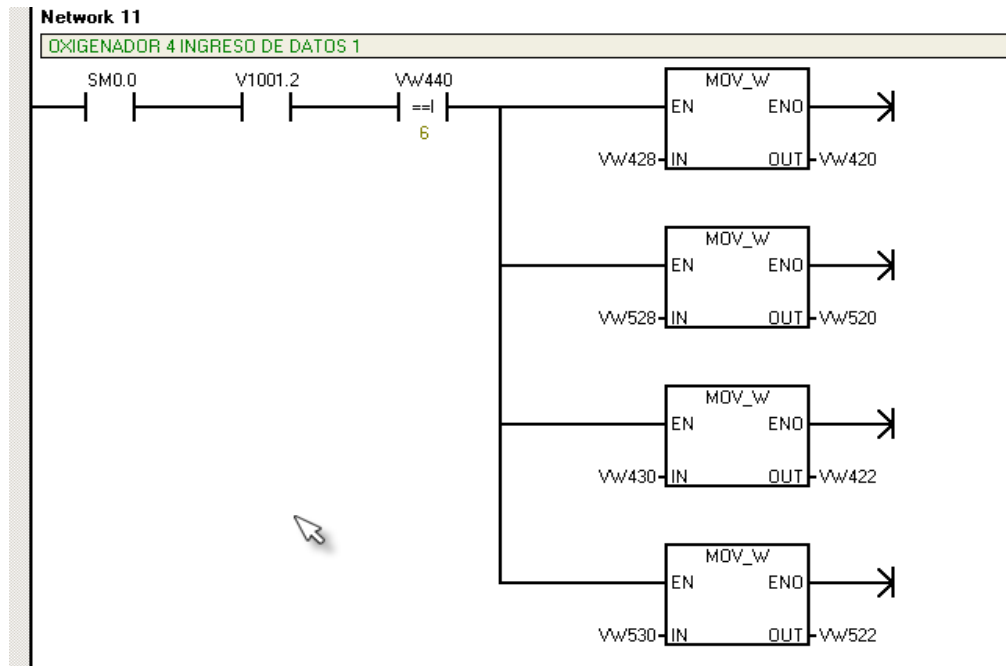


Figura. 2.37 Programación oxigenador 4 ingreso de datos 1

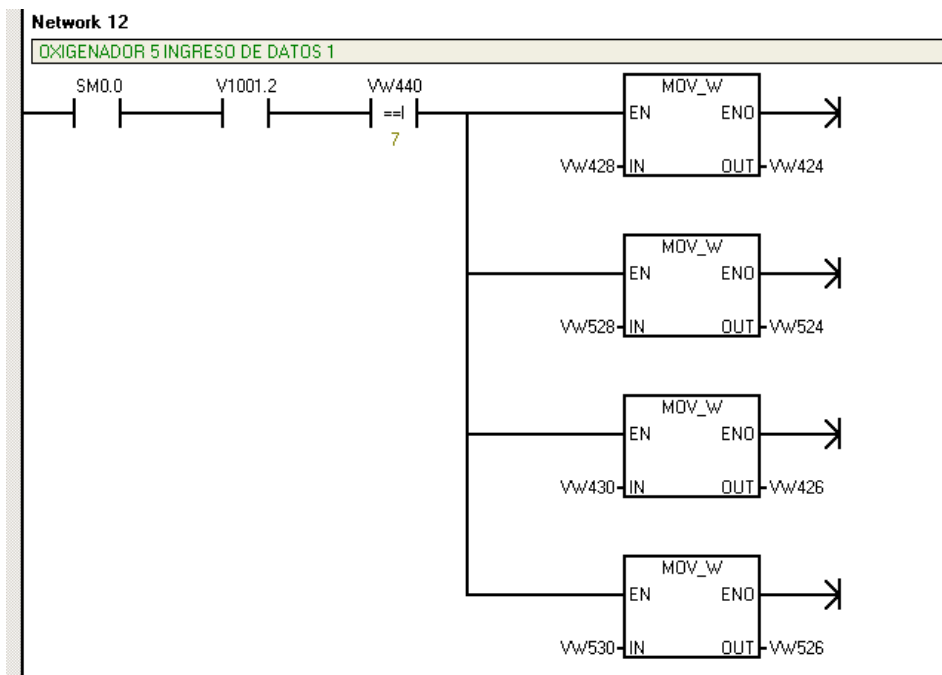


Figura.2.38. Programación del oxigenador 5 ingreso de datos 1

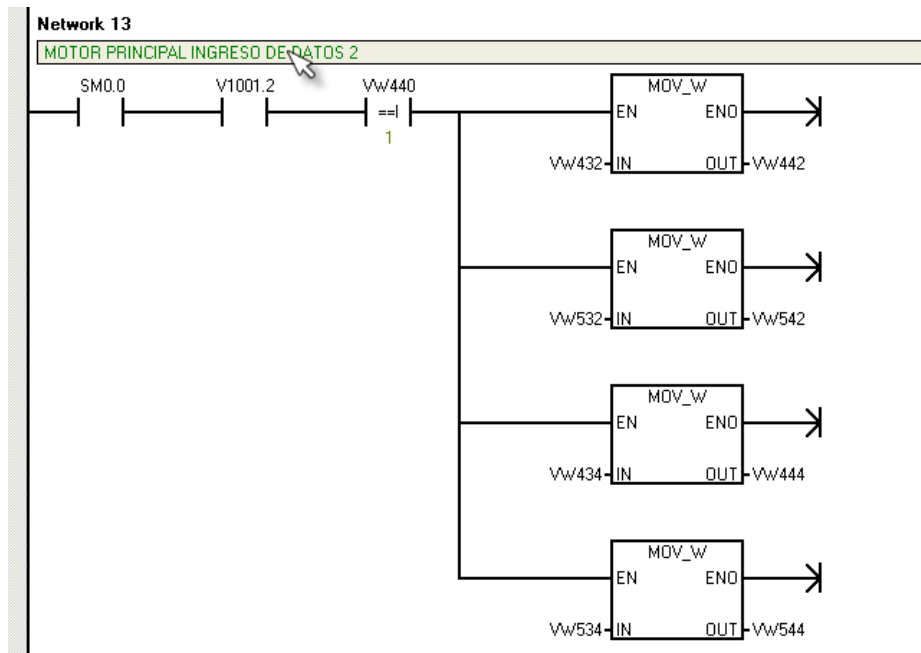


Figura. 2.39. Programación del motor principal ingreso de datos 2

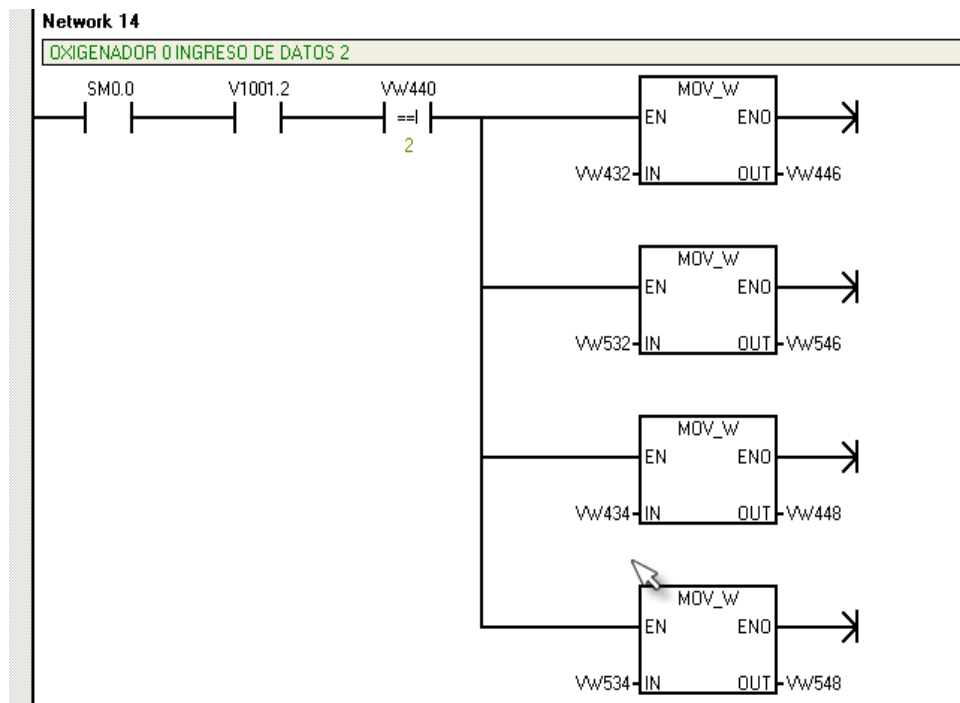


Figura.2.40. Programación del oxigenador 0 ingreso de datos 2

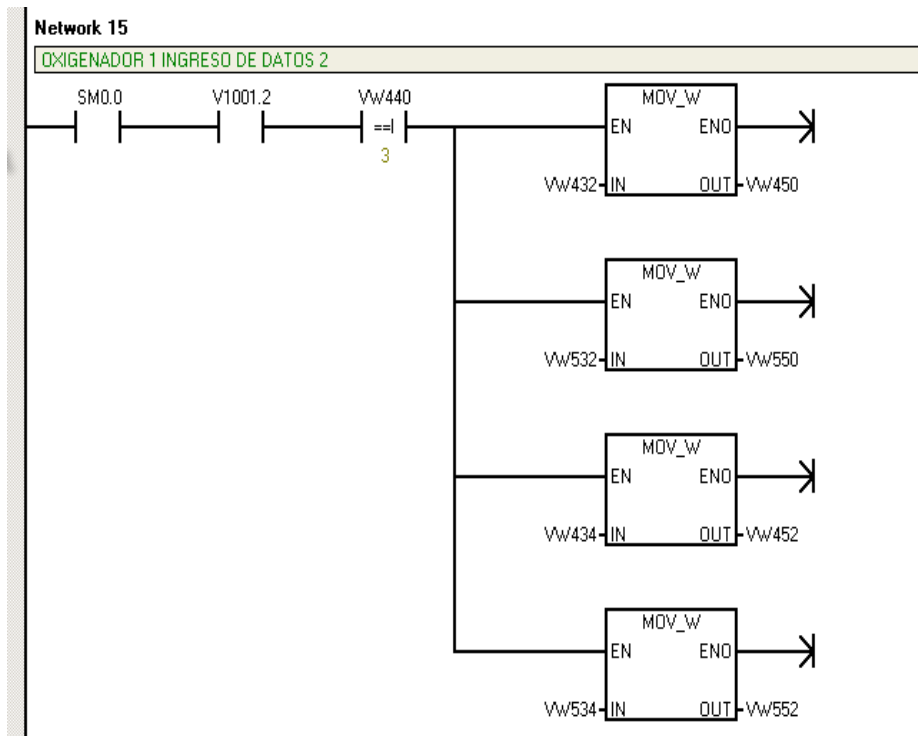


Figura 2.41. Programación del oxigenador 1 ingreso de datos 2

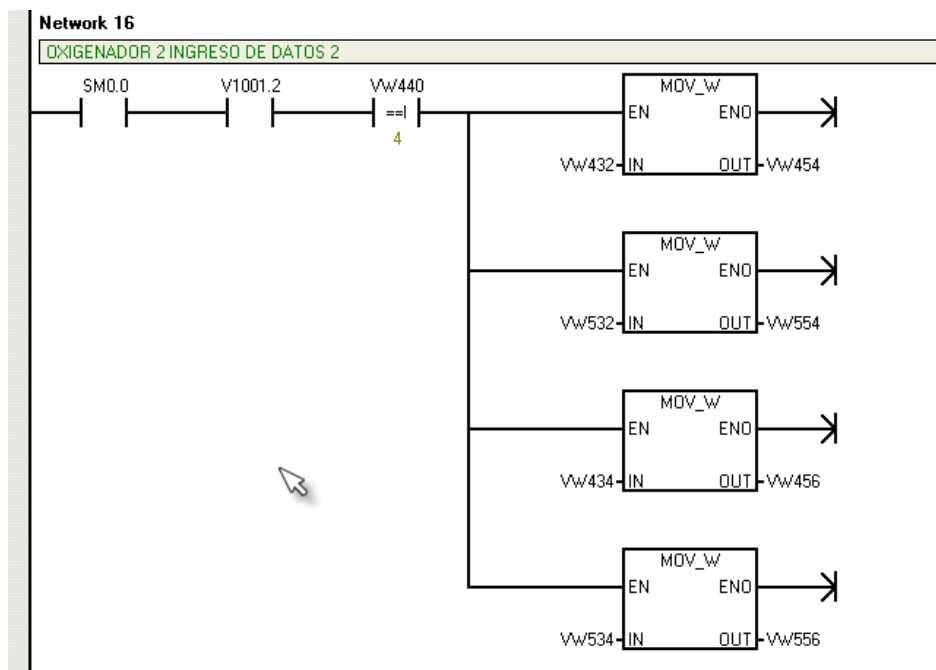


Figura 2.42. Programación del oxigenador 2 ingreso de datos 2

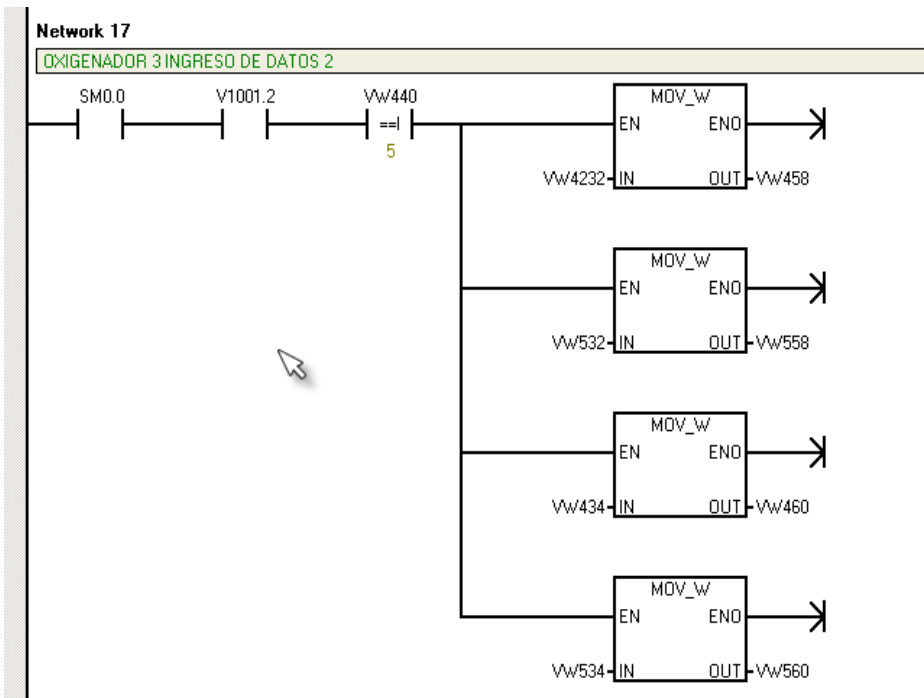


Figura 2.43. Programación del oxigenador 3 ingreso de datos 2

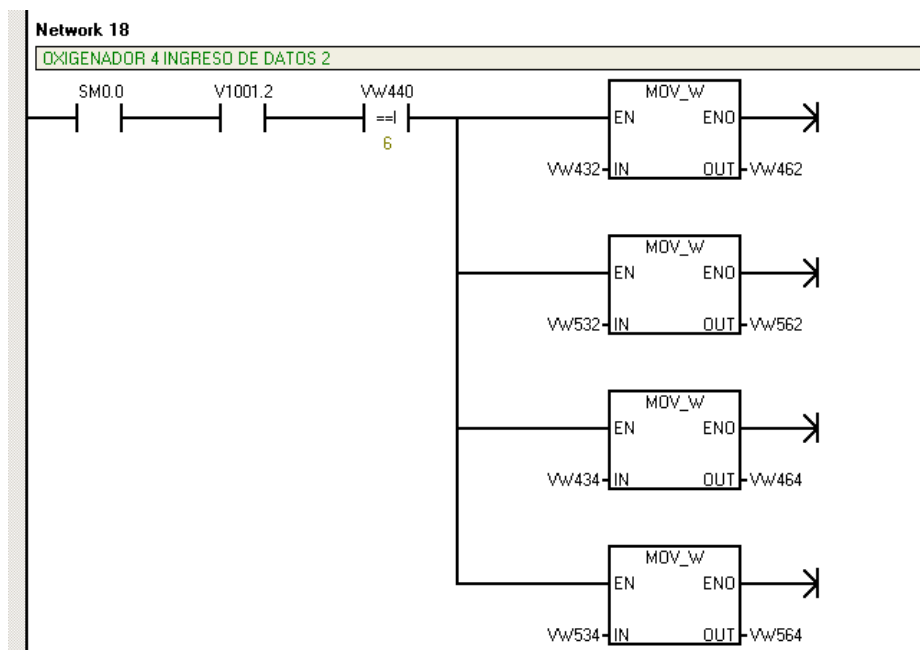


Figura 2.44. Programación del oxigenador 4 ingreso de datos 2

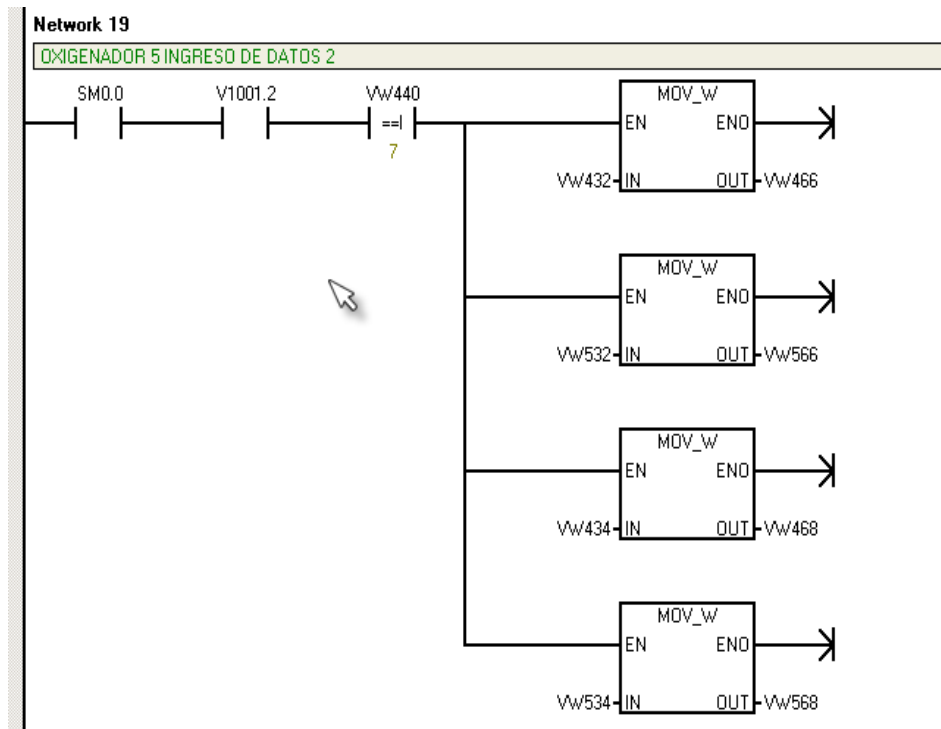


Figura 2.45. Programación del oxigenador 5 ingreso de datos 2

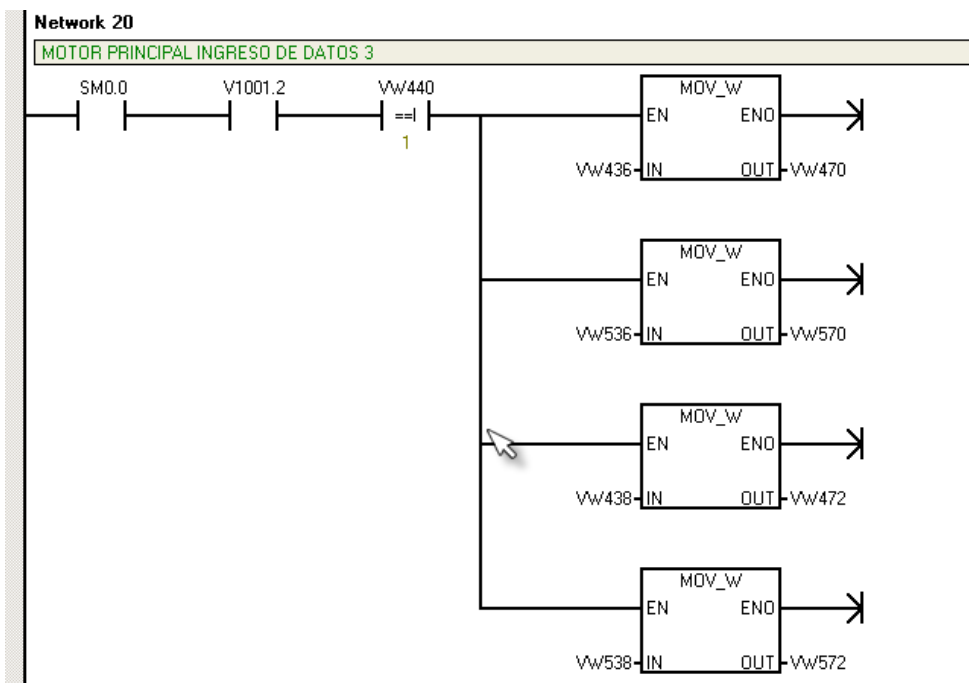


Figura 2.46. Programación del motor principal ingreso de datos 3

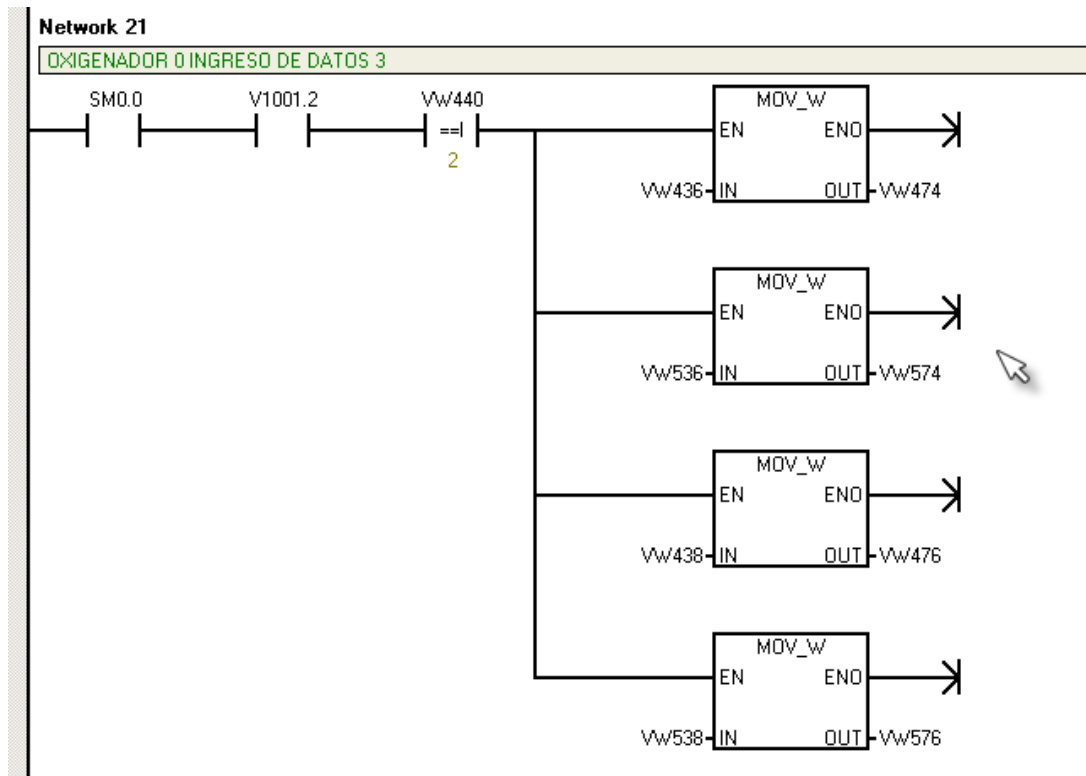


Figura 2.47. Programación del oxigenador 0 ingreso de datos 3

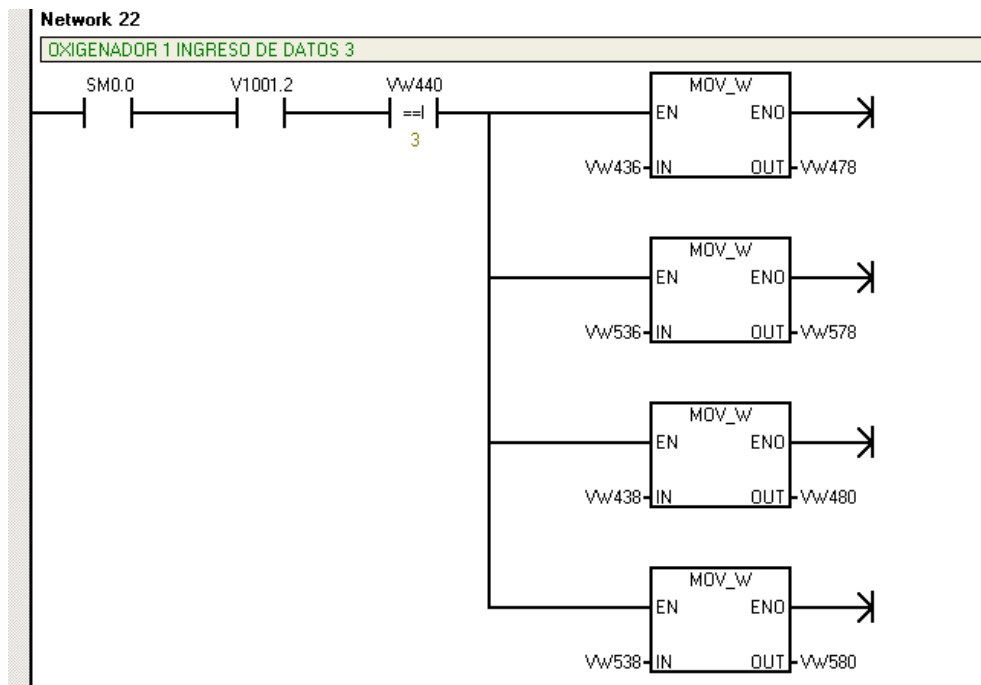


Figura 2.48. Programación del oxigenador 1 ingreso de datos 3

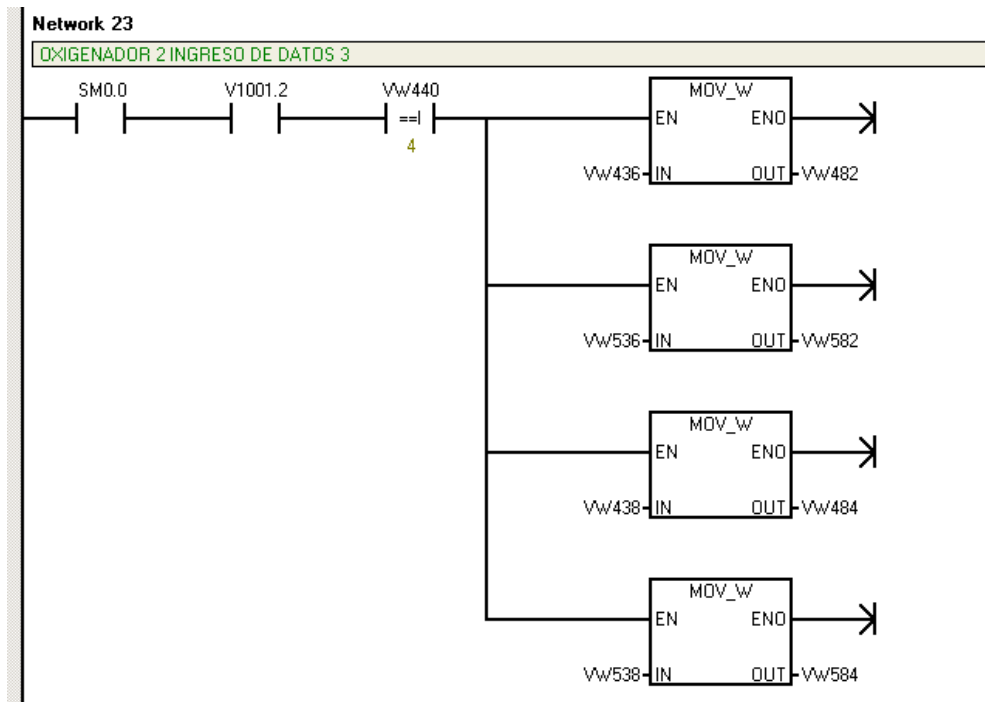


Figura 2.49. Programación del oxigenador 2 ingreso de datos 3

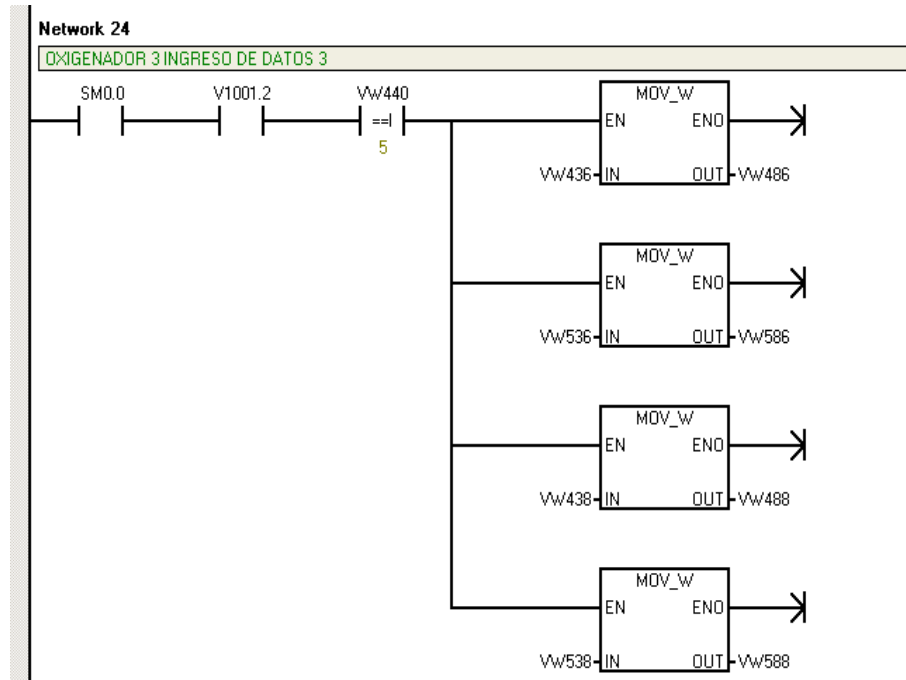


Figura 2.50. Programación del oxigenador 3 ingreso de datos 3



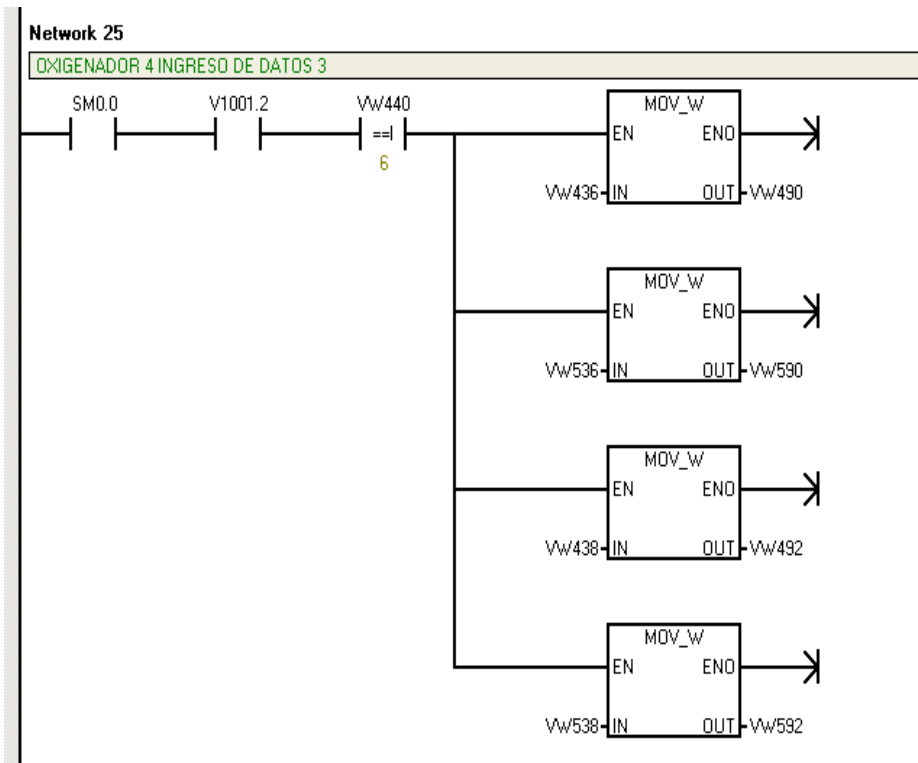


Figura 2.51. Programación del oxigenador 4 ingreso de datos 3

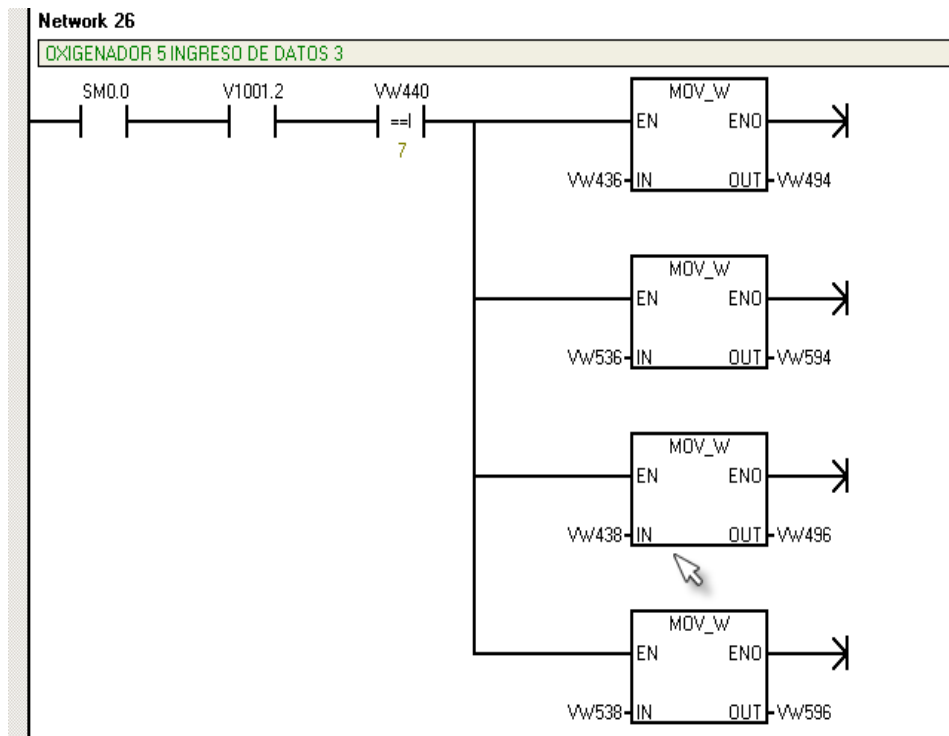


Figura 2.52. Programación del oxigenador 5 ingreso de datos 3

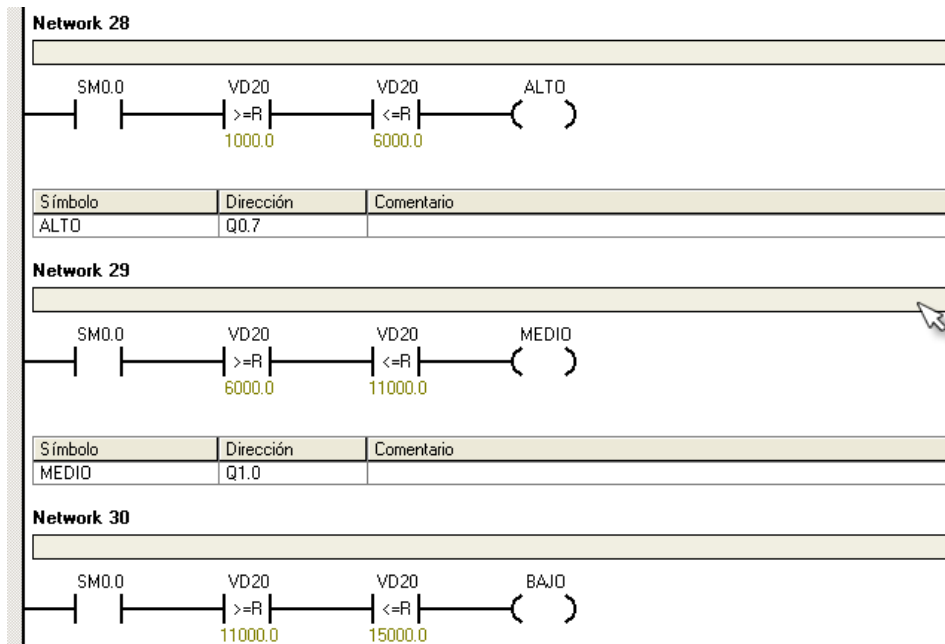


Figura 2.53. Programación comparación niveles altos medios y bajos.

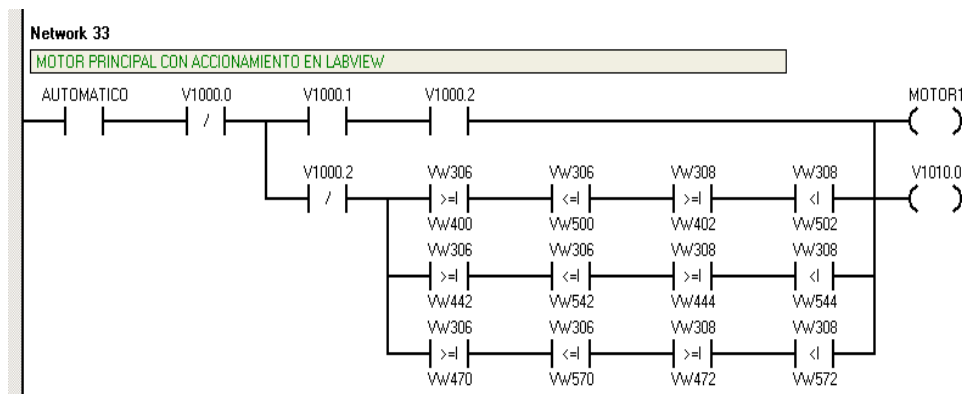


Figura. 2.54. Programación accionamiento en LabVIEW motor principal

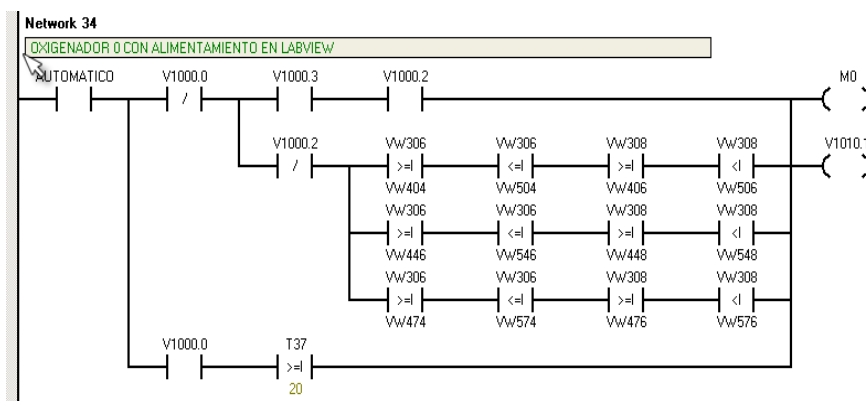


Figura. 2.55. Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 0

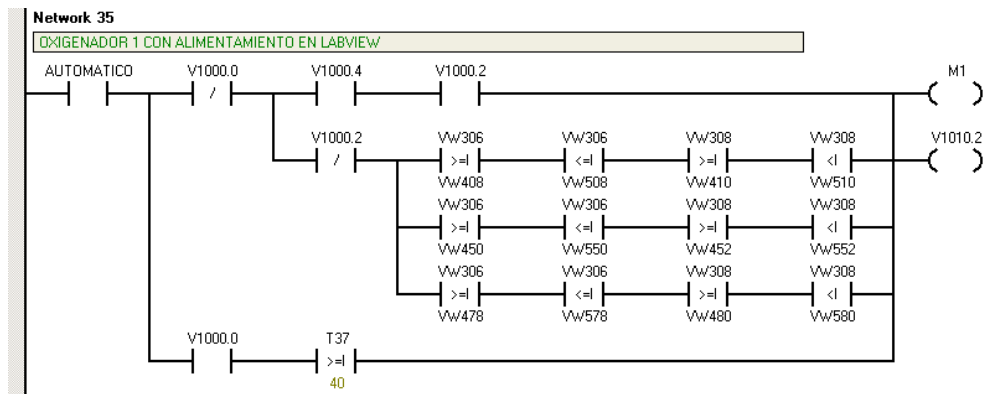


Figura. 2.56. Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 1

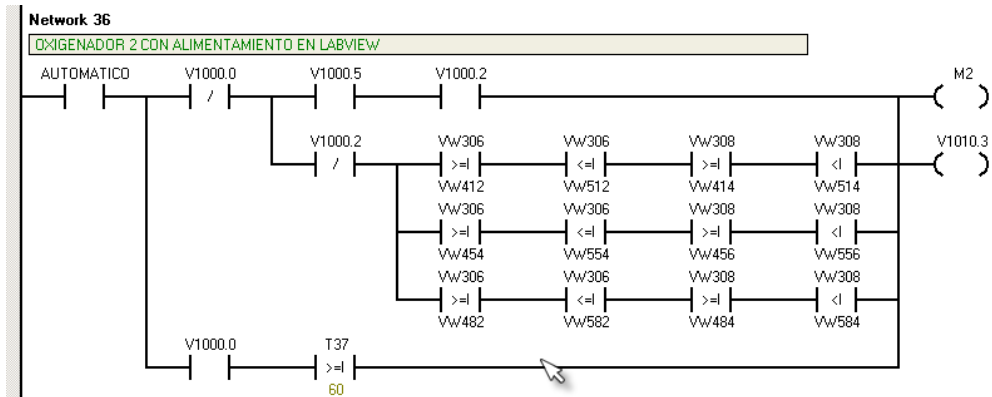


Figura. 2.57. Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 2

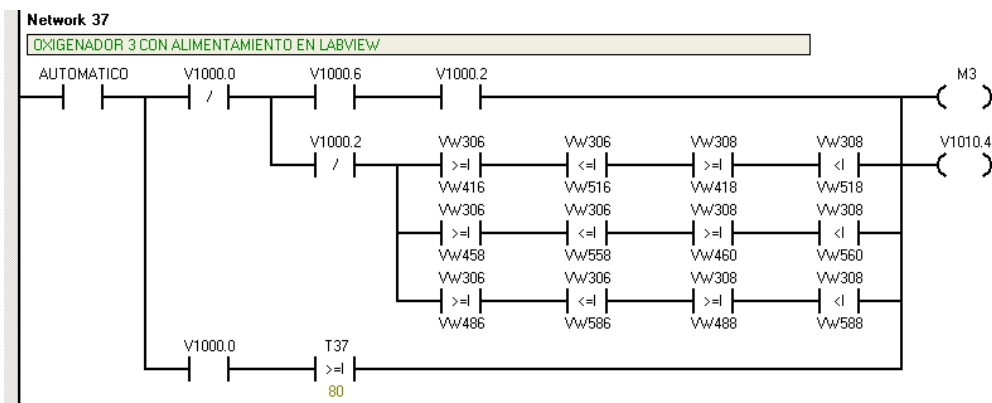


Figura. 2.58. Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 3

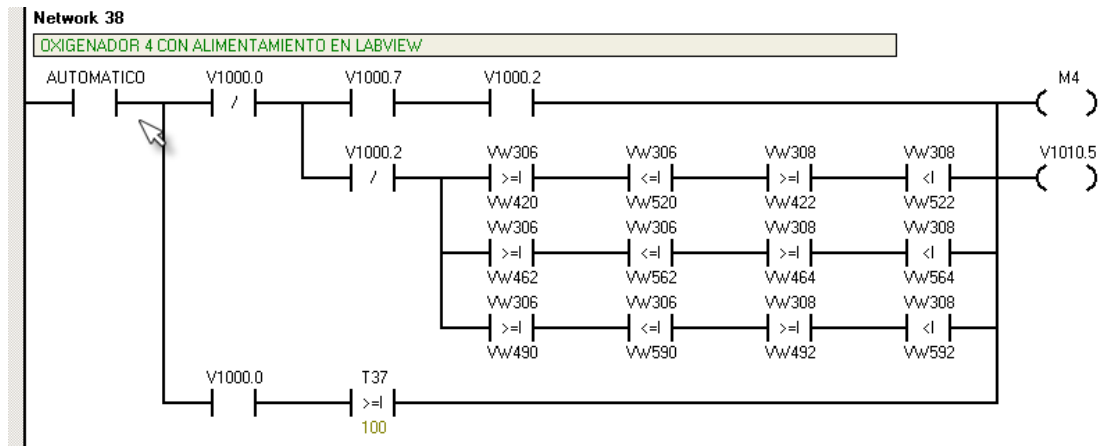


Figura. 2.59. Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 4

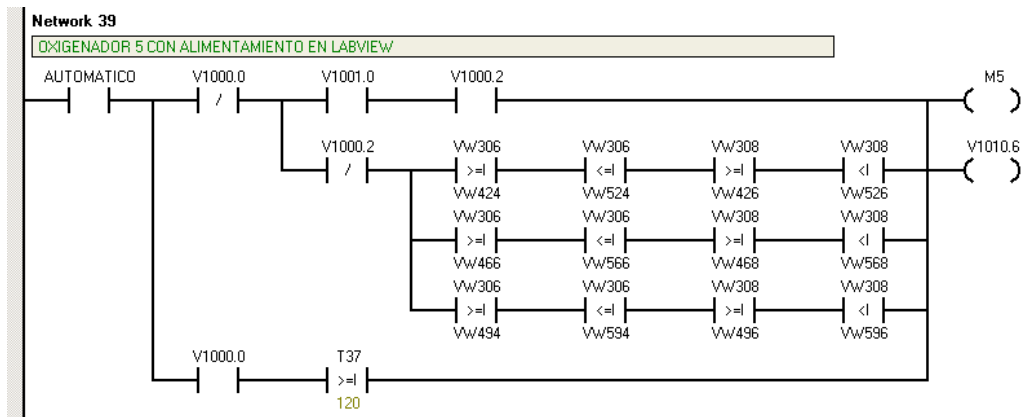


Figura. 2.60. Programación accionamiento en LabVIEW oxigenador 5

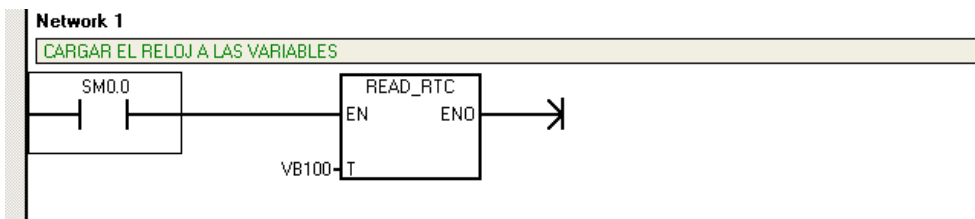


Figura. 2.61. Programación cargar reloj a variables

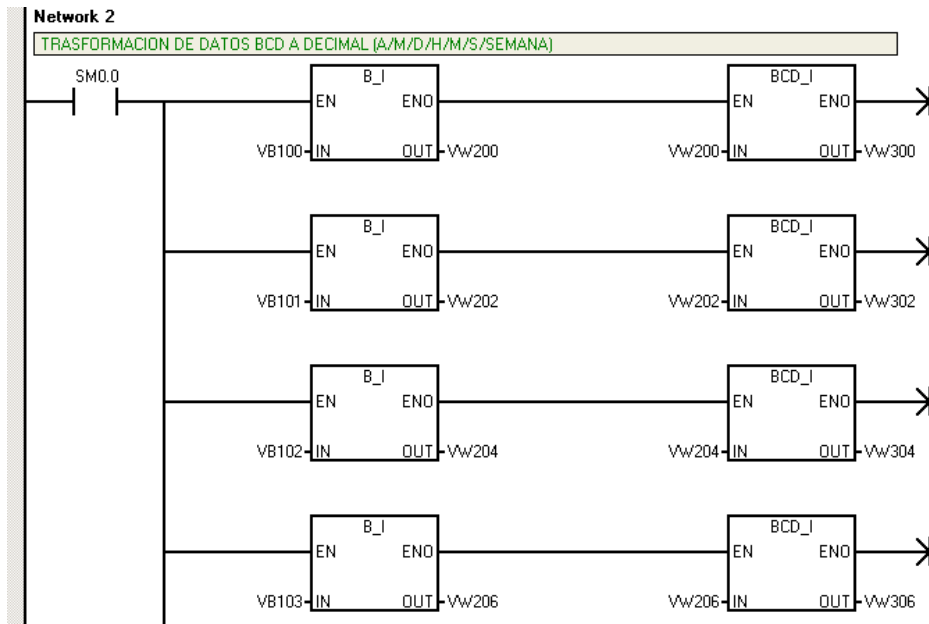


Figura. 2.62. Transformación de datos bcd a decimal (a/m/d/h/m/s/semana)

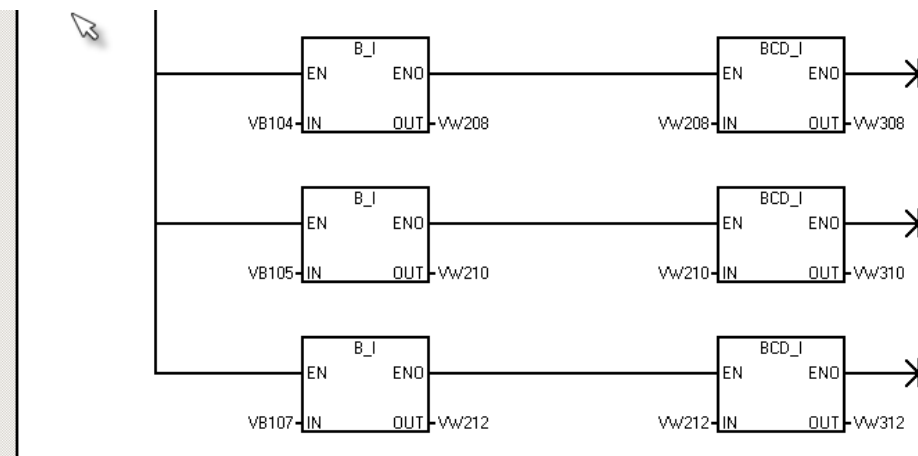


Figura. 2.63. Transformación de datos bcd a decimal (a/m/d/h/m/s/semana)

## 2.17 IMPLEMENTACIÓN DE LA PLATAFORMA DE MONITOREO

Para encontrar un entorno de visualización que permita interactuar entre el proceso que sucede y el operador es necesario contar con una interfaz de comunicación hombre/máquina o también conocido como HMI.

### 2.17.1 Programación en LabVIEW

El programa que se va a realizar a continuación está diseñado para cumplir con los requerimientos siguientes para la implementación del sistema:

- Monitoreo de la temperatura
- Monitoreo del nivel
- Control y activación de oxigenadores
- Control y activación de bomba principal
- Porcentaje de oxígeno
- Control de oxigenadores por intervalos de 3 tiempos
- Control de bomba principal por intervalos de 3 tiempos

### 2.17.2 Monitoreo de temperatura desde LabVIEW

Para el monitoreo de la temperatura en la LabVIEW se siguen los siguientes pasos.

1.-Al abrir LabVIEW se desprenderá la pantalla Getting Started como se visualiza en la figura 2.64.

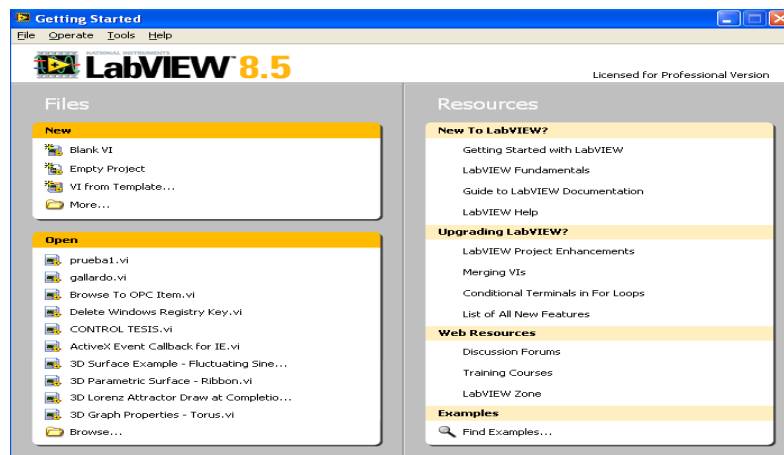


Figura.2.64. Pantalla de inicio en LabVIEW

2.-Luego va a la opción new y se da un clic en **Blank VI** y aparecerá la pantalla Fron panel como podemos apreciar en la figura 2.65

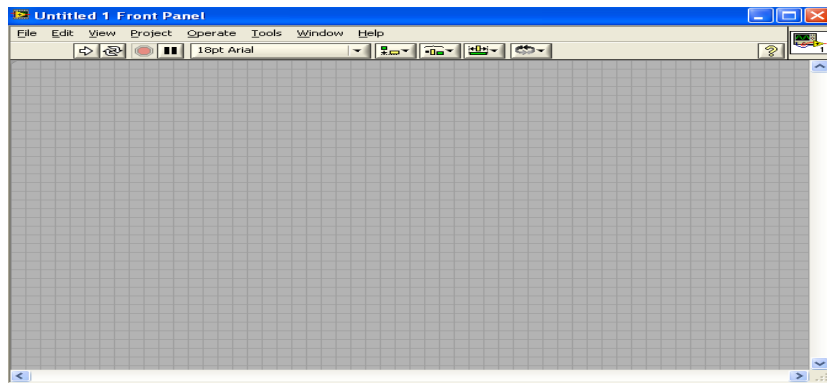


Figura.2.65. Fron Panel en LabVIEW

3.- Luego damos clic derecho en la pantalla de fron panel y se desplegará una selección de **controls** y seleccionamos la opción **Num Inds** y elegimos **thermometer**, como podemos observar en la figura 2.66

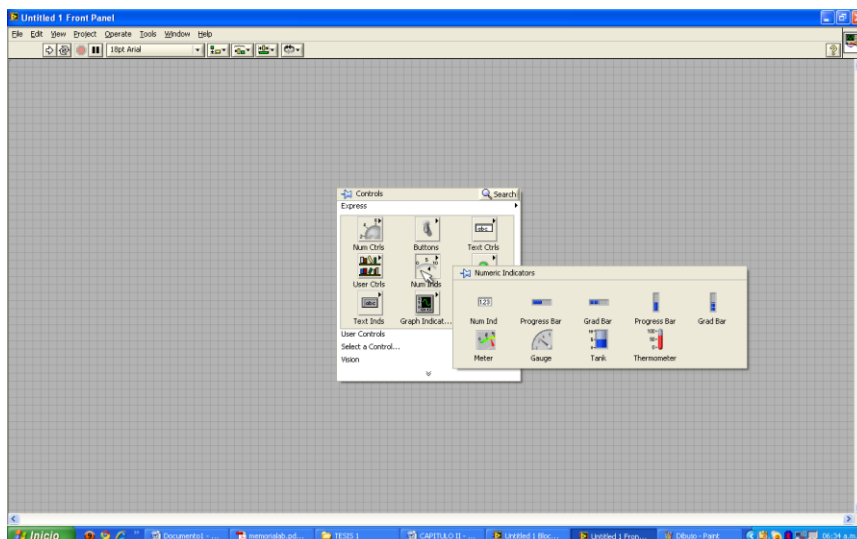


Figura.2.66. Selección de controladores

4.- Luego de haber seleccionado thermometer damos clic derecho y poseionamos en la opción **properties** esto se observa claramente en la figura 2.67 la selección de una gama de controladores.

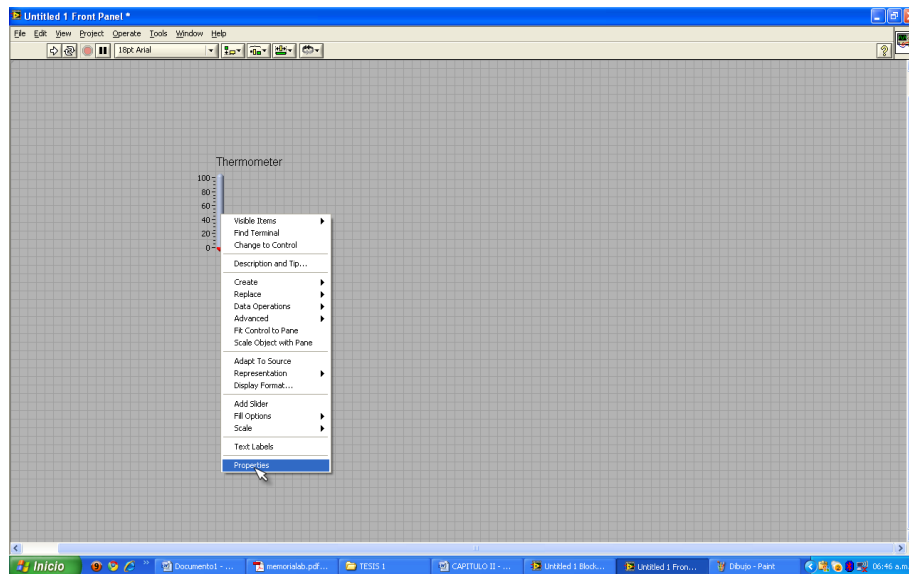


Figura. 2.67 Selección del controlador *thermomete*

5.- Luego de abrir la opción de properties damos clic y se aparecerá un cuadro *slide properties* y se posesiona en la opción *data Binding/* a data binding selection y elige data socket como se visualiza en la figura 2.68

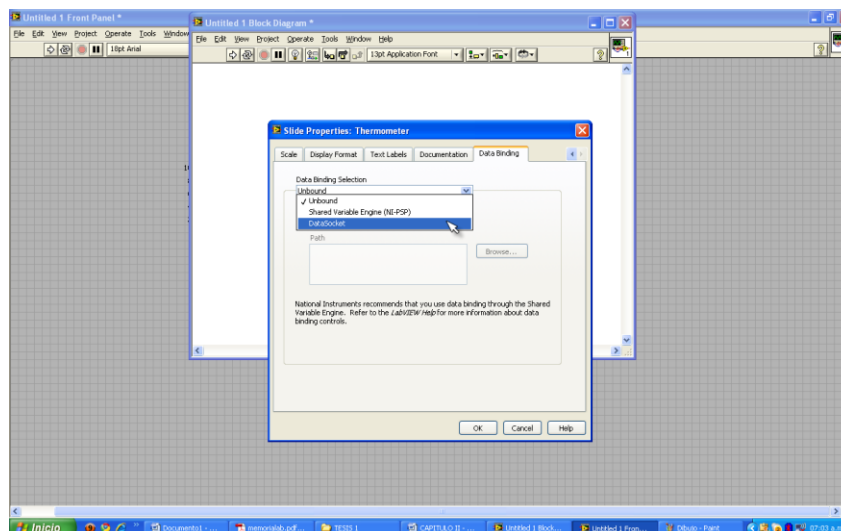


Figura.2.68 .Propiedades del controlador *thermomete*

6.- Luego en la misma ventana se selecciona si se quiere escribir o leer el dato, en la figura 2.69 se observa el Read only, Write only, Read/Write. Y selecciona Read/Write



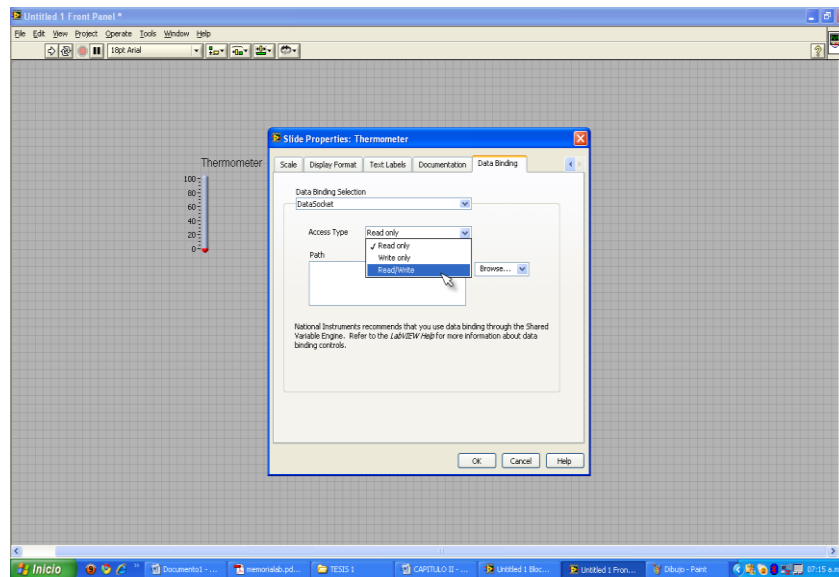


Figura. 2.69. Selección de leer o escribir el controlador

7.- Por último se selecciona a donde vamos a ubicar el gráfico en las opciones de Browse, DSTP server, File system en donde la figura se direcciona hacia el servidor DSTP server como se aprecia en la figura 2.70 direccionando al controlador.

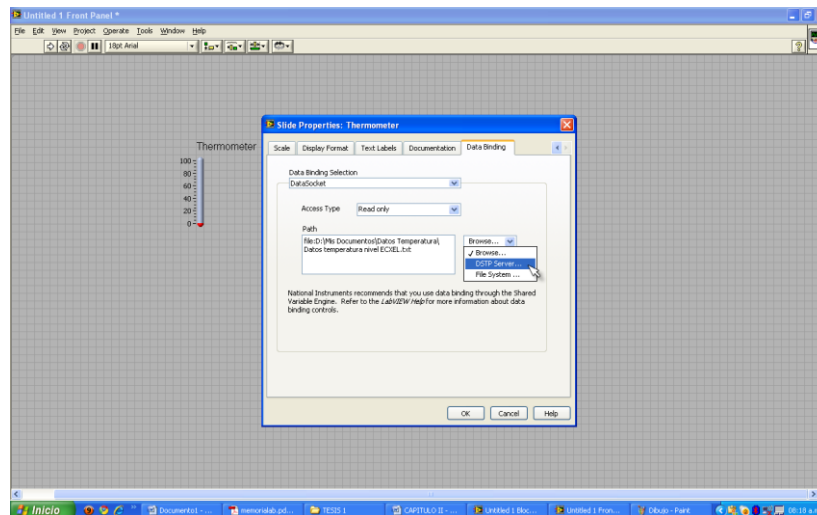


Figura.2.70.Direccionamiento de nuestro controlador.

8.- Luego de haber seleccionado DSTP Server aparecerá una pantalla en las opciones del servidor en la figura 2.71 se muestra que en este caso es el S7200.OPC Server, luego se da un clic y se desprenderá una carpeta con el nombre de Microwin.

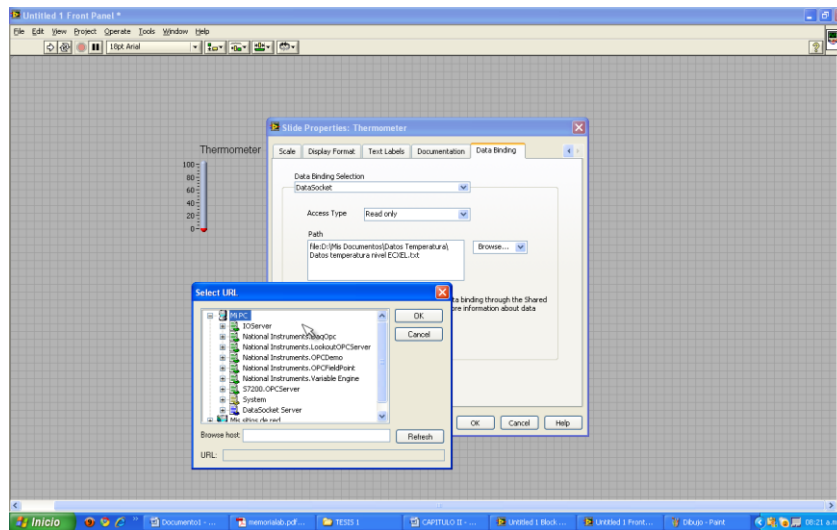


Figura.2.71. Selección de carpeta para direccionamiento en PC.

9.- Luego se da un clic en la carpeta de MicroWin y mostrara el nombre con el que se designo al plc, en este caso se llamara PLC1 y al dar un clic en él se desplegara un sinnúmero de ítems de las diferentes variables o comandos que mandemos a direccionar, y damos un clic en OK para mandar a guardar la configuración y el termómetro estará listo para leer la temperatura que fue creada en el plc S7200 PC Access en la figura 2.72 se aprecia los ítems creados en PC para su respectivo direccionamiento.

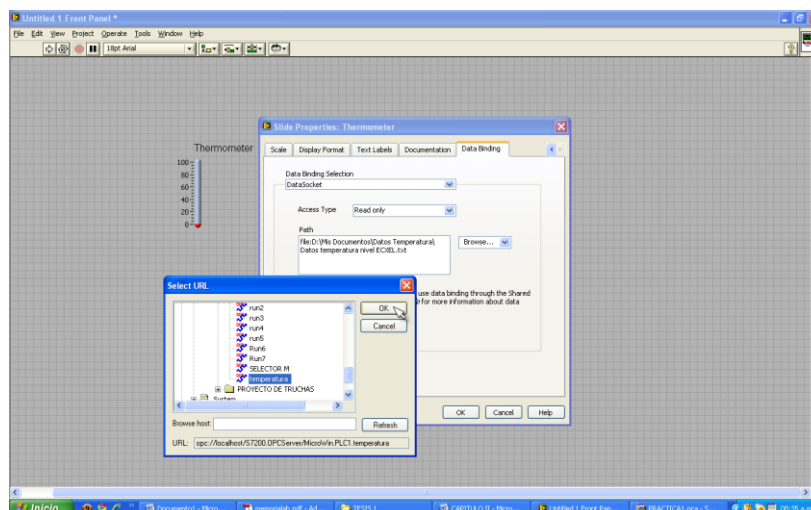


Figura.2.72. Ítems creados en PC para direccionar *thermomete*

Luego que se realizo paso a paso como programar la variable de la temperatura del agua, y se procede a realizar lo mismo con el nivel del agua, y los comandos para la activación de cada uno de los oxigenadores y el motor principal, del sistema como se puede mirar en la figura 2.73.

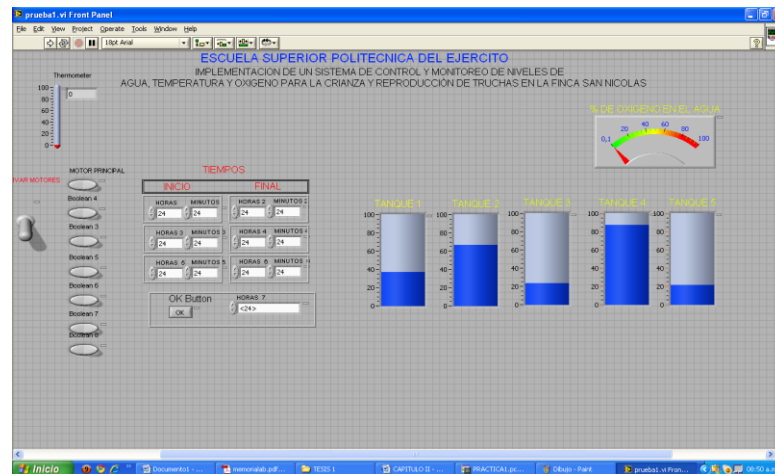


Figura.2.73 Pantalla de visualización de control y monitoreo del sistema

### 2.17.3 Implementación y desarrollo del protocolo de comunicación en PC ACEESS

1. Haga clic con el botón derecho del ratón en el icono del punto de acceso "MicroWin" y elija el comando del menú contextual **Interface PG/PC** como se observa en la figura 2.74 (o bien, seleccione el objeto y elija el comando del menú principal **E**stado > **I**nterface PG/PC).

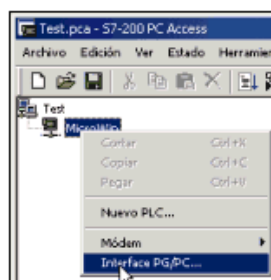


Figura. 2.74. Interface PG/PC

2.- Para configurar PPI el protocolo de comunicación, seleccione **PC/PPI cable (PPI)** y haga clic en el botón "Propiedades" del cuadro de diálogo "Ajustar interface PG/PC" véase en la figura siguiente 2.75 el ajuste de la interface

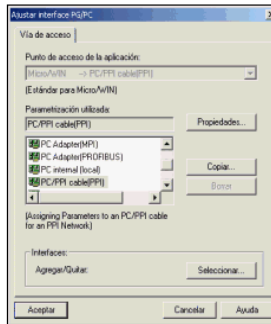


Figura. 2.75. Ajuste de interface PG/PC

3.- Seleccione la dirección de estación de S7-200 PC Access la velocidad de transferencia de S7-200 PC Access y de un clic en aceptar para guardar la configuración deseada como se muestra en la figura 2.76



Figura. 2.76. Ajuste de velocidad de comunicación entre la PG/PC

#### 2.17.4 Implantación de desarrollo leer datos desde LabVIEW a excel

1.- Crear nuestro programa en vi (Black Diagram) con los siguientes controles, operadores, lectores en nuestra pantalla.

- Control/Text Control/ File Path Ctrl
- Open/Create/ Replace File
- Formato Into String
- Write to Text File
- Close file
- String
- Numeric Control
- Wait Until Next ms Multiple
- Stop

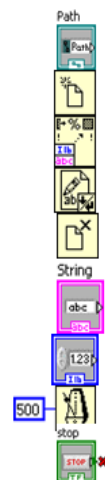


Figura 2.77 Programación en vi Black Diagram en LabVIEW

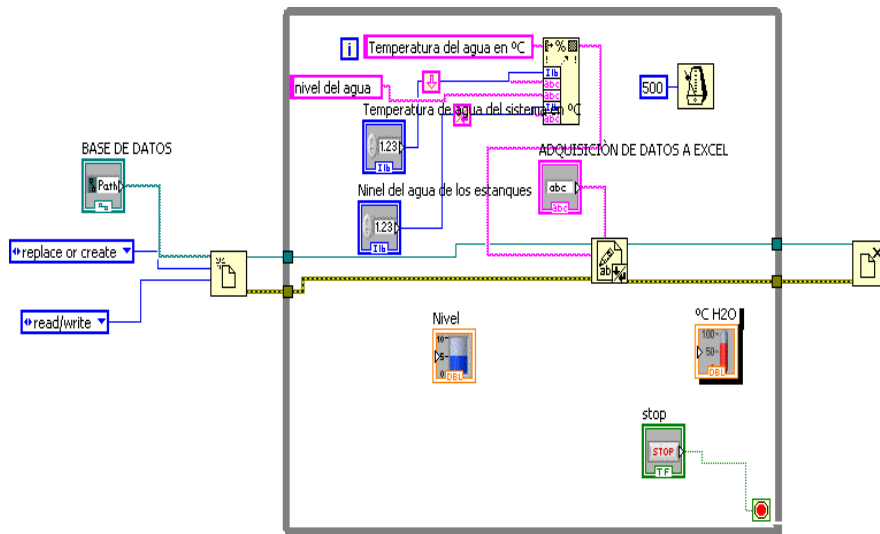


Figura. 2.77. a. Programación (Adquisición de datos en Excel)

2.- Se crea una carpeta en Mis/Documentos, en nuestro caso se llamara temperatura/Nivel.

3.- Luego de crear nuestra carpeta nos dirigimos a Inicio, todos los programas, accesorios y elegimos bloc de notas, y mandamos a guardar en nuestro caso con el nombre de datos como se aprecia en la figura 2.78

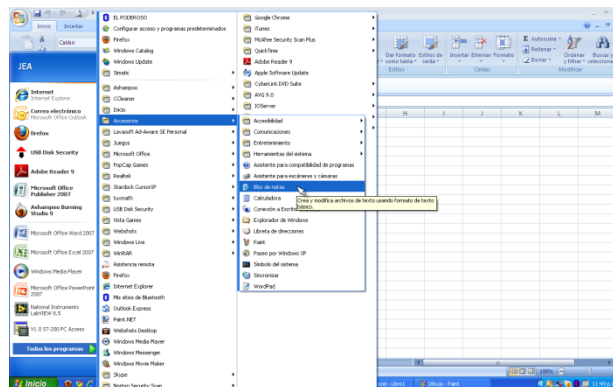


Figura.2.78 Creación carpeta bloc de notas

4.- Luego se ejecuta el programa el tiempo que sea necesario y los datos estarán ya siendo almacenados en nuestro Bloc de notas que viene a ser como nuestra base de datos, donde se almacenaran cada segundo hasta cuando se mande a parar nuestro Fron Panel como se visualiza en la figura 2.79.

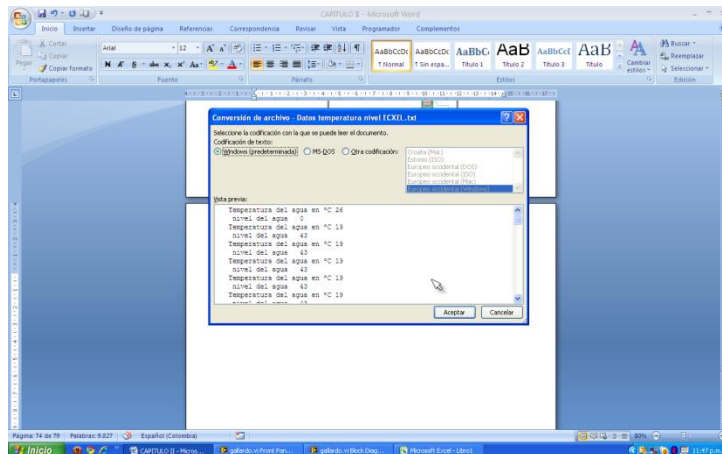


Figura.2.79. Conversión de archivos\_ Datos temperatura Numeric control

5.- Luego se abre Microsoft Excel, clic en la opción office y clic en abrir y luego abrir en la carpeta que se creó con el nombre de Datos temperatura nivel, inmediatamente se selecciona, todos los archivos y se abrirá, en la cual se nos aparecerá tres asistentes para importar texto un clic en siguiente como se miran en la figura 2.80.

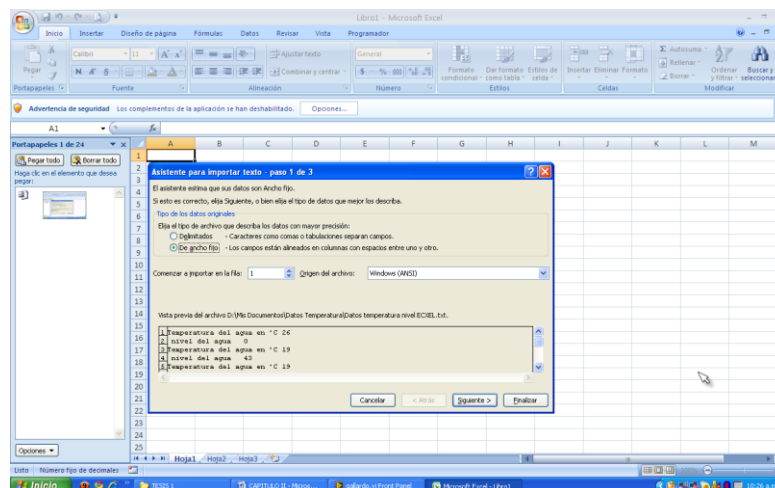


Figura.2.80 Asistente para importar texto-paso 1 de 3

6.-La siguiente figura 2.81 es de la pantalla que permite establecer el ancho de los campos (saltos de columna) de igual manera un clic en siguiente.

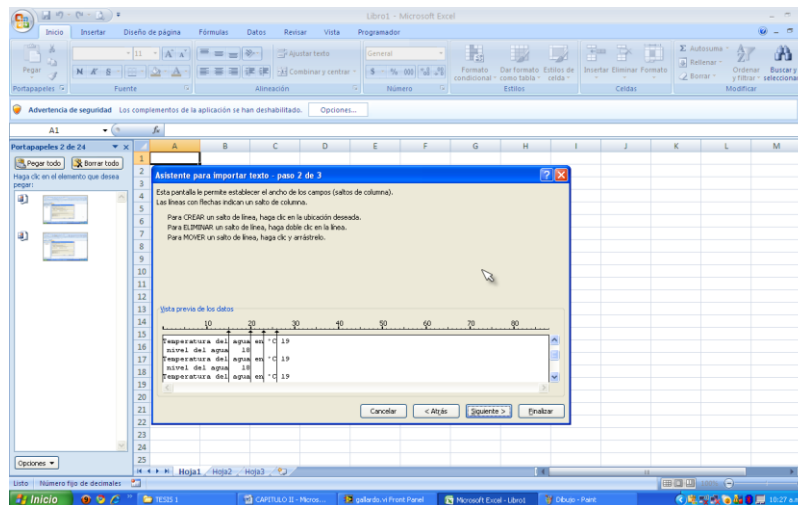


Figura.2.81 Asistente para importar texto pasó 2 de 3

7.- La siguiente pantalla es la última y está permite seleccionar cada columna y establecer el formato de los datos, la cual se da un clic en finalizar y se desplegarán los datos de nivel y temperatura en excel.

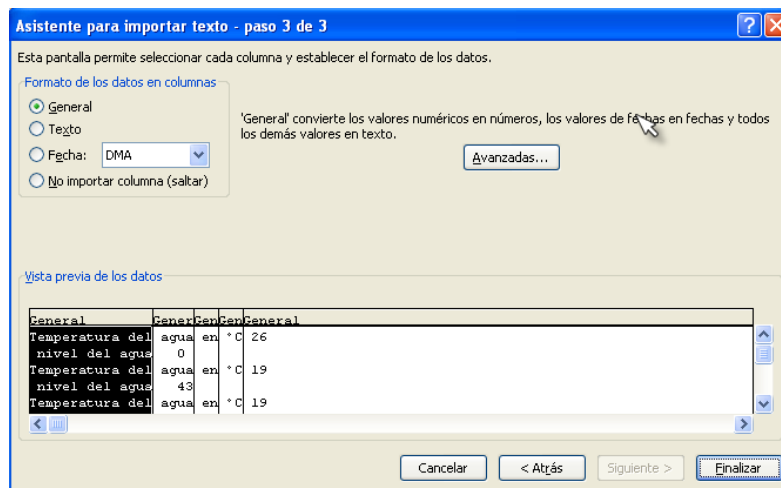
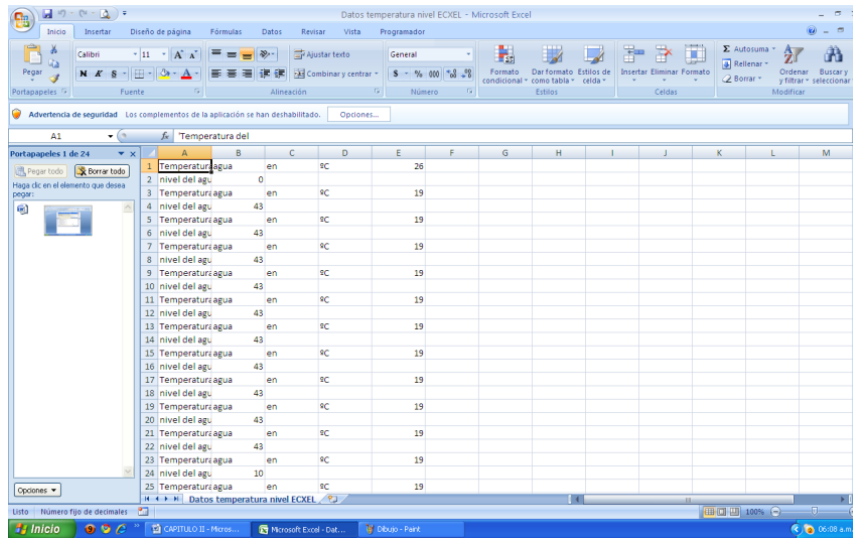


Figura.2. 82 Asistente para importar texto pasó 3 de 3

## 8.-Vizualización de datos en Excel.



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Datos temperatura nivel EXCEL - Microsoft Excel". The spreadsheet contains 25 rows of data. The first column (A) lists alternating "Temperatura agua" and "nivel del agu". The second column (B) lists "en" and "en". The third column (C) lists "9C" and "19". The fourth column (D) lists "26" and "19". The fifth column (E) is empty. The sixth column (F) is empty. The seventh column (G) is empty. The eighth column (H) is empty. The ninth column (I) is empty. The tenth column (J) is empty. The eleventh column (K) is empty. The twelfth column (L) is empty. The thirteenth column (M) is empty. The fourteenth column (N) is empty. The fifteenth column (O) is empty. The sixteenth column (P) is empty. The seventeenth column (Q) is empty. The eighteenth column (R) is empty. The nineteenth column (S) is empty. The twentieth column (T) is empty. The twenty-first column (U) is empty. The twenty-second column (V) is empty. The twenty-third column (W) is empty. The twenty-fourth column (X) is empty. The twenty-fifth column (Y) is empty. The twenty-sixth column (Z) is empty. The twenty-seventh column (AA) is empty. The twenty-eighth column (AB) is empty. The twenty-ninth column (AC) is empty. The thirtieth column (AD) is empty. The thirtieth row (25) has "Temperatura agua" in column A, "en" in column B, "9C" in column C, and "19" in column D.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Temperatura agua	en	9C	26									
2	nivel del agu	en	19	19									
3	Temperatura agua	en	9C	19									
4	nivel del agu	43	9C	19									
5	Temperatura agua	en	9C	19									
6	nivel del agu	43	9C	19									
7	Temperatura agua	en	9C	19									
8	nivel del agu	43	9C	19									
9	Temperatura agua	en	9C	19									
10	nivel del agu	43	9C	19									
11	Temperatura agua	en	9C	19									
12	nivel del agu	43	9C	19									
13	Temperatura agua	en	9C	19									
14	nivel del agu	43	9C	19									
15	Temperatura agua	en	9C	19									
16	nivel del agu	43	9C	19									
17	Temperatura agua	en	9C	19									
18	nivel del agu	43	9C	19									
19	Temperatura agua	en	9C	19									
20	nivel del agu	43	9C	19									
21	Temperatura agua	en	9C	19									
22	nivel del agu	43	9C	19									
23	Temperatura agua	en	9C	19									
24	nivel del agu	10	9C	19									
25	Temperatura agua	en	9C	19									

Figura.2.83 Visualización de datos en Excel de Temperatura y Nivel

## 2.18 PARTES DEL SISTEMA HÍDRICO

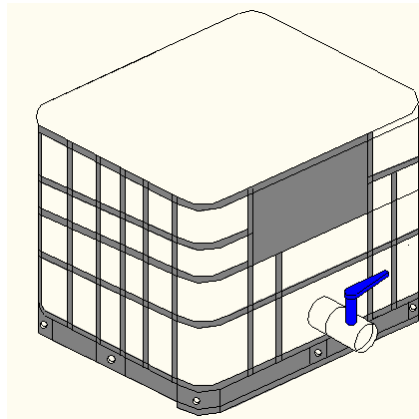


Figura.2.84. Estanques de plástico con cobertura metálica

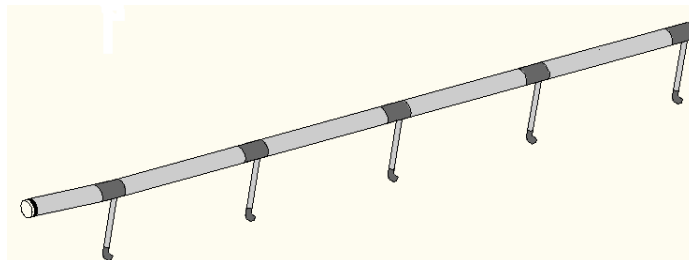


Figura.2.85. Tubería principal de entrada de agua con 5 ramales



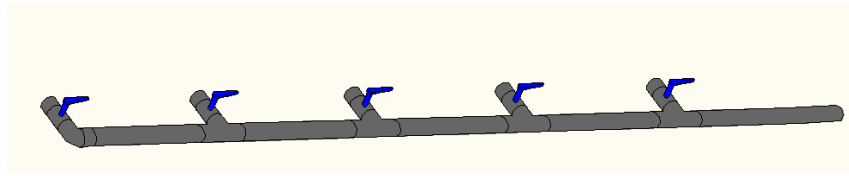


Figura.2.86. Tubería Principal de salida de agua con 5 válvulas de desfogue

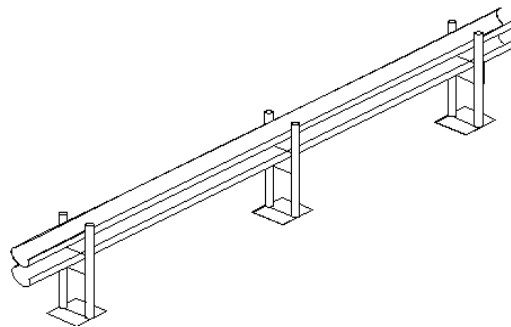


Figura.2.87. Colector y reoxigenador de agua e los 5 estanques

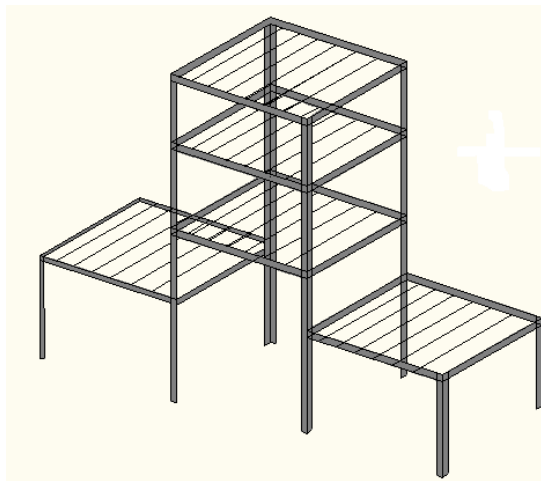


Figura.2.88. Soporte para bandejas

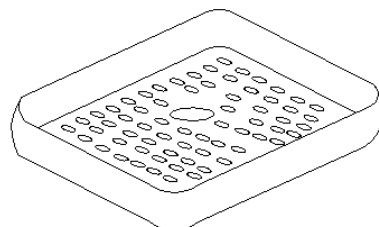


Figura.2.89. Bandeja Colectora y filtradora.

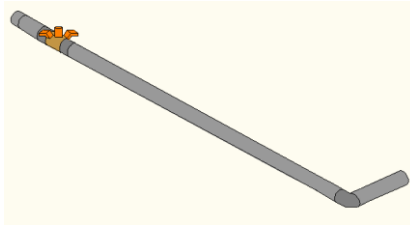


Figura. 2.90 .Válvula de evacuación del agua de la parte superior del estanque

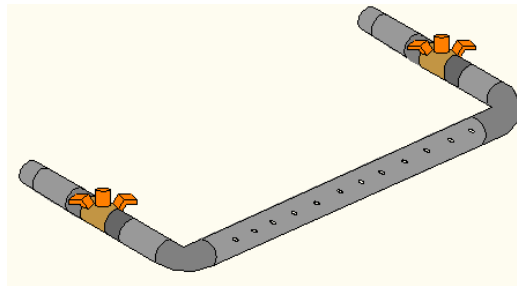


Figura.2.91. Vertedero oxigenador superior de bandejas con 2 válvulas esferas.

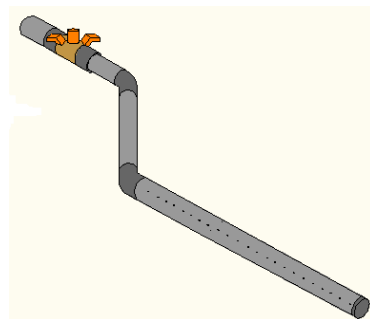


Figura.2.92.Oxigenador sumergible de bandeja.

## SISTEMA HÍDRICO DE ALEVINERA DE TRUCHAS

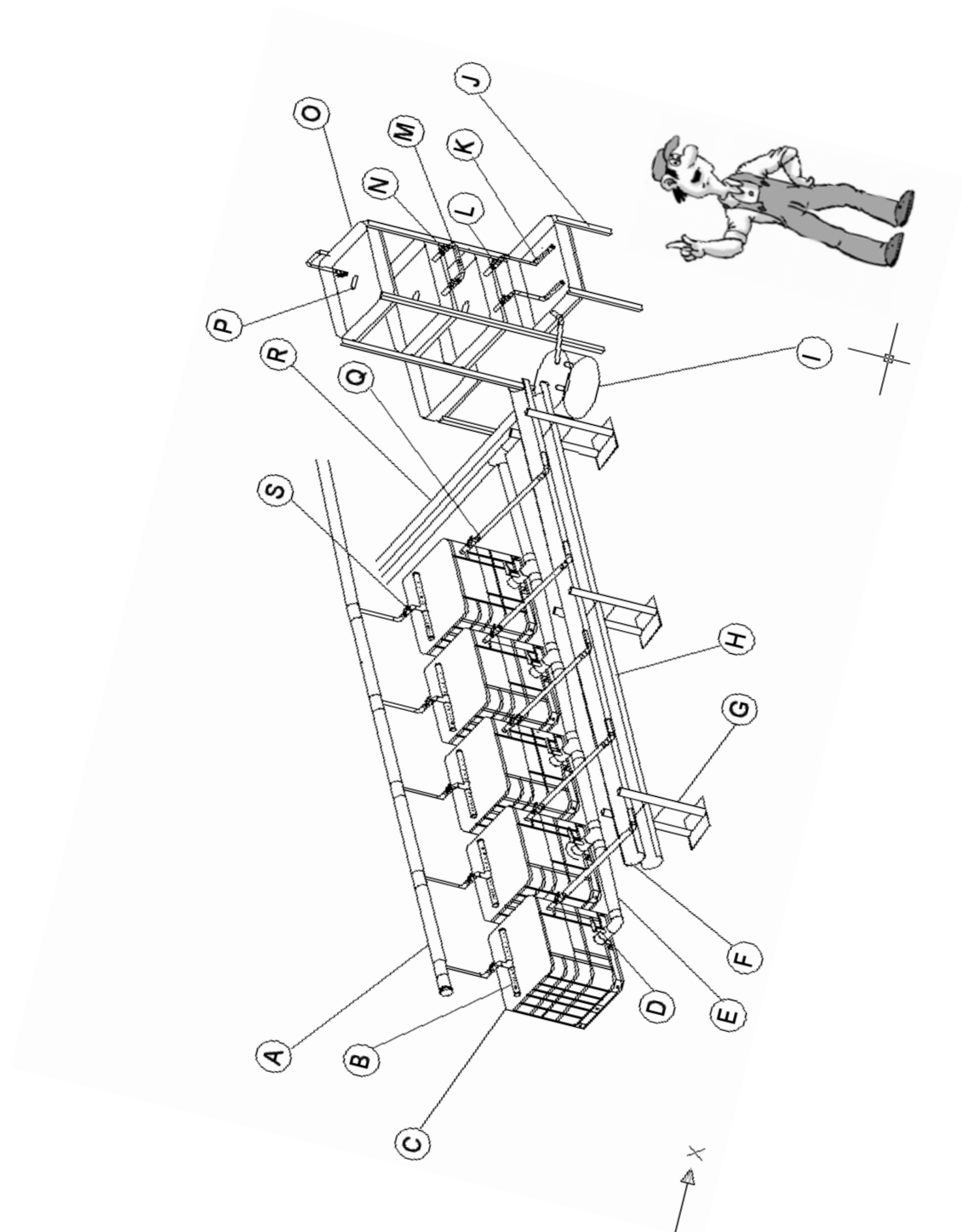


FIGURA.2.93. infraestructura del sistema

Tabla. 2.48. Partes del sistema hídrico del sistema

<b>Partes del sistema en orden alfabético</b>	<b>Nombre</b>	<b>Función que cumple</b>
A	Tubería principal de entrada de agua	Dotar de agua a cada uno de los ramales
B	Vertedero oxigenador	Dotar de agua a cada estanque
C	Estanques bases	Almacenar el agua Para el alevinaje
D	Válvula de desagüe independiente	Evacuar el agua para su respectiva limpieza
F	Colector 1	Colectar el agua de C
G	Bases sujetadores de colector	Sujetar a los dos colectores en diferentes alturas
H	Colector 2	Colectar el agua del colector uno re oxigenando el agua
I	Tanque colector	Colecta el agua saliente de los 5 estanques
J	Base para bandejas	Mantener a las bandejas a diferentes alturas
K	Tubo oxigenador Sumergible	Oxigenar la parte del fondo de las bandejas
L	Válvula esfera	Abrir y cerrar la

		entrada de agua al fondo de la bandeja
M	Vertedero oxigenador para bandeja	Oxigenar la parte superior de la bandeja
N	Válvula esfera	Abrir y cerrar la entrada de agua para vertedero superior
O	Bandeja recibidora/filtradora	Recibir el agua y filtrar al mismo tiempo para las demás bandejas
P	Tapón de desfogue	Evacuar el agua de las bandejas
Q	Válvula de globo	Abrir o cerrar salida del agua de la parte superior de los estanques
R	Tubería de salida	Evacuar el agua hacia el rio
S	Válvula esfera	Abrir o cerrar la entrada de agua a los estanques



### CAPÍTULO 3

#### TEMA: PRUEBAS, RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 3.1 PRUEBAS

##### 3.1.1 Pruebas con niveles de agua altos/bajos

##### a. Pruebas con el max sonar ez1

Tabla 3.1 .Valores de sensado a diferentes distancias

Distancia max sonar en pulg	Salida en V	Distancia max sonar en pulg	Salida en V
1	0.86 V	13	1.35V
2	0.88V	14	1.40V
3	0.88V	15	1.88V
4	0.90V	16	1.100V
5	0.92V	17	1.110V
6	0.92V	18	1.110V
7	1.020V	19	1.112V
8	1.022V	20	1115 V
9	1.044V	21	1.251V
10	1.06V	22	1.567V
11	1.08V	23	1.58V
12	1.12V	24	1.58V

##### b. Resultados con el max sonar ez1

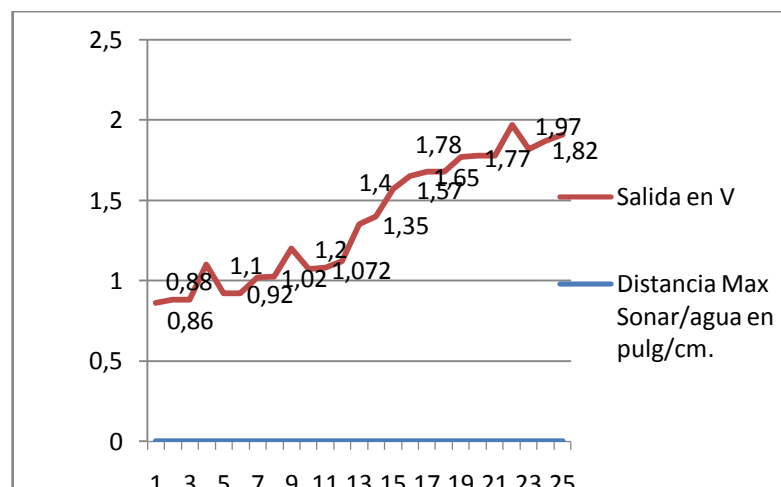


Fig.3.1 Gráfico estadístico de voltajes medidos

### c. Análisis con el max sonar ez1

Como se puede visualizar en el gráfico estadístico 3.1 que los datos tomados del sensor de nivel Max Sonar Ez1, van en forma ascendente en el rango de 1" a 25" el voltaje que rebota el sensor está relacionado directamente con la distancia, mientras más corta sea la distancia el voltaje será pequeño o viceversa, mientras más grande sea la distancia el voltaje tendera a subir ,en nuestro caso los valores de 1,1 y 1,4 son los adecuados ya que están en los rangos y distancias necesarias para poder ingresar, a el modulo de análogas y obtener buenos resultados

## 3.2 PRUEBAS CON TEMPERATURA

### a. Pruebas de temperatura pt100 tipo c105 b

Las siguientes pruebas de temperatura se han realizado en un lapso de 24 horas y en tres diferentes días, día soleado, día nublado, día lluvioso

Tabla 3.2 Pruebas de temperatura con la pt100 tipo c105b día nublado.

Horas	Temp °C	Salida en V	Horas	Temp °C	Salida en V
6	11.5	1.38 V	18	11.46	1.44 V
7	11.5	1.36 V	19	11.43	1.45 V
8	11.8	1.40 V	20	11.43	1.46 V
9	11.10	1.41 V	21	11.45	1.44 V
10	11.16	1.43 V	22	11.46	1.42 V
11	11.16	1.44 V	23	11.46	1.40 V
12	11.33	1.45 V	24	11.18	1.41 V
13	11.58	1.45 V	1	11.18	1.37 V
14	12.43	1.48 V	2	11.9	1.37 V
15	11.75	1.48 V	3	11.9	1.36 V
16	11.54	1.46 V	4	11.7	1.36 V
17	11.46	1.44 V	5	11.7	1.37 V
18	11.46	1.44 V	6	11.6	1.35 V



En la fig. 3.2 se ilustra cuál es el comportamiento de la temperatura y el voltaje sentido por la pt 100 tipo c105b implementado en el proyecto, para saber la temperatura exacta del agua que estamos manejando.

### b. Resultados

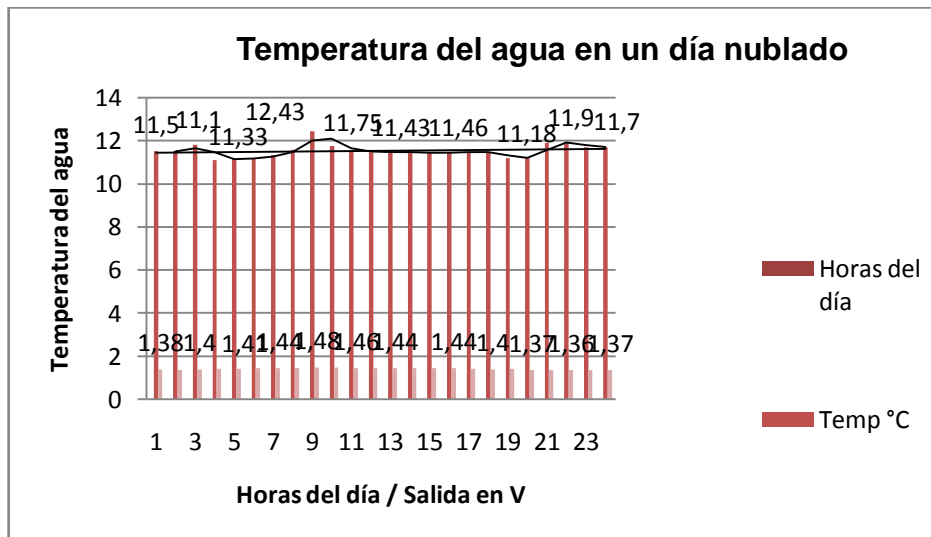


Fig.3.2 Gráfico estadístico de toma de datos con el sensor de temperatura en un día nublado durante las 24 horas.

### c. Análisis de pruebas de temperatura durante un día nublado

Como podemos apreciar en el gráfico estadístico 3.2 el comportamiento de la temperatura en un día nublado, no sobrepasa los 12°C lo cual es satisfactorio ya que la temperatura, no debe superar los 18°C como se observa en el gráfico las barras de color rojo oscuro, de la misma manera se aprecian las barras de color rojo opaco, que vienen a ser los valores medidos por el sensor de temperatura, estos datos oscilan entre 1,37v y 1,48v siendo los adecuados para ingresar en nuestro modulo de análogas, EM 235, y la barra de color rojo intenso muestra las 24 horas del día en el que fueron tomados.

### a. Pruebas

Tabla 3.3 Pruebas de temperatura con la pt100 tipo c105b día lluvioso

Horas del día	Temperatura °C	Salida en V	Horas del día	Temperatura °C	Salida en V
6	11.1	1.35V	18	11.7	1.40V
7	11.1	1.37V	19	11.5	1.41V
8	11.2	1.38V	20	11.4	1.42V
9	11.8	1.38V	21	11.1	1.39V
10	11.10	1.40V	22	11.1	1.38V
11	11.13	1.41V	23	11.1	1.39V
12	11.13	1.43V	24	10.9	1.38V
13	11.13	1.44V	1	10.9	1.37V
14	11.10	1.47V	2	10.8	1.38V
15	11.10	1.46V	3	10.8	1.37V
16	11.9	1.47V	4	10.7	1.37V
17	11.9	1.46V	5	10.7	1.36V
18	11.7	1.40V	6	10.7	1.36V

### b. Resultados

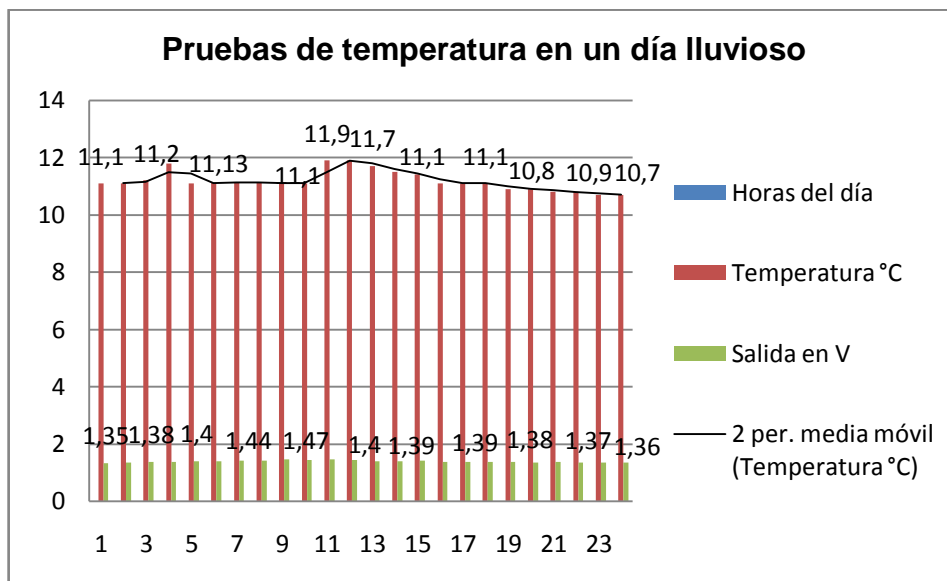


Fig. 3.3 Gráfico estadístico de pruebas de temperatura en un día lluvioso

### c. Análisis de pruebas de temperatura en un día lluvioso

Atreves del gráfico estadístico 3.3 se visualiza cuál es el comportamiento que presenta la temperatura del agua en el proyecto, en este caso se ve que la temperatura se mantiene en un rango de 11.1°C y 10.7°C durante las 24 horas del día, esto conlleva que los valores de voltaje dotados por el sensor también se mantengan entre 1,35v y 1,47v siendo estos datos exitosos, en lo que conlleva a la temperatura para el desarrollo de alevines del proyecto.

Siendo así en un día lluvioso, la temperatura del agua no tiende a bajar demasiado, la diferencia es de un grado con respecto a los datos tomados en un día nublado, ya que si la temperatura disminuye demasiado se tendría alargamientos en las etapas de eclosión, larva y alevín.

#### a. Pruebas

Tabla 3.4 Pruebas de temperatura con la PT100 tipo C105B día soleado

Horas del día	Temperatura °C	Salida en mV	Horas del día	Temperatura °C	Salida en mV
6	11.3	1.36 V	18	12.6	1,40 V
7	11.4	1.34 V	19	12.5	1.39 V
8	11.13	1.38 V	20	12.5	1.38 V
9	11.43	1.38 V	21	12.4	1.39 V
10	11.56	1.39 V	22	12.4	1.37 V
11	12.8	1.39 V	23	12.2	1.38 V
12	12.8	1.39 V	24	12.2	1.38 V
13	13.4	1.40 V	1	11.5	1.37 V
14	13.4	1.41 V	2	11.5	1.40 V
15	12.9	1.42 V	3	11.4	1.36 V
16	12.9	1.42 V	4	11.4	1.36 V
17	12.6	1.43 V	5	11.4	1.36 V

## b. Resultados de la temperatura del agua en un día soleado

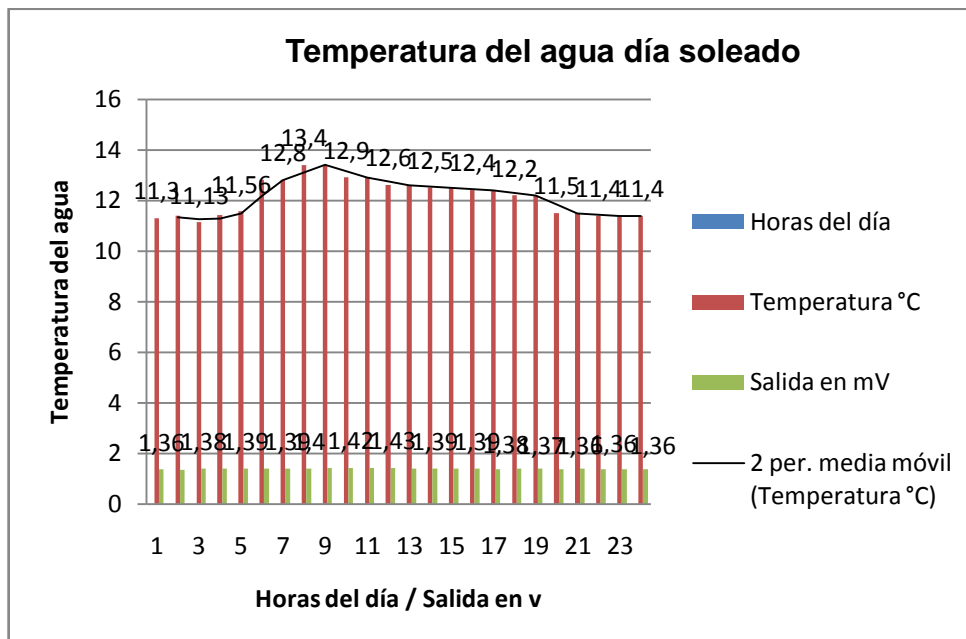


Fig. 3.4 Gráfico estadístico de la temperatura del agua en un día soleado

## c. Análisis de la temperatura del agua en un día soleado

El análisis de los resultados que se observan en el gráfico estadístico 3.4 muestra un incremento considerable, de 2,5°C llegando a una temperatura de 13,4 la más elevada de los datos que se han registrado, pero no hay por que alarmarse ya que esta en los parámetros de temperatura óptimos para el desenvolvimiento de los alevines, ya que si la temperatura sobrepasa los 18°C se tendrá una oxigenación demasiada baja y el incremento de bacterias en los estanques, provocando enfermedades y hasta la muerte de los mismos, si no puede controlar su temperatura.

### 3.3 PRUEBAS CON LA SONDA DE OXIGENACIÓN

#### a. Pruebas con sonda YSI PRO 20 de oxígeno

Tabla 3.5 Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxígeno día soleado

Horas del día	Porcentaje oxígeno	Porcentaje salinidad	Horas del día	Porcentaje oxígeno	Porcentaje salinidad
6	6.23	0.5	18	6.23	0.5
7	6.25	0.5	19	6.23	0.5
8	6.23	0.5	20	6.44	0.5
9	6.23	0.5	21	6.34	0.5
10	6.44	0.5	22	6.23	0.5
11	6.34	0.5	23	6.25	0.5
12	6.23	0.5	24	6.23	0.5
13	6.25	0.5	1	6.23	0.5
14	6.23	0.5	2	6.25	0.5
15	6.23	0.5	3	6.23	0.5
16	6.44	0.5	4	6.23	0.5
17	6.34	0.5	5	6.27	0.5

#### b. Resultados

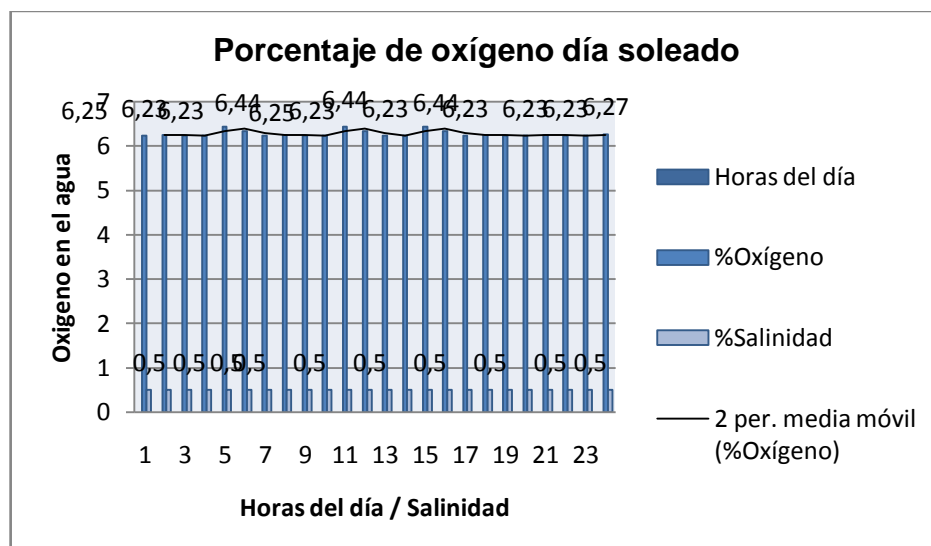


Fig. 3.5 Gráfico estadístico del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día soleado

**c. Análisis de porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día soleado**

El análisis siguiente del gráfico estadístico 3.5 modela cómo se comporta el oxígeno en el agua en un día soleado, medidos por el sensor ya que los parámetros se mantienen en un rango de, 6,23 y 6,44 siendo estos parámetros buenos para una oxigenación no al 100%, pero si esta en los rangos establecidos para no provocar asfixia en los alevines, es muy importante conocer que cuando se maneja la primera etapa de la piscicultura, es decir alevines los cuidados en oxigenación son mucho más delicados, especialmente en días soleados.

**a. Pruebas**

Tabla 3.6 Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxígeno día nublado

Horas del día	Porcentaje oxígeno	Porcentaje salinidad	Horas del día	Porcentaje oxígeno	Porcentaje salinidad
6	7.12	0.5	18	7.22	0.5
7	7.11	0.5	19	7.32	0.5
8	7.14	0.5	20	7.45	0.5
9	7.7	0.5	21	7.41	0.5
10	7.21	0.5	22	7.41	0.5
11	7.18	0.5	23	7.43	0.5
12	7.21	0.5	24	7.42	0.5
13	7.19	0.5	1	7.40	0.5
14	7.14	0.5	2	7.30	0.5
15	7.48	0.5	3	7.22	0.5
16	7.24	0.5	4	7.18	0.5
17	7.32	0.5	5	7.15	0.5

## b. Resultados

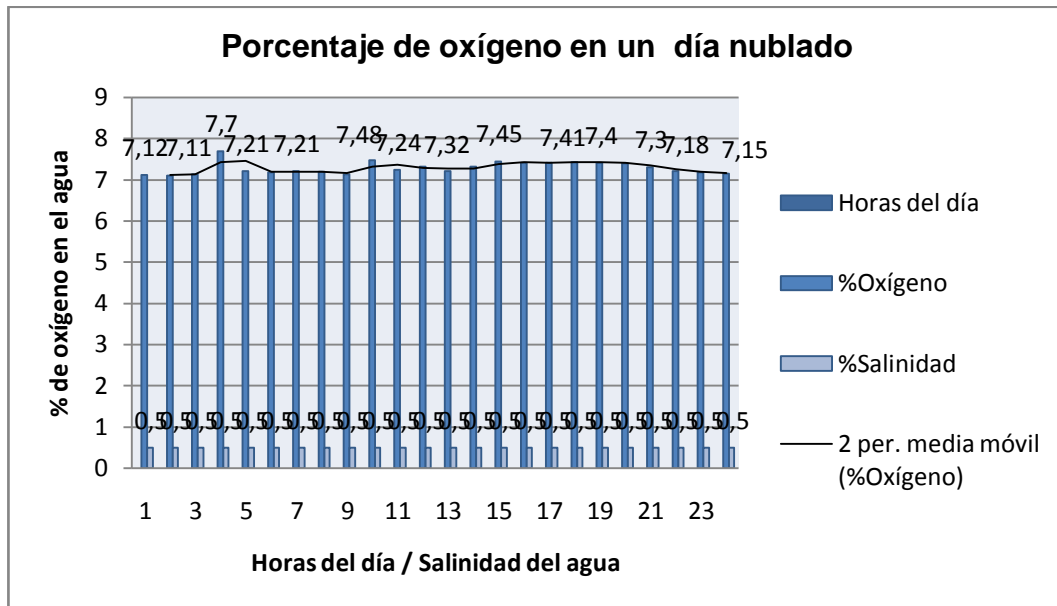


Fig. 3.6 Gráfico estadístico del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día nublado

## c. Análisis del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día nublado

Como se puede apreciar en el gráfico estadístico 3.6 el comportamiento del oxígeno en un día nublado es mucho mejor, ya la temperatura del agua no es elevada y por ende el porcentaje de oxígeno disuelto en el agua será mayor, en este caso los valores picos son de 7,7 y 7,48 y los valores mínimos son de 7,12 y 7,3 lo cual es muy bueno ya que se tiene mayor cantidad de oxígeno, evitando que aumenten los niveles de mortalidad tanto de huevos, ovas y larvas.

Todos los datos que han sido considerados en este gráfico estadístico se los ha tomado con el sensor de oxígeno YSI PRO20, durante el lapso de 24 horas llegando a los resultados halagadores mencionados anteriormente.

Tabla 3.7 Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxígeno día lluvioso

Horas del día	Porcentaje de oxígeno	Porcentaje de salinidad	Horas del día	Porcentaje de oxígeno	Porcentaje de salinidad
6	7.56	0.6	18	8.22	0.6
7	7.58	0.6	19	8.12	0.6
8	7.66	0.6	20	7.88	0.6
9	7.52	0.6	21	7.78	0.6
10	7.88	0.6	22	7.75	0.6
11	7.96	0.6	23	7.86	0.6
12	7.90	0.6	24	7.56	0.6
13	7.97	0.6	1	7.77	0.6
14	8.3	0.6	2	7.24	0.6
15	8.4	0.6	3	7.64	0.6
16	8.1	0.6	4	7.82	0.6
17	8.11	0.6	5	7.36	0.6

c. Resultados

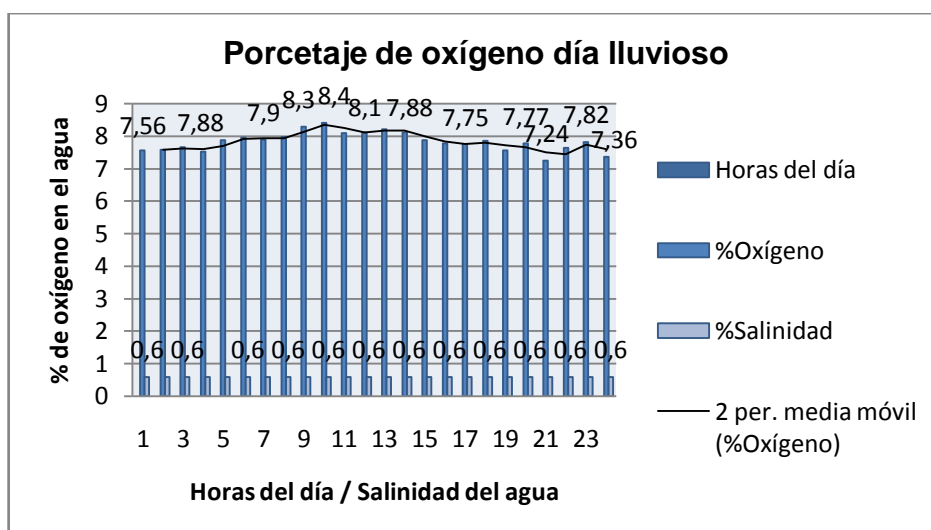


Fig. 3.7. Gráfico estadístico de porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día lluvioso



### **c. Análisis del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día lluvioso**

Es muy importante conocer que el agua que se utiliza para el proyecto es agua del río, y cuando tenemos un día lluvioso el caudal y la turbulencia del agua será mucho mayor a la que cuando se tenga un día normal, es por eso que en el gráfico estadístico 3.7 observamos un incremento notorio del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua, llegando a darnos valores desde 7,24 a 8,40ppm (porciones por mil) es así que en estas condiciones climáticas tenemos menor temperatura pero mayor oxígeno, el pequeño inconveniente en esta situación es la turbidez del agua, ya que si es demasiada turbia no podrá ingresar al sistema y ocasionaría la muerte total de las ovas

### **3.4 PRUEBAS ENCENDIDO OXIGENADORES SUMERGIBLES**

Tabla 3.8 Pruebas encendido oxigenadores sumergibles día soleado

<b>Horas del día</b>	<b>Porcentaje de oxígeno</b>	<b>Porcentaje de salinidad</b>	<b>Horas del día</b>	<b>Porcentaje de oxígeno</b>	<b>Porcentaje de salinidad</b>
6	6.14	0.3	18	6.14	0.3
7	6.12	0.3	19	6.13	0.3
8	6.13	0.3	20	6.14	0.3
9	6.14	0.3	21	6.14	0.3
10	6.14	0.3	22	6.12	0.3
11	6.12	0.3	23	6.14	0.3
12	6.14	0.3	24	6.13	0.3
13	6.14	0.3	1	6.14	0.3
14	6.14	0.3	2	6.13	0.3
15	6.14	0.3	3	6.14	0.3
16	6.13	0.3	4	6.13	0.3
17	6.14	0.3	5	6.14	0.3

## b. Resultados

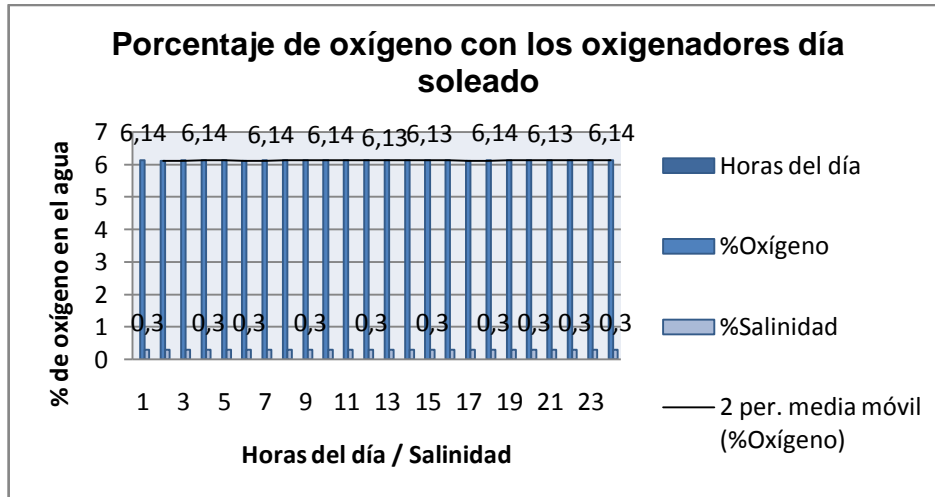


Fig. 3.8 Gráfico estadístico del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día soleado

## c. Análisis del porcentaje de oxígeno con los oxigenadores en un día soleado

El gráfico estadístico 3.8 muestra cómo se comporta el oxígeno cuando no tenemos nuestra alimentación de agua del río, es decir cuando se está trabajando con la recirculación de agua del sistema mismo, es aquí cuando entran en funcionamiento los oxigenadores para suplir el agua que no se posee y crear una auto oxigenación en el sistema, siendo esto satisfactorio al tomar los datos y tener valores no menos de 6% de oxígeno disuelto en el agua, si los valores fueran menores que 5 diríamos que fueron mal seleccionados los oxigenadores o nuestra bomba de re oxigenación no es la adecuada.

Estos valores fueron recopilados durante las 24 horas del día y de igual manera encendidos los oxigenadores, para así poder tener datos reales del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua.

**a. Pruebas**

Tabla 3.9 Pruebas encendido oxigenadores sumergibles día nublado con el oxigenador YSI Pro 20

Horas del día	Porcentaje de oxígeno	Porcentaje de salinidad	Horas del día	Porcentaje de oxígeno	Porcentaje de salinidad
6	6.18	0.3	18	6.18	0.3
7	6.17	0.3	19	6.17	0.3
8	6.18	0.3	20	6.18	0.3
9	6.17	0.3	21	6.18	0.3
10	6.16	0.3	22	6.17	0.3
11	6.16	0.3	23	6.17	0.3
12	6.17	0.3	24	6.18	0.3
13	6.18	0.3	1	6.16	0.3
14	6.18	0.3	2	6.16	0.3
15	6.17	0.3	3	6.17	0.3
16	6.18	0.3	4	6.18	0.3
17	6.17	0.3	5	6.18	0.3

**b. Resultados.**

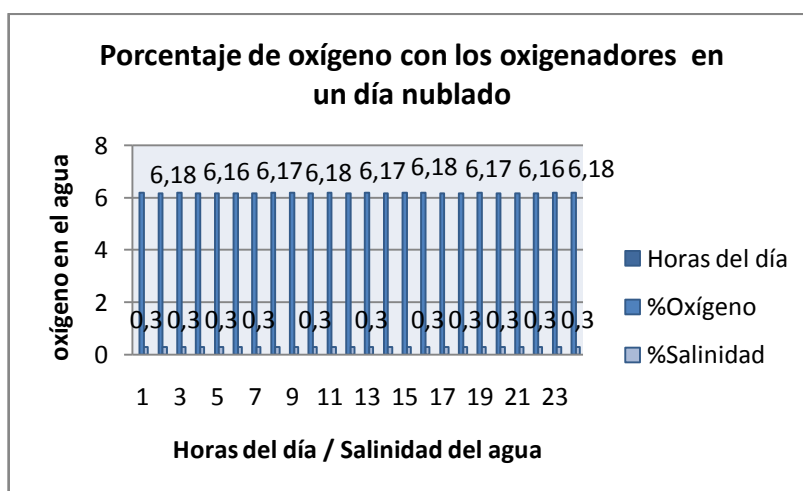


Fig. 3.9 Gráfico estadístico de porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día nublado.

**c. Análisis del porcentaje de oxígeno con los oxigenadores en un día nublado**

El gráfico estadístico 3.9 modela cómo se comporta el oxígeno cuando no se tiene nuestra alimentación de agua del río, es decir cuando se está trabajando con la recirculación de agua del sistema mismo, es aquí cuando entran en operación los oxigenadores para suplir el agua que no se posee y crear una auto oxigenación, en el proyecto siendo esto placentero al tomar los datos y tener valores no menos de 6,18 y 6,16 ppm de oxígeno disuelto en el agua, si los valores fueran menores que 5 diría que fue mal dimensionado y no cumplen con su función.

Estos valores fueron recopilados durante las 24 horas del día y de igual manera prendido los oxigenadores para así poder tener datos reales del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua, en un día nublado.

Tabla 3.10 Pruebas encendido oxigenadores sumergibles día lluvioso con el oxigenador YSI Pro 20

Horas del día	Porcentaje de oxígeno	Porcentaje de salinidad	Horas del día	Porcentaje de oxígeno	Porcentaje de salinidad
6	6,21	0,3	18	6,22	0,3
7	6,22	0,3	19	6,22	0,3
8	6,20	0,3	20	6,21	0,3
9	6,21	0,3	21	6,20	0,3
10	6,20	0,3	22	6,20	0,3
11	6,20	0,3	23	6,20	0,3
12	6,20	0,3	24	6,21	0,3
13	6,22	0,3	1	6,22	0,3
14	6,22	0,3	2	6,20	0,3
15	6,21	0,3	3	6,22	0,3
16	6,21	0,3	4	6,22	0,3
17	6,20	0,3	5	6,21	0,3

## b. Resultados

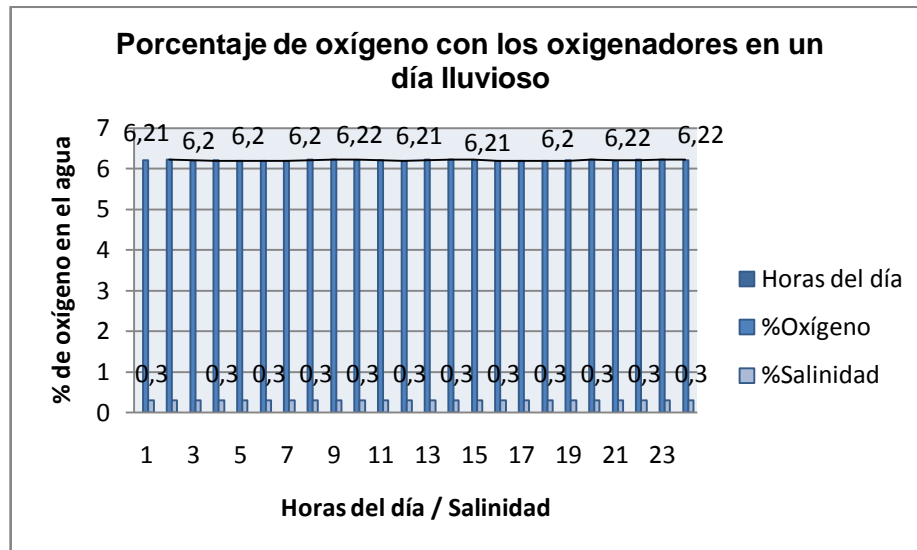


Fig. 3.10. Gráfico estadístico de porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día lluvioso

## c. Análisis del porcentaje de oxígeno con los oxigenadores en un día lluvioso

Como se puede apreciar en los gráficos estadísticos anteriores vemos que el porcentaje de oxígeno disuelto en el agua se ha mantenido, en rangos del 6% y no ha tendido a subir ni a bajar en valores que sean considerables, ya que como se aprecia en el gráfico 3.10 la oxigenación se mantiene en rango de 6,22 siendo esto muy importante para darse a conocer que no importa el clima, cuando se está siendo auto sustentando por el sistema con la propia agua y no la del río

Cuando no se está usando el sistema de auto oxigenación hay que tener mucho cuidado en los días soleados y lluviosos ya que son temporadas donde se puede calentar demasiado el agua y bajar el porcentaje de oxígeno, o en el otro caso puede el agua bajar demasiado turbia(lodosa)y causar la muerte de las ovas.

### 3.5 AJUSTE DE SENSORES Y ACTUADORES

#### 3.5.1 Ajuste de voltaje para el max sonar ez1

El voltaje de alimentación en el Max Sonar Ez1 debe estar en los rangos que se muestran en la siguiente tabla

Tabla 3.11 Ajuste de voltaje de entrada para el Max Sonar Ez1

<b>Voltaje de alimentación alterna</b>	<b>Voltaje de alimentación continua</b>
120 V	5.01 V
120 V	5.05 V
<b>120 V</b>	<b>5.1 V Ajuste</b>
120 V	5.2 V
120 V	5.3 V
120 V	5.4 V
120 V	5.5 V

Voltaje de alimentación para el amplificador del Max Sonar Ez1

Tabla 3.12 Ajuste de voltaje de entrada para el amplificador Max Sonar Ez1

<b>Voltaje de alimentación alterna</b>	<b>Voltaje de alimentación continua</b>
120 V	12.2 V
120 V	12.14 V
120 V	12.3V
120 V	12.22 V
120 V	12.19V
120 V	12.05V
<b>120 V</b>	<b>12.1V Ajuste</b>

Tabla 3.13 Ajuste de voltaje de entrada para plc s7200 y módulo de análogas EM 235

<b>voltaje de alimentación alterna</b>	<b>voltaje de alimentación continua</b>
<b>120 V</b>	<b>24 V Ajuste</b>
120 V	24.05 V
120 V	24.02V
120 V	24.1V

Tabla 3.14 Ajuste de voltaje de entrada para Sitrans TK

<b>Voltaje de alimentación alterna</b>	<b>Voltaje de alimentación continua</b>
120 V	24 V

### 3.5.2 Calibración del sensor de temperatura c105 b

Tabla.3.15. de datos en °C y salida en bit del plc

<b>Nivel de temperatura</b>	<b>°C</b>	<b>Bit</b>
Max	52.6	19400
Min	10.5	8970
	<b>X</b>	<b>Y</b>

$$M \frac{Y - Y1}{X - X1} = \frac{19400 - 8970}{52.6 - 10.5} = \frac{10430}{42.1} = 247.74$$

$$Y - Y1 = M(X - X1) = Y - 8970 = 247,74(X - 105)$$

$$Y - 8970 = 247.74X - 2601.27$$

$$X = \frac{Y}{247.74} - 25.71$$

### 3.6 PRUEBAS DE CONTROL, MONITOREO Y VISUALIZACIÓN.

#### a. Pruebas de control

Las pruebas de control se han realizado en los dos mandos manual y automático

##### ➤ **Mando manual**

Para las pruebas en mando manual lo primero que se debe hacer es direccionar a modo manual con nuestro selector, una vez realizado esto se podrá realizar la prueba de accionamiento a través de las botoneras para la activación de los oxigenadores y del motor principal.



Figura.3.11. Mando Manual.

##### ➤ **Mando Automático**

En las pruebas en mando automático también se debe cambiar de sentido el selector a mando automático, la cual entra en funcionamiento cuando los niveles establecidos, de nivel y temperatura sean mínimos, lo cual entra en marcha el sistema implementado.



Figura.3.12. Mando Automático.



## b. Pruebas de monitoreo

Las pruebas que he realizado han sido, monitorear la temperatura del sistema en tiempo real y de igual manera el nivel de los estanques dando como resultado una respuesta rápida de estos datos en la pantalla de visualización LabVIEW.

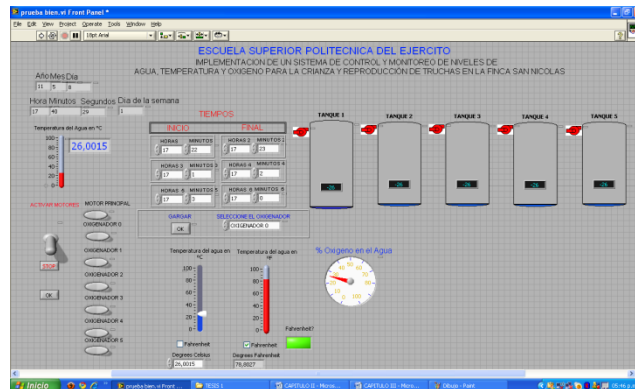


Figura.3.13. Monitoreo de la temperatura y el nivel

## c. Pruebas de Visualización

Como se aprecia en la pantalla nos permite visualizar, todo el sistema en tiempo real, comenzando por la fecha, hora, minutos y segundos a la cual está trabajando nuestro sistema implementado, luego nos permite visualizar de dos formas gráfica y digital para una mayor exactitud la temperatura del agua, el encendido de los oxigenadores, el nivel de los tanques y el porcentaje de oxígeno que hay en el agua

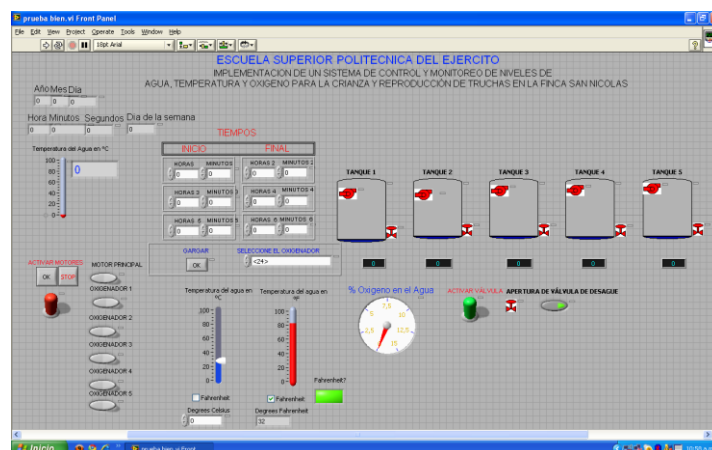


Figura.3.14 Visualización en pantalla LabVIEW

### 3.7 RESULTADOS DEL PROYECTO EN FUNCIONAMIENTO

Estos datos han sido tomados, cuando el sistema en si ya entro en funcionamiento en sus etapas de eclosión, larvas y alevinaje.

#### 3.7.1 Temperatura del agua en bandejas de eclosión por el lapso de 15 días fase 1

Tabla.3.16 Datos de temperatura del agua en bandejas de eclosión fase 1

Fecha 2011	Temperatura °C	Fecha 2011	Temperatura °C
07/14/2011	10,5	07/25/2011	10,5
07/15/2011	10,8	07/26/2011	10,8
07/16/2011	10,3	07/27/2011	10,2
07/17/2011	10,5	07/28/2011	10,7
07/18/2011	10,8	07/29/2011	10,8
07/19/2011	11,1	07/30/2011	10,9
07/20/2011	12,1	08/01/2011	11,3
07/21/2011	12,1	08/02/2011	10,8
07/22/2011	10,2	08/03/2011	10,7
07/23/2011	10,8	08/04/2011	10,6
07/24/2011	10,7	08/05/2011	10,6

#### b. Resultado

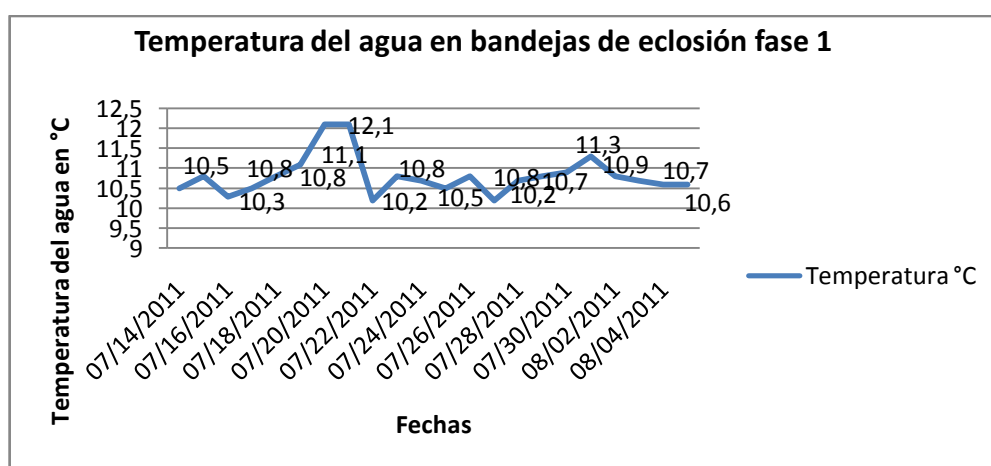


Figura.3.15 Gráfico estadístico de la temperatura del agua en bandejas de eclosión

### **c. Análisis temperatura del agua en bandejas de eclosión**

Como se puede apreciar en el gráfico estadístico 3.15 la temperatura del agua que se ha registrado durante un mes, con la presencia de alevines ya en los estanques y bandejas hay un aumento notorio de la temperatura del agua, es decir el oxígeno disuelto en el agua será un poco menor, los datos que se han recopilado están en el orden de 10.2°C como la temperatura menor y 12.1°C como la temperatura máxima que han alcanzado durante este periodo de 30 días, lo cual no ha afectado al sistema ya que está en el rango de la temperatura y el oxígeno necesario para no tener asfixia en los peces, es importante recalcar que con el consumo de oxígeno de los alevines la temperatura no podrá ser constante, ni el oxígeno estos parámetros tenderán a variar entre 1,5 y 2°C de temperatura, en esta etapa de la fase uno es donde el alevín no alcanza un tamaño de no más de 1.5 cm.

### **3.7.2 Temperatura del agua en tanques de alevinaje por el lapso de 15 días fase 2**

**a.**

Tabla.3.17 Datos de temperatura del agua en tanques de alevinaje fase 2

<b>Fecha</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Fecha</b>	<b>Temperatura °C</b>
08/15/2011	10,8	08/23/2011	10,8
08/16/2011	10,3	08/24/2011	10,7
08/17/2011	10,5	08/25/2011	10,5
08/18/2011	10,8	08/26/2011	10,8
08/19/2011	11,1	08/27/2011	10,2
08/20/2011	10,9	08/28/2011	10,7
08/21/2011	10,4	08/29/2011	10,8
08/22/2011	10,2	08/30/2011	10,9

## b. Resultados

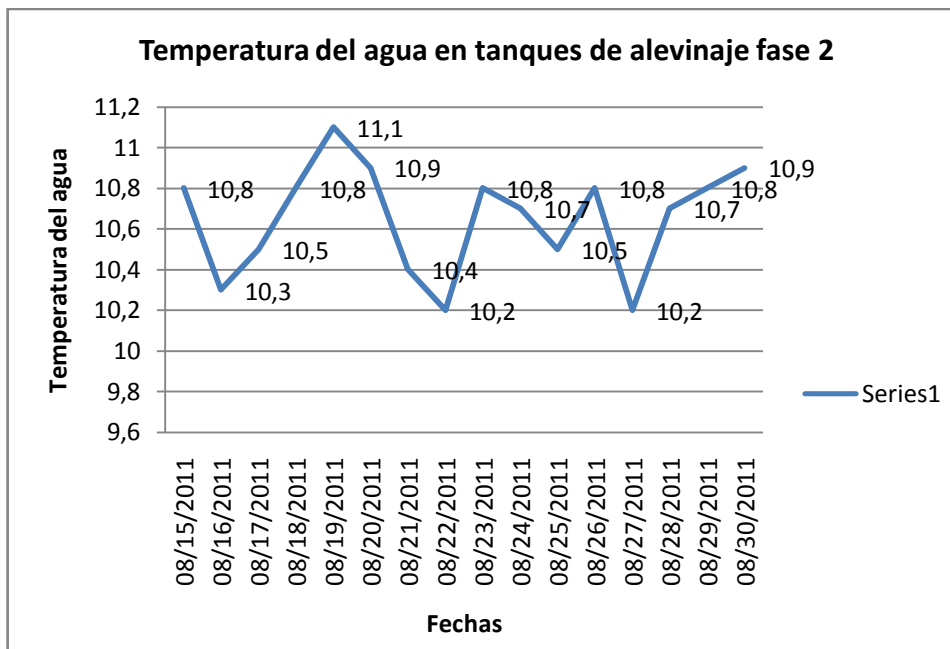


Figura.3.16 Gráfico estadístico de la temperatura del agua fase 2

## c. Análisis de la temperatura del agua fase 2

Como se aprecia en la figura 3.16 la temperatura del agua en la fase 2 es un poco menor, ya que el tamaño del alevín aumenta a 2 cm y por ende necesitamos de más oxígeno es decir se tiene que ingresar un poco más de agua en el sistema, en este caso los rangos de temperatura están entre 10,2 y 11,1 los cuales no afectan a la oxigenación del proyecto.

### 3.7.3 Oxígeno en el agua en bandejas de eclosión por el lapso de 15 días fase 1

La toma de datos de oxígeno en las bandejas de eclosión han sido tomadas durante las 24 horas, por un lapso de 15 días y luego sacamos un promedio del oxígeno para registrarlo como el dato de oxígeno del día, para luego realizar mi cuadro estadístico de oxigenación.

Tabla.3.18 Ppm de oxígeno en bandejas de eclosión fase 1

Fecha	Ppm oxígeno	Fecha	Ppm oxígeno
07/14/2011	7,6	07/31/2011	7,6
07/15/2011	7,8	08/01/2011	7,3
07/16/2011	7,4	08/02/2011	7,3
07/17/2011	7,9	08/03/2011	7,5
07/18/2011	7,5	08/04/2011	7,3
07/19/2011	6,9	08/05/2011	7,7
07/20/2011	6,9	08/06/2011	7,6
07/21/2011	7,5	08/07/2011	7,6
07/22/2011	7,1	08/08/2011	7,1
07/23/2011	7,3	08/10/2011	6,9
07/24/2011	7,3	08/11/2011	6,9
07/25/2011	6,9	08/12/2011	6,4
07/26/2011	6,6	08/13/2011	6,9
07/27/2011	6,8	08/14/2011	7,1
07/28/2011	7,4	08/15/2011	7,5

**b. Resultados**

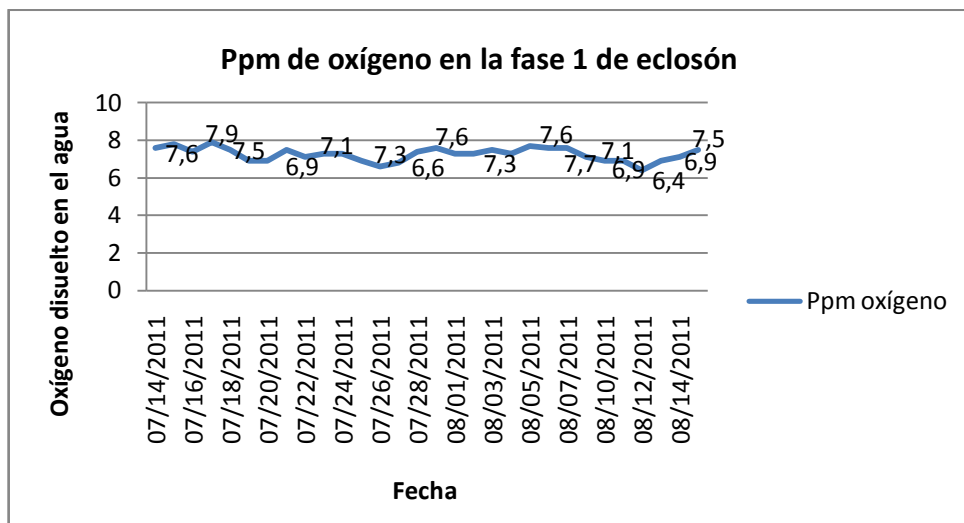


Figura.3.17 Gráfico estadístico de los ppm de oxígeno en la fase 1 de eclosión

### **c. Análisis ppm de oxígeno en la fase 1 de eclosión**

Es muy importante conocer como es el comportamiento del oxígeno en el agua, en este caso en la figura estadística 3.17 se aprecia de mejor manera que cantidad exacta se tiene de oxígeno disuelto en el agua, ya con los alevines en la fase uno que son los más pequeños, el consumo de oxígeno de los alevines va de acuerdo a su porte, es decir mientras más crezcan más oxígeno consumirán, en la figura 3.13 analizada podemos ver los rangos de oxígeno que se han tomado en el lapso de 15 días con nuestro sensor, siendo estos de 6.4ppm como mínimo y un máximo de 7,7 ppm estos valores son halagadores ya que están en los parámetros óptimos de una buena oxigenación de los alevines en la fase 1 del proyecto .

#### **3.7.4 Oxígeno en el agua en tanques de alevinaje por el lapso de 15 días fase 2**

Esta fase es muy importante para determinar qué porcentaje de oxígeno se necesita en los estanques, cuando los alevines ya han incrementado su tamaño y peso considerablemente y como consecuencia tenderán a consumir mayor oxígeno, a continuación en la tabla 3.19 se muestra el comportamiento del oxígeno registrado por un lapso no mayor a 15 días

Tabla 3.19 Porcentaje de oxígeno en la fase 2 de alevinaje

<b>Fecha</b>	<b>Ppm de oxígeno</b>	<b>Fecha</b>	<b>Ppm de oxígeno</b>
08/15/2011	6,3	08/23/2011	6,6
08/16/2011	6,8	08/24/2011	7,1
08/17/2011	7,1	08/25/2011	5,8
08/18/2011	6,2	08/26/2011	5,5
08/19/2011	6,5	08/27/2011	6,1
08/20/2011	6,8	08/28/2011	5,9
08/21/2011	6,7	08/29/2011	6,9
08/22/2011	6,5	08/30/2011	7,2

## b. Resultados

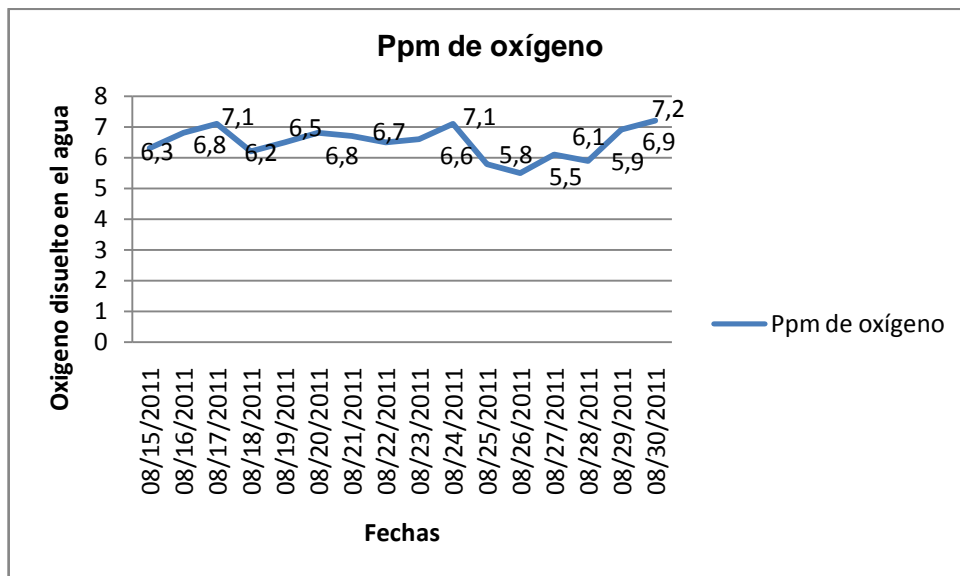


Figura.3.18 Gráfico estadístico de los ppm de oxígeno en la fase 2 de alevinaje

## c. Análisis de Ppm de oxígeno en la fase 2 de alevinaje

Como se puede apreciar en el gráfico estadístico 3.18 los porcentajes de oxígeno que se han tomado en un periodo de 15 días, están en los rangos de 6.3 y 7.2 ppm siendo esto satisfactorios, ya que si los valores tendieran a bajar en un rango menor a 5ppm, no se estaría con la oxigenación necesaria para suplir el oxígeno disuelto en el agua y ocasionaría la muerte y asfixia de los alevines, es importante conocer que en la fase 2 los peces (truchas) posee un incremento de tamaño y peso y a su vez de consumo de oxígeno, los alevines pueden soportar un lapso de 1 hora sin el ingreso de agua al sistema ya que en ese tiempo el oxígeno disuelto tiende a desaparecer, esto dependerá de la cantidad de agua, la temperatura y el número de alevines que se encuentren en los estanques o bandejas del proyecto

### 3.7.5 Porcentaje de mortalidad durante el periodo de eclosión en bandejas de 3000 huevos

Tabla. 3.20. Porcentaje de mortalidad en periodo de eclosión

Fecha	N° de huevos muertos	Fecha	N° de huevos muertos
07/14/2011	10	07/26/2011	10
07/15/2011	5	07/27/2011	12
07/16/2011	8	07/28/2011	8
07/17/2011	9	07/29/2011	8
07/18/2011	12	07/30/2011	12
07/19/2011	12	08/01/2011	10
07/20/2011	11	08/02/2011	9
07/21/2011	8	08/03/2011	7
07/22/2011	6	08/04/2011	9
07/23/2011	8	08/05/2011	12
07/24/2011	3	08/06/2011	10
07/25/2011	6	08/0672011	6

#### b. Resultados

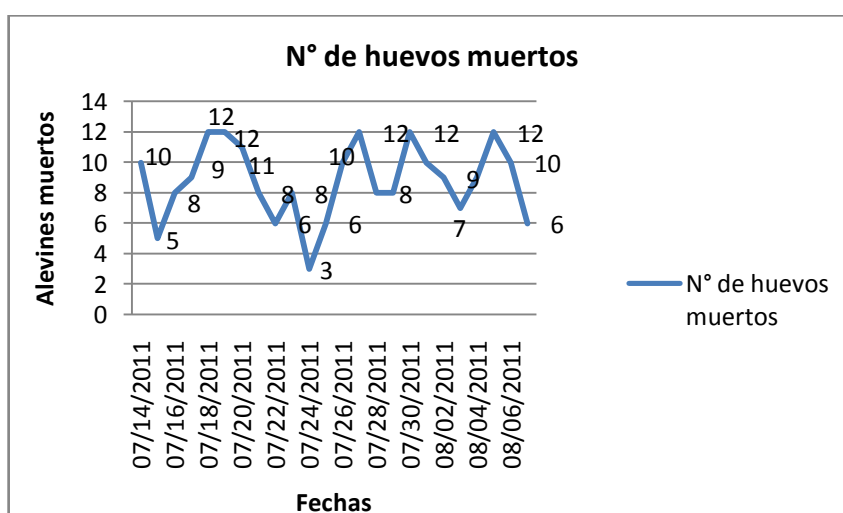


Figura.3.19 Gráfico estadístico del porcentaje de mortalidad en el periodo de eclosión



### **c. Análisis de porcentaje de mortalidad en el periodo de eclosión**

En proyectos de piscicultura es muy importante la tasa de mortalidad que se produzca en ella, y es esencial saber y conocer si están en los rangos de mortalidad normal, o existe un valor mayor a lo establecido, por los piscicultores del país en este caso se puede apreciar el grafico estadístico 3.19 el número de huevos(ovas) muertos ,durante un lapso de 23 días que es el tiempo que se demoran en eclosionar(reventar) en la figura mencionada se observa que el número mayor de muertos es de 14 y como mínimo de 5 ,dando un total de muertos de 197 ovas siendo esto un 7.6% del 10% que esta normalizado de mortalidades decir los rangos de mortalidad en la fase de eclosión, están en su completa normalidad siendo esto bueno, por el buen diseño de alimentación de agua al sistema y a su vez de la oxigenación optima.

### **3.7.6 Porcentaje de mortalidad durante el periodo de larvas**

#### **a. Pruebas**

Tabla. 3.21 Porcentaje de mortalidad en larvas.

<b>Fecha</b>	<b>N° de larvas muertas</b>	<b>Fecha</b>	<b>N° de larvas muertas</b>
08/07/2011	2	08/19/2011	2
08/08/2011	1	08/20/2011	3
08/09/2011	2	08/21/2011	2
08/10/2011	1	08/22/2011	3
08/11/2011	1	08/23/2011	1
08/12/2011	4	08/24/2011	1
08/13/2011	3	08/25/2011	1
08/14/2011	2	08/26/2011	2
08/15/2011	2	08/27/2011	1
08/16/2011	4	08/28/2011	1
08/17/2011	5	08/29/2011	1
08/18/2011	2	08/30/2011	1

## b. Resultados

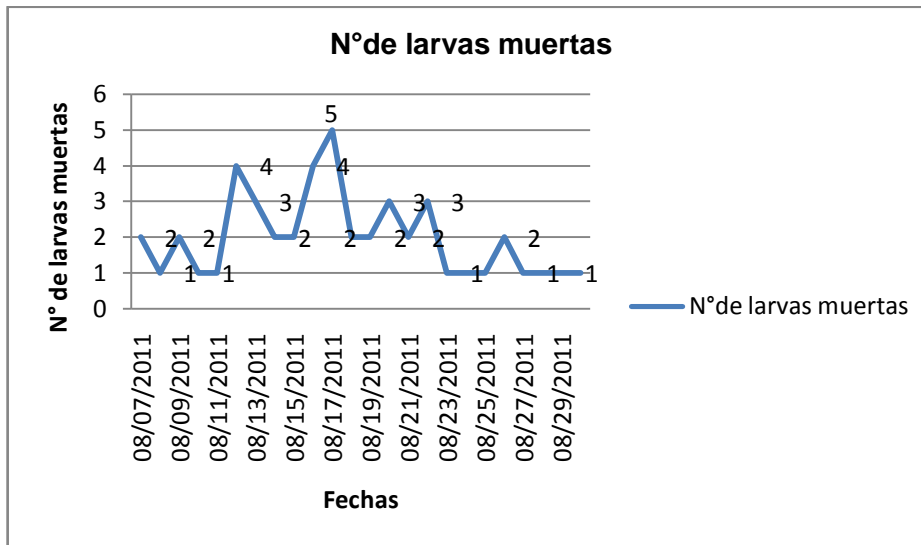


Figura.3.20. Gráfico estadístico del porcentaje de mortalidad periodo de larvas

## c. Análisis de porcentaje de mortalidad en el periodo de larvas

El análisis siguiente de la figura estadística 3.20 está determinado en los valores de mortalidad en el periodo de larvas, es decir cuando ya eclosionan los huevos, en esta etapa de la piscicultura los porcentajes de mortalidad son menores ya que las larvas no son muy delicadas como las ovas, el número en este caso como mínimo es de 1 y como máximo de 5 muertos dando un total de 48 muertos en el tiempo de 23 días, esta tasa de mortalidad es notoriamente alentadora ya no llegamos ni al 5 % de mortalidad, así se puede demostrar la verdadera eficiencia de nuestro sistema implementado, ya que podemos controlar y monitorear los parámetros exactos de temperatura y oxígeno que necesitamos es importante conocer que muchas de las veces las tasas de mortalidad en piscicultura no están relacionadas a el oxígeno o la temperatura sino más bien a el proceso de fecundación , cuando los huevos han pasado el tiempo de desove o el macho no tiene la madures deseada para la fecundación con el semen, estos también pueden ser puntos críticos de las tasas de mortalidad.

### 3.7.7 Porcentaje de mortalidad durante el periodo de alevines

El porcentaje de mortalidad como se ve con el sistema implementado se ha logrado reducir los índices de mortalidad ya que se posee un sistema sustentable de oxigenación.

Tabla.3.22 Porcentaje de mortalidad durante el periodo de alevinaje.

Fecha	N° de alevines muertos
09/01/2011	3
09/02/2011	4
09/03/2011	3
09/04/2011	6
09/05/2011	7
09/06/2011	2
09/07/2011	2
09/08/2011	1
09/09/2011	4
09/10/2011	5
09/11/2011	6

#### b. Resultados

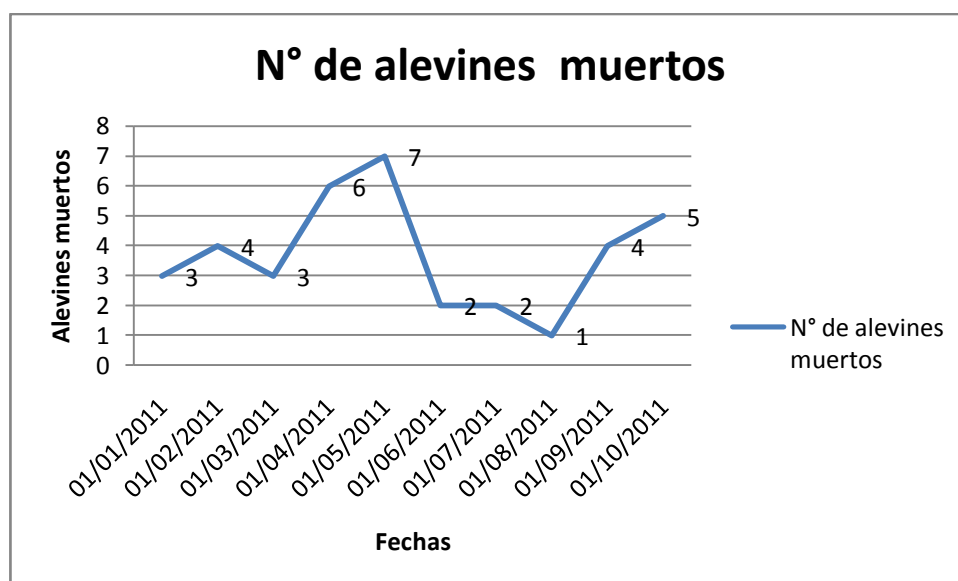


Figura.3.21. Gráfico estadístico del porcentaje de mortalidad en alevines

### **c. Análisis de porcentaje de mortalidad en alevines**

Como se aprecia en el gráfico estadístico 3.21 los porcentajes de mortalidad son pequeños llegando a mortalidades, de 7 como máximo y 1 como el mínimo es decir que la implementación del sistema ha dado excelentes resultados, ya que con el simple hecho de poder monitorear la temperatura y el oxígeno, se puede dar cuenta si existe una oxigenación adecuada, es por eso que al actuar los oxigenadores proveen el oxígeno suficiente disuelto en el agua, para evitar mortalidades que sobrepasen los rangos establecidos por los piscicultores.

Todos los datos que se han recopilado han sido tomados gracias a la implementación de los sensores, de temperatura y oxígeno que se ha realizado de nuestro proyecto, para tomar los datos en tiempo real y exacto de los parámetros que se manejan, en acuicultura en la crianza y reproducción de truchas.

### 3.8 ESTUDIO FINANCIERO

#### 3.8.1 REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

Tabla 3.23 Requerimientos hídricos para el proyecto

MATERIALES HÍDRICOS	TIPO	UNIDADES	COSTOS UNITARIO	COSTO TOTAL
Tanques de 1000ltrs	Polietileno	5	35	\$ 175,00
Tanque 2000 ltrs	Polietileno	1	300	\$ 300,00
Tanque colector	Polietileno	1	50	\$ 50,00
Codo 90° 32mm()pg	pvc	15	0.49	\$ 7,35
Codo 90° 63mm()pg	pvc	11	3.04	\$ 33,44
Tee red 63/32mm	pvc	5	4.31	\$ 21,55
Tuvo e/c 63mm/0.8mpa	pvc	3	14.93	\$ 44,79
Tuvo e/c 32mm/1.25mpa	pvc	3	5.68	\$ 17,04
Adaptador tanque 1"	pvc	9	3.72	\$ 33,48
Adaptador m 32 x1"(pg)	pvc	18	0.27	\$ 4,86
tee red 32mm	pvc	5	1.17	\$ 5,85
Válvula esfera 1" vs tigre	pvc	5	4.88	\$ 24,40
Tapón h 63 mm	pvc	1	1.78	\$ 1,78
Codos 90° 20mm astore	pvc	12	0.66	\$ 7,92
Tapón h 20 mm	pvc	4	0.47	\$ 1,88
Adaptador p/tanque 1/2"	Polimex	8	1.42	\$ 11,36
Válvula de pie 1"	pvc	1	3.11	\$ 3,11
Válvula de pie 2"	Mista pvc/m	1	10	\$ 10,00
Válvula esférica 1"	Acero	5	6.97	\$ 34,85
Adaptador tanque 2"	Polimex	4	7.83	\$ 31,32
Válvula esférica 2"	pvc	2	12.83	\$ 25,66
Válvula esférica 1/2	Polimex	4	2.21	\$ 8,84
Tee 63mm astore	pvc	5	4.27	\$ 21,35
Conectores 4 boquillas	Polimex	2	3.31	\$ 6,62
manguera 8mm jd	Polimex	4	0.40	\$ 0,40
Tefen 8mm	Polimex	1	1.43	\$ 1,43
Tubo macro 50mm	pvc	10	1.95	\$ 19,50
Codo macro 50mm x 90°	pvc	1	0.30	\$ 0,30
Codo macro 50mm x 45°	pvc	1	0.30	\$ 0,30
Tee macro 50mm	pvc	1	0.40	\$ 0,40
Reducción 63mm a 50mm	pvc	2	1	\$ 2,00
Codo pvc p 63 mm x 90° ec	pvc	2	1.28	\$ 2,56
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 909,34</b>

Tabla 3.24 Requerimientos de actuadores para el proyecto

<b>BOMBAS ELECTRICAS</b>	<b>MARCA</b>	<b>TIPO</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>COSTO UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Bomba Eléctrica	Temco	Caudal	1HP/2"/2"	79.31	\$ 88,82
Bomba Eléctrica	Saer	Caudal	0.5HP/1"	85	\$ 95,20
Oxigenadores	Hidon	Caudal	25.0W	30.75	\$ 153,75
Aereador	Saer	Aereador	50 W	50	\$ 50,00
Electroválvula	Aquanet	Presión	5PSI	148	\$ 148,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 535,77</b>

Tabla 3.25 Requerimientos estructurales para el proyecto

<b>ESTRUCTURA METALICA</b>	<b>COSTO UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Cabina de mando	250	\$ 250,00
Soporte para canaletas	20	\$ 60,00
Base para bandejas	200	\$ 200,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 510,00</b>

Tabla 3.26 Requerimientos eléctricos para el proyecto

<b>MATERIAL ELECTRICO</b>	<b>TIPO</b>	<b>VOLTAJE</b>	<b>COSTO UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Botoneras	Marcha	110v	2.54	\$ 17,78
Botoneras	Paro	110v	2.54	\$ 17,78
Luz piloto	Metamec	110v	2.54	\$ 10,16
Contactores	Matamec	24/110v	22.01	\$ 154,07
Relés	Camsco	24v	4.42	\$ 30,94
Base relés	Camsco	24v	1.38	\$ 9,66
Porta fusibles	Camsco	10/308110v	1.65	\$ 3,30
Fusibles	Camsco	10 amp	0,3	\$ 0,60
Selector	Camsco	110v	3,74	\$ 3,74
Borneras	Camsco	110v 12 amp	0,5	\$ 0,50
Breaker	Camsco	10 20 amp	4.87	\$ 19,48
Caja 4p	Camsco	4peco	14.73	\$ 14,73
Cable	Flexible#14	110v 12 amp	0.72	\$ 32,40
Cable gemelo	Flexible#14	110v12amp	1.20	\$ 72,00
Caja 60x40	Camsco	tablec	76	\$ 76,00
Maquilladora	Amarrillo	Pegable	2,2	\$ 2,20
Riel din	Metálica	Ranurado	2.70	\$ 2,70
Canaleta	Ploma	Ranurado	4.20	\$ 4,20
<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 472,24</b>

Tabla 3.27 Requerimientos electrónicos para el proyecto

<b>EQUIPO ELECTRONICO</b>	<b>MARCA</b>	<b>COSTO UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Plc s7200	Siemens	407,88	\$ 407,88
Modulo EM 235	Siemens	310.59	\$ 310,59
Fuente logo	Siemens	84.06	\$ 84,06
Cable s7200 USB	Siemens	173,31	\$ 173,31
Sitrans	Siemens	122	\$ 122,00
subtotal			<b>\$ 1.097,84</b>

Tabla 3.28 Requerimientos electrónicos para el proyecto

<b>SENSORES</b>	<b>MARCA</b>	<b>COSTO UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
PT100	Siemens	75	\$ 75,00
Sensor de nivel	Fabricado	50	\$ 50,00
Sensor de oxigeno	YSI PRO 20	740	\$ 740,00
Probeta polarographic	YSI PRO 20	246.68	\$ 246,68
Cable	YSI PRO 20	373.75	\$ 373,75
Importación	Sensor oxi.	430	\$ 430,00
SUBTOTAL			<b>\$ 1.915,43</b>

Tabla 3.29 Requerimientos hídricos para el proyecto

<b>HOBRA CIVIL</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
Tanque	Hormigón	\$ 100,00
Canalización	Enterrada	\$ 30,00
SUBTOTAL		<b>\$ 130,00</b>

Tabla 3.30 Requerimientos mano de obra indirecta para el proyecto

<b>MANO DE OBRA</b>	<b>COSTO</b>
Albañil	\$ 150,00
Plomero	\$ 300,00
SUBTOTAL	<b>\$ 450,00</b>

Tabla 3.31 Requerimientos mano de obra directa para el proyecto

<b>ACESORAMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
Ing. Biólogo	\$ 150,00
Ing. Acuicultura	\$ 200,00
Ing. Piscicultura	\$ 50,00
SUBTOTAL	<b>\$ 400,00</b>

Tabla 3.32 Requerimientos varios para el proyecto

<b>Varios</b>	<b>Costo</b>
Alimentación	\$ 100,00
Transporte	\$ 150,00
Imprevistos	\$ 300,00
Subtotal	<b>\$ 550,00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>7623,49</b>

### 3.8.2 Determinación de los Costos de Producción

Un conocimiento bien fundamentado de los costos debe ser la base para poner precio a los diferentes productos o servicios que la empresa ofrece a sus clientes. Conocer a fondo los costos permite determinar la relación costo/beneficio de cada producto y la rentabilidad, además de evaluar el rendimiento de cada miembro del personal. Hablar de manejo de costos es sinónimo de búsqueda permanente de un mejor aprovechamiento de los recursos invertidos e incremento de la productividad.

Es necesario pronosticar de manera realista los costos de operación globales del proyecto con la finalidad de determinar su viabilidad a largo plazo.

La organización de los costos se puede clasificar en función a la naturaleza del gasto, dividiéndose en dos grupos:

- ✓ Costos Fijos y
- ✓ Costos Variables



### a. Costos Fijos

Son aquellos en los que incurre la empresa independientemente del nivel de actividad o del nivel de producción, a este tipo de costos se los denomina así por cuanto permanecen constantes o invariables.

### b. Costos Variables

Son aquellos que varían proporcionalmente al volumen de ventas, es decir varían en función del nivel de producción. Si la producción aumenta estos costos aumentan, por el contrario, si disminuye la producción estos costos se reducen también.

Tabla 3.33 Costos de producción  
(En dólares)

DETALLE DE COSTOS	PERIODOS				
	1	2	3	4	5
<b>Producción anual de alevines</b>	<b>90.000</b>	<b>129.600</b>	<b>217.728</b>	<b>418.038</b>	<b>902.962</b>
<b>1. Costos Fijos</b>	<b>850,00</b>	<b>878,82</b>	<b>908,61</b>	<b>939,41</b>	<b>971,25</b>
<u>Mano de Obra Directa</u>	<b>400,00</b>	<b>413,56</b>	<b>427,58</b>	<b>442,07</b>	<b>457,06</b>
<u>Costos Generales de Fabricación:</u>					
<u>Mano de Obra Indirecta</u>	450,00	465,26	481,03	497,33	514,19
<b>2. Costos Variables</b>	<b>5.990,62</b>	<b>6.193,70</b>	<b>6.403,67</b>	<b>6.403,67</b>	<b>6.845,20</b>
Materia Prima Directa	420,00	434,24	448,96	464,18	479,91
Materia Prima Indirecta	5.570,62	5.759,46	5.954,71	6.156,57	6.365,28
<b>TOTAL</b>	<b>6.840,62</b>	<b>7.072,52</b>	<b>7.312,28</b>	<b>7.560,16</b>	<b>7.816,45</b>

Los costos de producción tanto fijos como variables están calculados en función de proyecciones realizadas mediante 5 periodos de vida útil del proyecto, con la tasa de inflación que corresponde al 3.39% dato tomado del Banco Central del Ecuador del presente año.

### 3.8.3 Costos Unitarios de Producción

Para determinar el costo unitario del alevín se debe considerar los costos totales de producción fraccionado para la producción anual, este cálculo permite identificar cuanto le cuesta a la empresa producir una unidad, y cuál será su posible utilidad.

A continuación se detalla su cálculo:

$$\text{C.U.P.} = \frac{\text{CT}}{\text{QT}} \quad \text{Ec.3.1}$$

**Donde:**

**C.U.P.** = Costo Unitario de Producción

**C.T.** = Costo Total

**Q.T.** = Cantidad Total a producir

Tabla 3.34 Costos unitarios de producción  
(En dólares)

DETALLE	PERIODOS				
	1	2	3	4	5
Costo Total	6.840,62	7.072,52	7.312,28	7.560,16	7.816,45
Producción Anual	90.000	129.600	217.728	418.038	902.962
<b>Costo Unitario</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>

## 3.9 EVALUACIÓN FINANCIERA

### 3.9.1 Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)

Para calcular la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento se aplicara la siguiente fórmula:

**Datos consultados en el banco central**

**Tasa Activa** = 8.25% año 2013(Dato del banco central del Ecuador)

**Tasa Pasiva** = 4.51% año 2013(Dato del banco central del Ecuador)

**Riesgo del Negocio en piscicultura** = 5%(Dato del banco central del Fomento riesgo que se corre para proyectos de piscicultura)

### Ec.3.2

$$T.M.A.R. = (Pr om . de Tasa Activa + Pr om . de Tasa Pasiva ) / 2 + \% Riesgo Negocio$$

$$T.M.A.R. = (8,25 \% + 4,51) / 2 + 5,00 \%$$

$$T.M.A.R. = 11,38 \%$$

En el presente estudio la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento es del 11,38% porcentaje obtenido de la sumatoria entre la tasa activa que se encuentra en 8,25%(Dato del banco central del Ecuador) y la tasa pasiva en 4,51%(Dato del banco central del Ecuador) esto promediado para 2 más el porcentaje de riesgo del negocio del 5%%(Dato del banco central del Fomento)

se determina el rendimiento del proyecto.

### 3.9.2 Valor Actual Neto (VAN)

Para determinar el Valor Actual Neto de la Inversión se aplica la siguiente fórmula:

$$V.A.N. = \frac{1FE_0}{(1+i)^0} + \frac{1FE_1}{(1+i)^1} + \frac{1FE_2}{(1+i)^2} + \frac{1FE_n}{((1+i)^n)} \quad \text{Ec.3.3}$$

**Donde:**

**FE** = Flujos de Efectivo desde año 0

**N** = Años de vida útil

**(1+i)** = Factor de actualización

**i** = Tasa de descuento en base a una TMAR.

Para deducir el Valor Actual Neto se requiere aplicar un promedio entre la tasa activa y pasiva que representa el 6.38%(Suma de tasa activa + pasiva) mas el porcentaje de riesgo del negocio del 5%(Dato de banco del fomento) se obtiene un factor de actualización del 11.38%.

Datos: VAN 1

Tabla 3.35 Variables del porcentaje tasa activa, pasiva (van 1)

<b>Variables</b>	<b>Porcentaje</b>
Tasa activa + tasa pasiva	6,38%
Riesgo negocio	5%
<b>TMAR</b>	<b>11,38%</b>

Tabla 3.36 Valor actual neto (van1)

<b>Años</b>	<b>Flujos de efectivo</b>	<b>Factor de actualización</b>	<b>Flujos de efectivo actualizados</b>	<b>Flujos de efectivo actualizados acumulados</b>
0	(7.623,49)	1	(7.623,49)	(7.623,49)
1	7.623,49	0,898	6.844,58	(778,91)
2	7.623,49	0,806	6.145,25	5.366,34
3	7.623,49	0,724	5.517,37	10.883,71
4	7.623,49	0,650	4.953,65	15.837,35
5	7.623,49	0,583	4.447,52	<b>20.284,87</b>

Tabla 3.37 Factor de actualización van 1

<b>Factor de actualización 11,38%</b>			
$1/(1+0.1138)^0$	1,000	<b>0,1138</b>	<b>1</b>
$1/(1+0.1138)^1$	0,898	1,114	<b>0,898</b>
$1/(1+0.1138)^2$	0,806	1,241	<b>0,806</b>
$1/(1+0.1138)^3$	0,724	1,382	<b>0,724</b>
$1/(1+0.1138)^4$	0,650	1,539	<b>0,650</b>
$1/(1+0.1138)^5$	0,583	1,714	<b>0,583</b>

Mediante la fórmula aplicada se determina que el Valor Actual Neto es de \$20.284.87 dólares lo que indica que el proyecto cuenta con un buen rendimiento, sobre lo mínimo exigido, porque su resultado tiende a ser positivo y mayor que 0, lo cual viabiliza la ejecución del proyecto

### 3.9.3 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para la determinar la Tasa Interna de Retorno se emplea la siguiente fórmula:

$$T.I.R = r^2 + \left\{ (r_2 - r_1) * \frac{VAN_1}{VAN_1 - VAN_2} \right\} \quad \text{Ec.3.4}$$

**Donde:**

**r1** = Tasa de descuento 1

**r2** = Tasa de descuento 2

**VAN1** = Primer Valor Actual Neto

**VAN2** = Segundo Valor Actual Neto

Datos:

Tabla 3.38 Variables del porcentaje tasa activa, pasiva (van 2)

<b>Variables</b>	<b>Porcentaje</b>
Tasa activa + tasa pasiva	6,38%
Riesgo negocio	9%
<b>TMAR</b>	<b>15,38%</b>

Para calcular la Tasa Interna de Retorno es necesario aplicar un segundo Valor Actual Neto, el mismo que se lo calcula mediante el promedio entre la tasa activa y pasiva que representa el 6.38% más el porcentaje de riesgo del negocio del 9% obteniendo un factor de actualización del 15.38%

Tabla 3.39 Valor actual neto (van2)

<b>Años</b>	<b>Flujos de efectivo</b>	<b>Factor de actualización</b>	<b>Flujos de efectivo actualizados</b>	<b>Flujos de efectivo actualizados acumulados</b>
0	(7.623,49)	1	(7.623,49)	(7.623,49)
1	7.623,49	0,867	6.607,29	(1.016,20)
2	7.623,49	0,751	5.726,55	4.710,35
3	7.623,49	0,651	4.963,21	9.673,55
4	7.623,49	0,564	4.301,62	13.975,17
5	7.623,49	0,489	3.728,22	<b>17.703,38</b>

Tabla 3.40 Factor de actualización van 2

<b>Factor de Actualización 15,38%</b>			
		<b>0,1538</b>	
$1/(1+0.1538)^0$	1,000		<b>1</b>
$1/(1+0.1538)^1$	0,867	1,154	<b>0,867</b>
$1/(1+0.1538)^2$	0,751	1,331	<b>0,751</b>
$1/(1+0.1538)^3$	0,651	1,536	<b>0,651</b>
$1/(1+0.1538)^4$	0,564	1,772	<b>0,564</b>
$1/(1+0.1538)^5$	0,489	2,045	<b>0,489</b>

A través del cálculo aplicado se establece que el segundo Valor Actual Neto tiende a ser de \$17.703.38 dólares lo que indica que el proyecto sigue contando con un buen rendimiento, sobre lo mínimo exigido, porque su resultado tiende a ser positivo y mayor que 0.

**r1** = 11.38%

**r2** = 15.38%

**VAN1** = 20.284.87

$$\text{VAN}_2 = 17.703.38$$

$$T.I.R = r_2 + \left\{ (r_2 - r_1) * \frac{VAN_1}{VAN_1 - VAN_2} \right\}$$

$$T.I.R = 0.1538 + \left\{ (0.1538 - 0.1138) * \frac{20284.8}{20284.87 - 17703.38} \right\}$$

$$T.I.R. = 0.1538 + (0.04 * 7.857814673)$$

$$T.I.R. = 0.4681125869 * 100\%$$

$$T.I.R. = 46.81\%$$

La Tasa Interna de Retorno tiende a ser de 46.81% porcentaje que es mayor al costo de oportunidad del dinero, es decir, a la tasa pasiva que ofrecen las instituciones bancarias en el país que llega a ser de 4,51% anual, frente a una Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento del proyecto del 11,38%, concluyendo que el proyecto en el ámbito financiero es rentable.

### 3.9.4 Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

Para determinar el Periodo de Recuperación de la Inversión se aplica la siguiente fórmula:

#### Datos:

Año del último flujo actual acumulado = 1

Primer flujo de efectivo actual acumulado positivo = 20284.87

Inversión Inicial Total = 7623.49

### Ec.3.5

$$P.R.I = \text{Año del último flujo} + \frac{\text{Primer flujo de efectivo act acum positivo}}{\text{Inversión Inicial Total}}$$

*actual acum . negativo*

$$P.R.I = 1 + \frac{20284.87}{7623.49}$$

$$P.R.I = 1 + 2.660837753$$

$$P.R.I = 3.660837753$$

$$P.R.I = 3 \text{ años } ,7 \text{ meses } ,27 \text{ días}$$

$$0.66 * 12 = 7.92 \text{ meses}$$

$$0.92 * 30 = 27 \text{ días}$$

El Plazo de Recuperación de la Inversión es de 3 años, 7 meses, y 27 días, periodo que se encuentra dentro de los cinco años de vida útil de la empresa, lo cual posibilita recuperar la inversión en un mínimo de tiempo y llevar a cabo la ejecución del proyecto.



## **CAPITULO 4**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- Se logro implementar un sistema eficiente y controlado en la reproducción de truchas en su etapa de fecundación eclosión y alevinaje, aplicando procesos de control y monitoreo así implicando a la electromecánica en la piscicultura.
- Con el sistema implementado se ha logrado disminuir casi en su totalidad los niveles de mortalidad, gracias a los datos que se ha obtenido de los transductores de temperatura y oxígeno que son las variables más importantes en la etapa de alevinaje, determinando un 98.6% de natalidad de truchas y apenas un 2.4% de mortalidad.
- La implementación del sistema no está solo centralizada en el control y monitoreo, sino que ha sido diseñada para mejorar en tamaño y peso en un 2% según el sexo del pez en las condiciones hídricas y fitosanitarias, en espacios de habita óptimos destinados a un desenvolvimiento completo de los mismos.
- Con la implementación de las instalaciones hídricas se ha garantizado los tiempos de crianza y reproducción con un verdadero funcionamiento, tanto en el área hídrica como en la de control y monitoreo.
- Se logró adquirir los implementos que cumplan con las condiciones de diseño y costos para el proyecto y no originen daño alguno al medio ambiente de la zona, ya que el agua es devuelta a su cauce normal del río en porcentajes del 0,7% de amoniaco que es lo que contienen las eses de la trucha así como también que cumplan con las normas fitosanitarias y no causen ninguna contaminación al estar involucradas directamente en el proceso de alevinaje causando enfermedades como la de la mancha blanca.

- Se logró visualizar y monitorear en estado real las variables que están involucradas en el proceso como la temperatura el nivel del agua y también saber el estado de nuestros actuadores en el sistema como bombas oxigenadores aireadores, atreves de un HMI y a su vez acondicionadas con plataformas de interfaces de comunicación PC Access y Lab VIEW
- Se determinó que el nivel adecuado de agua en los tanques es de 800 ltrs con un ingreso de 0,19 ltrs/s y la temperatura más apta es a 11.8°C y el oxígeno entre 5.5 ppm a 7.8ppm mejora exitosamente la eclosión de ovas, el alevinaje y prealevinaje en la reproducción de truchas los cuales son datos propios que se tabularon en la Finca San Nicolás.
- Se determinó que el proceso se debe desarrollar en el laboratorio con una iluminación muy baja y por ningún motivo deben de recibir los rayos directos del sol ya que esto causará deformaciones o muerte a los alevines.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a futuro que el proyecto debe de contar con un sistema de evacuación y transporte de alevines hacia las piscinas de siembra con canales abiertos de reboce lento para evitar pérdidas de alevines, en este proceso.
- Se sugiere crear una base de datos de las temperaturas y oxígeno de todo el año en las diferentes estaciones, de verano, e invierno para llevar un registro de los meses más aptos para la eclosión y alevinaje de trucha.
- Al realizar nuestro monitoreo del sistema lo realizamos con nuestra PC, sería recomendable en lo posterior incrementar un panel de visualización de datos ya que estas pantallas tienen un bajo consumo de energía y podrían estar prendidas las 24 horas del día y así monitorear constantemente nuestro sistema
- Seguir las instrucciones del manual de operación tanto en la parte hídrica, como en el control y monitoreo del sistema, ya que si existe una

mala manipulación en las válvulas de entrada a los estanques tendrán a rebosar de igual manera en las válvulas de desagüe tenderán a bajar el nivel innecesariamente y lo cual conllevara a la activación de oxigenadores

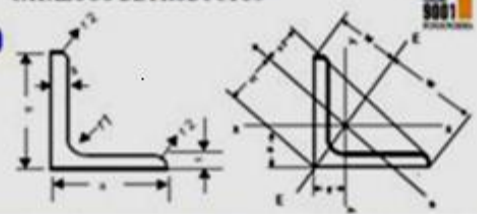
- En el caso de la fuente hídrica lotica (agua de río) se encuentre en un estado de turbidez avanzado, se tendrá que cerrar el sistema de entrada de agua y auto sustentarse con el tanque de reserva de 2000ltrs y los actuadores del sistema hasta cuando se normalice el agua del proyecto
- Al manipular la membrana de oxígeno YSI PRO 20 llene una nueva tapa de membrana con solución para el sensor de O<sub>2</sub> y tenga mucho cuidado de no tocar la superficie de la membrana.
- Si al comenzar a tomar datos con el sensor de oxígeno, nos muestra en la pantalla NIVEL ALTO, o NIVEL BAJO, es recomendable apagar el equipo y desarmar la membrana con mucho cuidado y agitar la solución electrolítica que contiene el mismo para evitar las burbujas que puedan producirse en el ensamblado.
- El sensor de nivel Max Sonar Ez1 está diseñado para medir una distancia de 254”(6m) se recomienda calibrar a una distancia entre agua y sensor a 6cm a 10cm que es la distancia en la cual podemos monitorear nuestro sistema.
- La electroválvula cuando no exista suministro de energía tendera a cerrarse lo cual podemos ponerla en la opción de manual y así no quede cerrada nuestra válvula de desagüe del sistema.
- Para activar nuestra bomba de recirculación primero se tendrá que cerrar la electroválvula y abrir las 5 válvulas de desagüe de los estanques para poder abastecer a nuestro tanque colector de recirculación.

Tabla a.1 Propiedades del acero estructural ASTM A-36

<i>Material ASTM número productos</i>	<i>Resistencia última xy</i>		<i>Resistencia a la cedencia xy</i>		<i>Porcentaje de alargamiento en 2 plg</i>
	<i>Ksi</i>	<i>MPa</i>	<i>Ksi</i>	<i>MPa</i>	
A 36 – Perfiles placas y barras de acero al carbón	58	400	36	248	21
A242 – Perfiles placas y barras de baja aleación y alta resistencia ≤3/4 plg de espesor	70	483	50	345	21
¾ a 1 ½ plg de espesor	67	462	46	317	21
1 1/2 a 4 plg de espesor	63	434	42	290	21
A 500 tubería estructural formada en frío					
Redonda grado A	45	310	33	228	25
Redonda grado B	58	400	42	290	23
Redonda grado C	62	427	46	317	21
Perfilada grado A	45	310	39	269	25
Perfilada grado B	58	400	46	317	23
Perfilada grado C	62	427	50	345	21
A501-Tubería estructural formada en caliente redonda o perfilada	58	400	36	248	23
A 514 Placa de acero aleado templado y enfriado de alta resistencia a la cadencia					
≤2 ½ plg de espesor	110	758	100	690	18
2 ½ a 6 plg de espesor	100	690	90	620	16
A 572 – Perfiles placas y barras de acero de baja aleación de columbio virado de alta resistencia					
Grado 42	60	414	42	290	24
Grado 50	65	448	50	345	21
Grado 60	75	517	60	414	18
Grado 65	80	552	65	448	17

ESPE 2013

Tabla a-2 Momentos de inercia para ángulos

<p>HIERROBECO, C.A. <span style="float: right;">CATALOGO DE PRODUCTOS</span></p> <p><b>ÁNGULOS</b>(De alas Iguales)</p> <p>Calidad ⇨ COVENIN 1036 - 2005                      ⇨ ASTM - A - 36. ⇨ ST - 37 - 2                      Longitud de 12 y 6 metros. L= Medida de la ala x medida espesor.</p> <p>✓ <b>NACIONALES.</b></p> 																		
L	Dimensiones				ÁREA	PESO	Distancia de los ejes				Momento respecto a los ejes							
	a	s	r1	r2	cm <sup>2</sup>	Kg/m	e	w	v1	v2	x-x=y-y	E-E	n-n					
							cm	cm	cm	cm	I <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	R <sub>x</sub>	I <sub>E</sub>	R <sub>E</sub>	I <sub>a</sub>	R <sub>a</sub>	S <sub>a</sub>
											cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
20x3	20	3.0	3.5	2.0	1.12	0.88	0.60	1.41	0.85	0.70	0.39	0.28	0.59	0.62	0.74	0.15	0.18	0.37
25x3	25	3.0	3.5	2.0	1.42	1.12	0.73	1.77	1.03	0.87	0.79	0.45	0.75	1.27	0.95	0.31	0.30	0.47
30x3	30	3.0	5.0	2.5	1.74	1.36	0.84	2.12	1.18	1.04	1.41	0.65	0.90	2.24	1.14	0.57	0.48	0.57
35x4	35	4.0	5.0	2.5	2.67	3.04	1.00	2.47	1.53	1.27	4.14	1.71	1.04	6.5	1.30	1.77	1.16	0.68
40x4	40	6.0	6.0	3.0	3.87	3.52	1.20	2.83	1.70	1.43	6.33	2.26	1.19	9.98	1.49	2.67	1.57	0.77
50x4	50	4.0	7.0	3.5	4.08	5.15	1.49	3.54	2.11	1.75	11.00	5.27	1.49	23.1	1.88	6.02	2.85	0.96
65x5	65	5.0	9.0	4.5	6.65	6.83	1.85	4.60	2.62	2.29	24.96	7.18	1.96	53.0	2.47	13.8	5.27	1.26
75x7	75	7.0	10.0	5.0	11.50	9.03	2.13	5.30	3.01	2.63	52.40	9.67	2.26	93.30	2.85	24.4	8.11	1.46
90x7	90	7.0	11.0	5.5	12.20	9.62	2.45	6.36	3.46	2.65	92.50	14.3	2.75	147	3.46	38.0	11.0	1.77
100x8	100	8.0	12.0	6.0	19.20	15.10	2.82	7.07	3.99	3.54	177	24.7	3.04	280	3.82	73.3	18.40	1.95

ESPE 2013

ANEXO A-3

Ángulos de hierro de placas iguales

Pag. 3 de 9

Tabla a.3 Dimensiones de ángulos de placas iguales

Ángulos	Dimensiones			Sección	Peso	Valores estáticos		
	a	e	$e_x=e_y$	F	G	$J_x=J_y$	J1	J2
	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>
5/8" x 1/8"	15,9	3,2	0,51	0,91	0,7	0,20	0,09	0,31
3/4" x 1/8"	19,1	3,2	0,58	1,11	0,9	0,37	0,17	0,57
7/8" x 1/8"	22,2	3,2	0,66	1,31	1,0	0,58	0,31	0,94
1" x 1/8"	25,4	3,2	0,75	1,51	1,2	0,91	0,38	1,44
1" x 3/16"	25,4	4,8	0,81	2,19	1,8	1,25	0,55	1,96
1" x 1/4"	25,4	6,4	0,85	2,81	2,2	1,50	0,67	2,33
1 1/4" x 1/8"	31,7	3,2	0,91	1,92	1,5	1,83	0,74	2,93
1 1/4" x 3/16"	31,7	4,8	0,97	2,80	2,2	2,54	1,08	4,07
1 1/4" x 1/4"	31,7	6,4	1,01	3,67	2,9	3,13	1,37	4,9
1 1/2" x 1/8"	38,1	3,2	1,07	2,32	1,8	3,25	1,30	5,17
1 1/2" x 3/16"	38,1	4,8	1,13	3,40	2,7	4,58	1,86	7,26
1 1/2" x 1/4"	38,1	6,4	1,18	4,44	3,4	5,78	2,43	9,09
1 3/4" x	44,4	3,2	1,23	2,73	2,1	5,24	2,11	8,35

ESPE 2013

ANEXO A-4

Ángulos de hierro de placas iguales

Pag. 4 de 9

1 3/4" x 3/16"	44,4	4,8	1,29	4,00	3,25	7,45	3,03	11,84
2" x 1/8"	50,8	3,2	1,39	3,13	2,52	7,91	3,18	12,64
2" x 3/16"	50,8	4,8	1,45	4,61	3,6	11,33	4,61	18,05
2" x 1/4"	50,8	6,4	1,50	6,05	4,7	14,48	5,93	22,96
2 1/4" x 3/16"	57,1	4,8	1,60	5,21	4,1	16,23	6,52	26,12
2 1/4" x 1/4"	57,1	6,4	1,68	6,85	5,4	21,23	8,62	33,40
2 1/2" x 3/16"	63,5	4,8	1,76	5,82	4,6	22,77	9,22	36,28
2 1/2" x 1/4"	63,5	6,4	1,82	7,66	6,1	29,26	12,00	46,59
3" x 1/4"	76,2	6,4	2,14	9,27	7,3	51,60	20,90	82,58
3" x 5/16"	76,2	7,9	2,20	11,47	9,1	62,80	25,83	100,03
3" x 3/8"	76,2	9,5	2,26	13,60	10,7	73,20	30,21	116,21
3 1/2" x 1/4"	88,9	6,4	2,46	10,89	8,6	83,60	33,76	133,47
3 1/2" x 5/16"	88,9	7,9	2,51	13,49	10,7	101,90	41,28	162,42
3 1/2" x 3/8"	88,9	9,5	2,57	16,02	12,6	119,40	48,44	189,55
4" x 1/4"	101,6	6,4	2,75	12,48	9,8	124,23	50,03	198,44
4" x 5/16"	101,6	7,9	2,84	15,50	12,2	154,60	62,54	246,68
4" x 3/8"	101,6	9,5	2,90	18,44	14,6	181,30	73,80	288,43
4" x 1/2"	101,6	12,7	3,00	24,19	19,0	231,40	95,79	367,43

ESPE 2013

**ANEXO A-5**

**Espesores de tuberías**

**Pag. 5 de 9**

**Tabla 1.a Diámetros y espesores tubería pvc cedula 40**

DIÁMETRO NOMINAL D	DIÁMETRO NOMINAL EQUIVALENTE <sup>1)</sup>	RELACIÓN DIMENSIONAL ESTÁNDAR SDR <sup>2)</sup>													
		SDR 41		SDR 27,6		SDR 21		SDR 17		SDR 13,6		SDR 11		SDR 9	
		PRESIÓN NOMINAL PN <sup>3)</sup>													
		PN 4		PN 6		PN 8		PN 10		PN 12,5		PN 16		PN 20	
mm	pulgadas	Espe	Peso	Espe	Peso	Espe	Peso	Espe	Peso	Espe	Peso	Espe	Peso	Espe	Peso
		mínimo	medio	mínimo	medio	mínimo	medio	mínimo	medio	mínimo	medio	mínimo	medio	mínimo	medio
mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m
16	3/8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	0,10
20	1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	0,14
25	3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	0,17	2,8	0,20
32	1	-	-	-	-	-	-	2,3 <sup>4)</sup>	0,23	2,4	0,24	3,0	0,28	3,6	0,33
40	1 1/4	-	-	-	-	2,3 <sup>4)</sup>	0,29	2,4	0,30	3,0	0,36	3,7	0,44	4,5	0,52
50	1 1/2	-	-	2,3 <sup>4)</sup>	0,37	2,4	0,38	3,0	0,46	3,7	0,56	4,6	0,68	5,6	0,81
63	2	-	-	2,3	0,47	3,0	0,59	3,8	0,73	4,7	0,89	5,8	1,07	7,1	1,28
75	2 1/2	-	-	2,8	0,66	3,6	0,84	4,5	1,03	5,6	1,26	6,8	1,51	8,4	1,81
90	3	2,3	0,68	3,3	0,94	4,3	1,20	5,4	1,49	6,7	1,82	8,2	2,18	10,1	2,61
110	4	2,7	0,96	4,0	1,38	5,3	1,80	6,6	2,21	8,1	2,68	10,0	3,23	12,3	3,88
125	5	3,1	1,25	4,6	1,80	6,0	2,32	7,4	2,83	9,2	3,45	11,4	4,20	14,0	5,01

**Tabla 2.a Factor de fricción en tuberías de plástico**

Tamaño nominal de la tubería en pulg.	Factor de fricción Ft
1/2	0.027
3/4	0.025
1	0.023
1" 1/4	0.022
1" 1/2	0.021
2"	0.019
2"1/2. 3	0.018
3"1/2. 4	0.017
5"	0.016
6"	0.015
8"-10"	0.014
12"-16"	0.013
18"-24"	0.012

ESPE 2013



*Tabla 3.a Resistencia de accesorios válvulas codos  
acoplamientos*

<b>TIPO</b>	<b>Longitud equivalente en diámetros de tubería log/D</b>
Válvula de globo abierta por completo	340
Válvula de ángulo abierta por completo	150
Válvula de compuerta abierta por compuerta	8
$\frac{3}{4}$	35
$\frac{1}{2}$	160
$\frac{1}{4}$	900
Válvula de verificación- tipo giratorio	100
Válvula de verificación- tipo bola	150
Válvula mariposa abierta por completo de 2 a 8 pulg	45
10 a 14 pulg.	35
16 a 24 pulg	25
Válvula de pie tipo disco de vástago	420
Válvula de pie tipo disco de bisagra	75
Codo estándar a 90°	30
Codo a 90° de radio largo	20
Codo roscado a 90°	50
Codo estándar a 45°	16
Codo roscado a 45°	26
Vuelta cerrada en retorno	50
Te estándar con flujo directo	20
Te estándar con flujo en el ramal	60
<b>ESPE 2013</b>	
<b>ANEXO A-7</b>	<b>Factor de fricción de tuberías</b>
<b>Pag. 7 de 9</b>	

*Tabla 4.a Dimensiones de tuberías plástica PVC cedula 40*

Tamaño de tubería en pulg.	Diámetro exterior (pulg)	Diámetro exterior (mm)	Espesor de pared (pulg)	Espesor de pared (mm)	Diámetro interior (pulg)	Diámetro Interior (pies)
1	1.315	33.4	0.133	3.38	1.029	0.0574
2	2.375	60.3	0.154	3.91	2.067	0.1723
3	3.500	100.9	0.216	5.49	3.068	0.2537

*Tabla.5.a Espesores de Tubería PVC Según ASTM 1785*

Diámetro nominal	SCH 40	(psi)	SCH 80	(psi)
½"	2.77	(600)	3.73	(850)
¾"	2.87	(480)	3.91	(690)
1"	3.38	(450)	4.55	(630)
2"	3.91	(280)	5.54	(400)

ESPE 2013

*Tabla 6.a. Valores de diseño de la rugosidad de tubos*

<b>Material</b>	<b>Rugosidad <math>\epsilon</math> (m)</b>	<b>Rugosidad <math>\epsilon</math> (pie)</b>
Vidrio	liso	liso
Plástico	$3.0 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-6}$
Tubo extruido cobre latón acero	$1.5 \times 10^{-6}$	$5.0 \times 10^{-6}$
Acero comercial	$4.6 \times 10^{-5}$	$1.5 \times 10^{-4}$
Hierro galvanizado	$1.5 \times 10^{-4}$	$5.0 \times 10^{-4}$
Hierro cubierto	$1.2 \times 10^{-4}$	$4.0 \times 10^{-4}$
Hierro no cubierto	$2.4 \times 10^{-4}$	$8.0 \times 10^{-4}$
Concreto bien fabricado	$1.2 \times 10^{-4}$	$4.0 \times 10^{-4}$
Acero remachado	$1.8 \times 10^{-3}$	$6.0 \times 10^{-3}$

ESPE 2013

**ANEXO A-9**

**Características de cables AWG**

**Pag. 1 de 9**

*Tabla.7.a Características Cables AWG*

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm)	Número espiras cm	Kg. Por km	Resistencia ( $\Omega$ /Km)	Capacidad (Amp)
0000	11,86	107,2			0,158	319
000	10,40	85,3			0,197	240
00	9,226	67,43			0,252	190
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2				295	1,50	96
3				237	1,63	78
4				188	0,80	60
5				149	1,01	48
6				118	1,27	38
7				94	1,70	30
8				74	2,03	24
9				58,9	2,56	19
10				46,8	3,23	15
11				32,1	4,07	12
12				29,4	5,13	8,6
13	1,828	2,63		23,3	6,49	5,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	4,3
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6

ESPE 2013

ANEXO B-1

Manual de operación del proyecto

Pag. 1 de 11

## MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO



El siguiente manual está elaborado para la utilización fácil y sencilla del sistema implementado en el control y monitoreo de niveles de agua, temperatura y oxígeno y poder operar en una forma adecuada desde luego brindar un mantenimiento cuando este lo amerite.

### Operación de la parte hídrica del sistema

#### a. Operación de válvulas

##### Apertura de válvula de desagüe independientes

Las válvulas de los 5 estanques de slevines I, II, III, IV, V deben estar cerradas en su totalidad, solo se abrirá cuando se desee limpiar los tanques o necesitemos recircular la misma agua para sustentar el sistema.

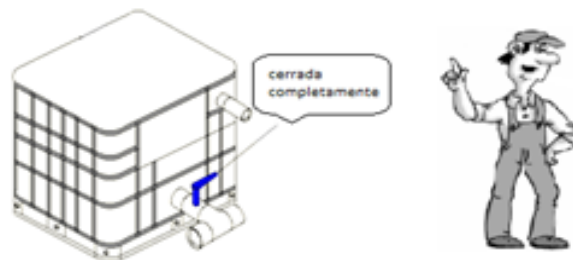


Figura. a.1 Apertura de la válvula de desagüe

ESPE 2013

ANEXO B-2

Manual de operación del proyecto

Pag. 2 de 11

**b. Apertura de válvula de entrada de agua a los estanques independientes**

1.- Las válvulas de los 5 tanques de alevines I, II, III, IV, V deben estar abiertos a la mitad, ya que si cualquiera de ellas abrimos más de lo mencionado los vertederos restantes, se quedaran sin alimentación de agua, estas válvulas se serraran solo en caso de mantenimiento o cuando el agua este demasiado turbia, ver fig.a.2

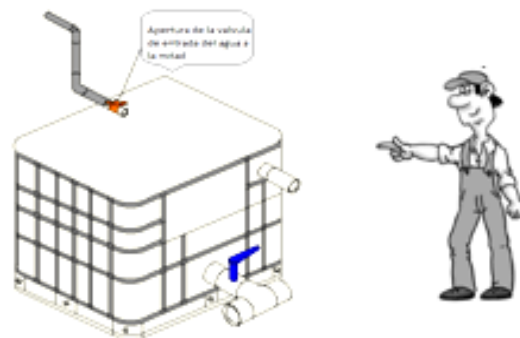


Fig.a.2 Apertura de la válvula de entrada a la mitad

**c. Apertura de válvula de salida de agua al reoxigenador**

1.- Las válvulas de los 5 estanques de alevines I, II, III, IV, V deben estar abiertas en su totalidad, para evitar desbordes de agua y su vez de alevines.

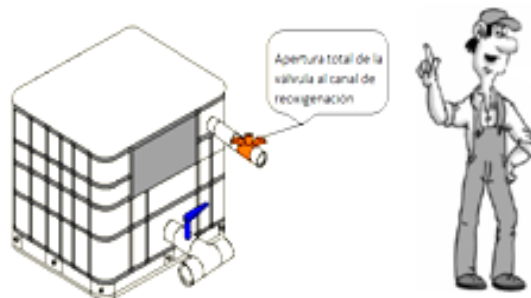


Figura. a.3 Apertura de válvula de salida de agua al reoxigenador

ESPE 2013

ANEXO B-3

Manual de operación del proyecto

Pag. 3 de 11

a. **Apertura de válvulas de entrada de agua a las eclosionadora**  
 1.- Las 8 válvulas de las bandejas de los huevos de trucha deben estar abiertas en un 50% de su apertura total, para evitar el desborde del agua lo aconsejable es manejar 130 litros por bandeja, ya que en ellas existen oxigenadores que deben estar sumergidos en el agua para poder trabajar.

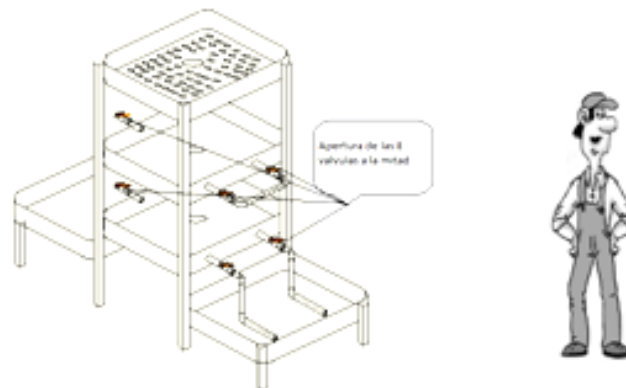


Figura.a.4 Apertura de válvulas a la mitad de la eclosionadora  
**Operación Manual del tablero de control**



Figura. a.5 Tablero de control del sistema

Para la fácil operación de nuestro tablero de control y monitoreo se a dividido en dos mandos el uno que es manualmente y el otro en automático a continuación detallamos el mismo.

Oxigenadores del 1 al 5

Bomba de Principal de recirculación(Motor principal)

Apertura y cierre de electroválvula del sistema

**ESPE 2013**

**ANEXO B-4**

**Manual de operación del proyecto**

**Pag. 4 de 11**

**a. Operación Oxigenadores del 1 al 5**

La operación manual de los oxigenadores que hemos implementado en nuestro sistema está dividida en 5 oxigenadores, que están instalados en los tanques de alevinaje I, II, III, IV, V nuestro selector tendrá que estar en modo manual, para poder activar o desactivar cualquiera de los 5 oxigenadores del sistema con un simple pulso.



Figura. a.6 Operación de oxigenadores del 1 al 5

**b. Operación de bomba de recirculación.**

Para poner en marcha nuestra bomba de recirculación, primeramente nuestra electroválvula tiene que estar completamente cerrada, para poder almacenar agua y luego activar la misma



Figura. a.7 Operación de bomba de recirculación

**c. Operación de Electroválvula**

La operación de nuestra electroválvula está relacionada con la puesta en marcha de nuestra bomba de recirculación, ya que nuestra válvula estará siempre abierta y cuando se desee activar la recirculación, procederemos a cerrarla desde nuestro tablero de control.

ESPE 2013

ANEXO B-5

Manual de operación del proyecto

Pag. 5 de 11





Figura.a.8 Operación Electroválvula (Modo Automático)

**d. Visualización de niveles de agua en tableros de control**

En nuestro tablero de control y monitoreo disponemos de 3 visualizadores de nivel, marcados con los números del 1 al 3 el numero 1 indicara un nivel de agua alto en los tanques, el 2 un nivel medio y el tres un nivel bajo en este nivel se encenderán automáticamente los oxigenadores, hasta cuando el nivel del agua suba a 1 de lo contrario seguirán prendidos no olvide poner el selector en automático.



Figura.a.9 Control de niveles de agua en tablero de control

**e. Control de oxigenadores de bandejas eclosionadoras**

Su función es la de controlar el aumento o disminución de oxígeno en las bandejas de eclosión.



Figura.a.10 Controlador de oxigenadores para eclosionadora

ESPE 2013

ANEXO B-6

Manual de operación del proyecto

Pag. 6 de 11

## OPERACION DE LA PLATAFORMA DE CONTROL Y MONITOREO EN LABVIEW

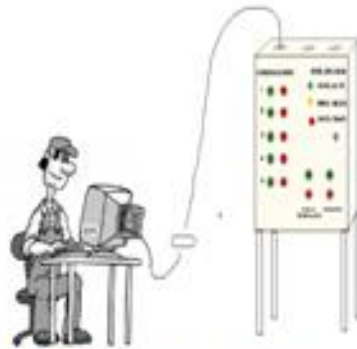


Figura. a.11 Operación de control y monitoreo en LabVIEW

Para la operación en nuestro sistema HMI es necesario tomar en cuenta nuestro siguiente diagrama de bloques

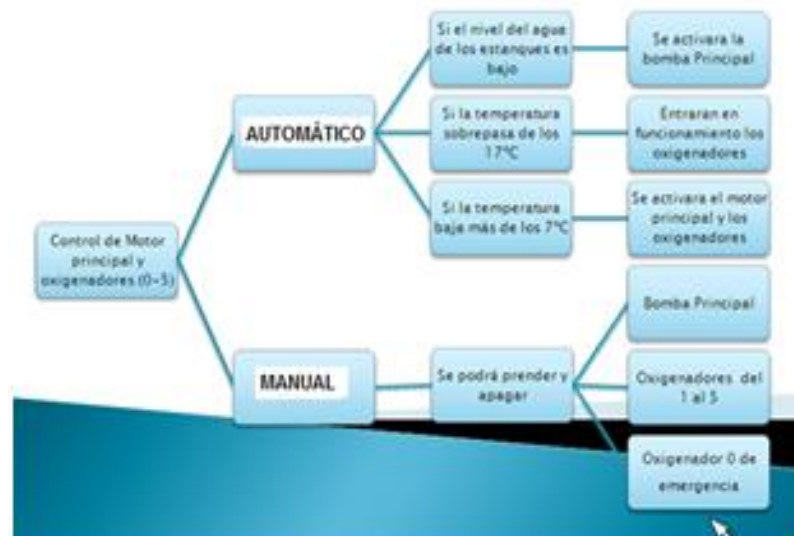


Figura. a.12 Diagrama de bloques del sistema

ESPE 2013

ANEXO B-7

Manual de operación del proyecto

Pag. 7 de 11

Nuestro sistema a parte de tener un control manual y automático también dispone de una interface de comunicación con una nuestra PC, lo cual permitirá visualizar datos en forma real como son la temperatura del agua el nivel que existe en los tanques y la oxigenación de los mismos. Ahora bien como primer paso debemos asegurarnos que nuestro cable de comunicación Rs 232 este correctamente conectado desde nuestro PLC un la PC y comprobar si existe la comunicación entre los mismos.



Figura. a.13 Pantalla de inicio de LabVIEW

Luego de dar un clic aparecerá la pantalla de control monitoreo y visualización en (Fron panel) panel frontal.

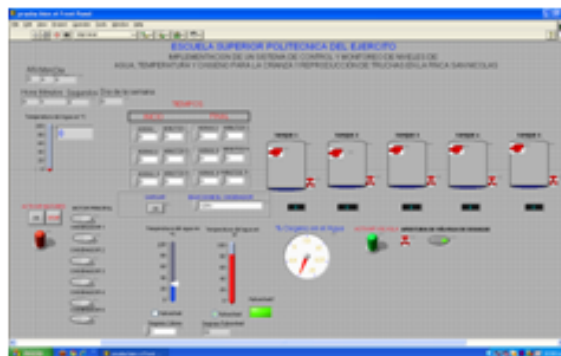


Figura. a.14 Pantalla de control y monitoreo del sistema

La pantalla siguiente a sido diseñada para el control, el monitoreo y la visualización de temperatura, nivel y oxígeno del agua en tiempo real como el encendido temporizado y apagado en forma manual y automática de oxigenadores y motor principal.

ESPE 2013

ANEXO B-8

Manual de operación del proyecto

Pag. 8 de 11



Figura. a.15 Partes de la pantalla del sistema

**a. Monitoreo de la temperatura en tiempo real**

Nuestro sistema ha sido diseñado para poder monitorear a que temperatura está ingresando el agua, a cada uno de los tanques dicho valor lo podemos observar gráficamente y digitalmente, en tiempo real la temperatura que nos dé en nuestro tanque base será la igual en los demás, por estar utilizando la misma línea de agua para todo el proyecto



Figura.s.16 Monitoreo de la temperatura

### Monitoreo del nivel del agua de los estanques en tiempo real

Nuestro dato de el nivel del agua en los estanques, a sido bosquejada para poder monitorear gráficamente, ya que los 5 estanques están relacionados, si existe variación de nivel en uno ocurrirá con los demás.



Figura.a.17 Monitoreo del nivel del agua en los estanques

### Control de oxigenadores y bomba a través de buttons (Rocker)

Para el control de los oxigenadores se diseño, que estos sean puestos en marcha de tres formas, la primera que será habilitando nuestro toggle Switch que tenemos a nuestro lado izquierdo que para que entren en estado operativo deberá estar activado hacia arriba (cambiara de color plomo a rojo cuando este ya activo) para poder accionar cualquiera de los oxigenadores o el motor principal.

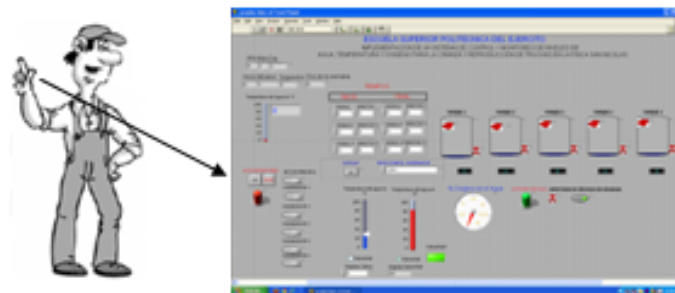


Figura.a.18 Control de oxigenadores y motor principal

ESPE 2013

ANEXO B-10

Manual de operación del proyecto

Pag. 10 de 11

**Control de oxigenadores y motor principal a través de Intervalos de tiempo y selección independiente.**

Para el accionamiento a través de intervalos de tiempo se a diseñado la selección independiente de cada oxigenador y de el motor principal, con intervalos de 3 tiempos con una selección de hora de inicio y hora final de activación en cada uno de los intervalos luego de estar seleccionadas las horas, minutos de inicio y horas, minutos fin damos clic en ok y se nos guardarán estos tiempos en la memoria interna de nuestro PLC.



Figura. a.19 Control de oxigenadores y motor principal a través de Intervalos de tiempo y selección independiente

**Control de oxigenadores y motor principal en forma automática.**

Esta activación de los oxigenadores y el motor principal está relacionada directamente con los tres niveles, nivel alto, medio y bajo en la cual cuando nuestro sistema este en el nivel alto tendremos una señal luminosa de luz piloto con el número 1, cuando se encuentre en nuestro nivel medio tendremos una señal luminosa de luz piloto con el número 2 y cuándo tendremos nuestro nivel bajo tendremos una señal luminosa de luz piloto con el número 3, en este caso se procederán a actuar los oxigenadores en secuencia, no se detendrán hasta cuando el nivel retorne al número 1 es decir al nivel normal alto

Para esta activación no hace falta que este abierto nuestra plataforma de control y monitoreo simplemente en nuestro selector de mando Manual y Automático deberá estar en forma automática.

ESPE 2013

ANEXO B-11

Manual de operación del proyecto

Pag. 11 de 11

### Monitoreo del Oxígeno en % Ltrs Y ppm

Para el monitoreo del oxígeno de nuestro sistema se tomamos una serie de datos con un sensor patrón de oxígeno y lo hemos relacionado con la temperatura del agua y el nivel de cada uno de los estanques, lo cual se ha realizado un sinnúmero de operaciones en la programación de nuestro plc para llegar a un valor casi exacto de nuestro sensor patrón el YSI PRO 20 el porcentaje de oxígeno que hemos podido determinar esta dado en ppm (porciones por mil)



Figura.s.20 Monitoreo del Oxígeno en % L Y ppm

### Control de Electroválvula

Nuestro sistema cuenta también con un cierre total de la salida de agua de nuestro sistema ya que podremos abrir o cerrar, ya sea en forma manual y a través de nuestro HMI (Interface Hombre Maquina) de nuestra electroválvula a la cual podemos también estrangular y regular nuestra salida. Para poder manipular primero tendrá que estar activado nuestro buttons (Rocker)

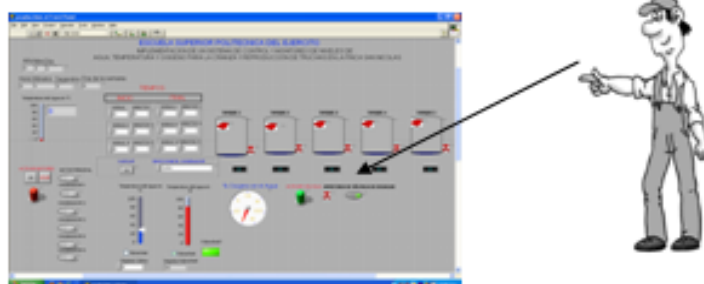


Figura.s.21 Apertura de electroválvula

ESPE 2013

ANEXO C-1

Montaje parte hídrica

Pag. 1 de 17





*CORTE Y LINPIEZA DE TANQUES*



*UBICACIÓN DE TANQUES*

ESPE 2013

**ANEXO C-2**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 2 de 17**





*TUBERIA PARA INFRAESTRUCTURA*



*CORTE DE TUBERIA*

**ESPE 2013**

**ANEXO C-3**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 3 de 17**



*TUBERIA PERFORADA PARA VERTEDEROS*



*COLOCACIÓN DE TUBERIA EN LA PARTE INTERNA*

**ESPE 2013**

**ANEXO C-4**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 4 de 17**



*DIVISORES DE TUBERIA PRINCIPAL*



*COLOCACIÓN DE VALVULAS*

ESPE 2013

ANEXO C-5

Montaje parte hídrica

Pag. 5 de 17



*TANQUE DE CAPTACIÓN DE AGUA*



*TANQUE DE CAPTACIÓN DE AGUA*

**ESPE 2013**

**ANEXO C-6**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 6 de 17**



*BANDEJA PERFORACIÓN DE FILTRO 1*



*BANDEJA PERFORADA*

ESPE 2013

ANEXO C-7

Montaje parte hídrica

Pag. 7 de 17





*TUBERIA DE ENTRADA DE AGUA*



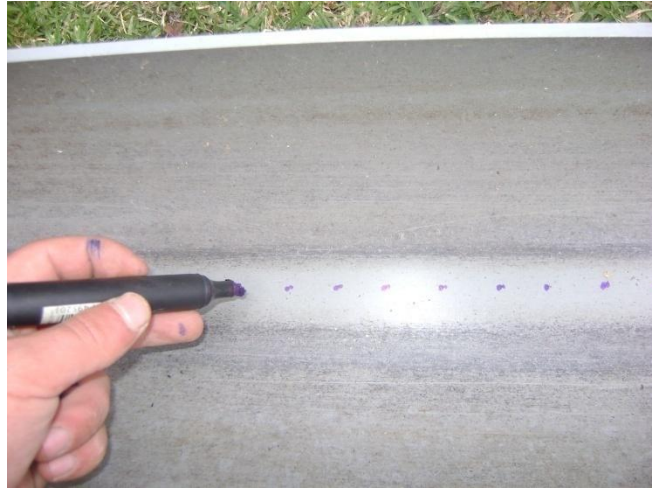
*SALIDA DE DESAGUE DE AGUA*

ESPE 2013

**ANEXO C-8**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 8 de 17**



*MARCACIÓN PARA PERFORACIÓN EN EL CANAL*



*PERFORACIÓN DE CANAL DE REOXIGENACIÓN*

**ESPE 2013**

**ANEXO C-9**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 9 de 17**



*SUJECCIÓN DE TUBERÍA DE ENTRADA DE AGUA*



*COLOCACIÓN DE TUBERIAS DE AGUA*

**ESPE 2013**

**ANEXO C-10**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 10 de 17**





*UBICACIÓN DE BANDEJAS DE ECLOSIÓN*



*UBICACIÓN DE BANDEJAS*

**ESPE 2013**

**ANEXO C-11**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 11 de 17**



*TANQUE DE 2000 Ltrs.*



*RED DE RESERVA DEL SISTEMA*

**ESPE 2013**

**ANEXO C-12**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 12 de 17**



*Operación electroválvula forma manual (OPEN).*



*Operación electroválvula forma Automática (AUTO)*

ESPE 2013

ANEXO C-13

Montaje parte hídrica

Pag. 13 de 17



*Operación electroválvula forma manual (CLOSE).*



*Regulación de psi de la electroválvula*

ESPE 2013

ANEXO C-14

Montaje parte hídrica

Pag. 14 de 17

<b>ESPE 2013</b>		
<b>ANEXO C-15</b>	<b>Montaje parte hídrica</b>	<b>Pag. 15 de 17</b>



*MONTAJE DE CABINA DE MANDO DEL SISTEMA.*



*PINTADO DE CABINA DE MANDO*

**ESPE 2013**

**ANEXO C-16**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 16 de 17**



*PERFORACIÓN PARA TUBERÍA DE SENSOR DE NIVEL*



*COLOCACIÓN DE TUBERÍA PARA SENSOR DE NIVEL*

ESPE 2013

**ANEXO C-17**

**Montaje parte hídrica**

**Pag. 17 de 17**





*COLOCACIÓN DE TABLERO DE CONTROL*



*TABLERO DE CONTROL DEL SISTEMA*

**ESPE 2013**

**ANEXO D-1**

**Manual del PLC S7200**

**Pag. 1 de 10**



## Ejecutar la lógica de control en el S7-200

El S7-200 ejecuta cíclicamente la lógica de control del programa, leyendo y escribiendo datos.

### Relacionar el programa con las entradas y salidas físicas

El funcionamiento básico del S7-200 es muy sencillo:

- El S7-200 lee el estado de las entradas.
- El programa almacenado en el S7-200 utiliza las entradas para evaluar la lógica. Durante la ejecución del programa, el S7-200 actualiza los datos.
- El S7-200 escribe los datos en las salidas.

La figura 4-1 muestra cómo se procesa un esquema de circuitos simple en el S7-200. En este ejemplo, el estado del interruptor para arrancar el motor se combina con los estados de otras entradas. El resultado obtenido establece entonces el estado de la salida que corresponde al actuador que arranca el motor.

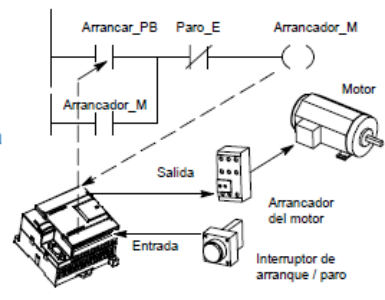


Figura 4-1 Controlar las entradas y salidas

### Ejecutar las tareas en un ciclo

El S7-200 ejecuta una serie de tareas de forma repetitiva. Esta ejecución se denomina ciclo. Como muestra la figura 4-2, el S7-200 ejecuta la mayoría de las tareas siguientes (o todas ellas) durante un ciclo:

- Leer las entradas: el S7-200 copia el estado de las entradas físicas en la imagen del proceso de las entradas.
- Ejecutar la lógica de control en el programa: el S7-200 ejecuta las operaciones del programa y guarda los valores en las diversas áreas de memoria.
- Procesar las peticiones de comunicación: el S7-200 ejecuta las tareas necesarias para la comunicación.
- Efectuar el autodiagnóstico de la CPU: el S7-200 verifica si el firmware, la memoria del programa y los módulos de ampliación están trabajando correctamente.
- Escribir en las salidas: los valores almacenados en la imagen del proceso de las salidas se escriben en las salidas físicas.

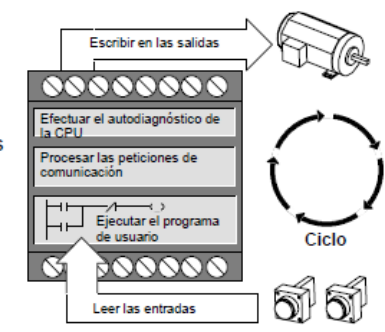


Figura 4-2 Ciclo del S7-200

La ejecución del programa de usuario depende de si el S7-200 está en modo STOP o RUN. El programa se ejecutará si el S7-200 está en modo RUN. En cambio, no se ejecutará en modo STOP.

ESPE 2013

## Datos técnicos de las CPUs

Tabla A-2 Números de referencia de las CPUs

Nº de referencia	Modelo de CPU	Alimentación (nominal)	Entradas digitales	Salidas digitales	Puertos COM	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Bloque de terminales extraíble
6ES7 211-0AA23-0XB0	CPU 221	24 V c.c.	6 x 24 V c.c.	4 x 24 V c.c.	1	No	No	No
6ES7 211-0BA23-0XB0	CPU 221	120 a 240 V c.a.	6 x 24 V c.c.	4 salidas de relé	1	No	No	No
6ES7 212-1AB23-0XB0	CPU 222	24 V c.c.	8 x 24 V c.c.	6 x 24 V c.c.	1	No	No	No
6ES7 212-1BB23-0XB0	CPU 222	120 a 240 V c.a.	8 x 24 V c.c.	6 salidas de relé	1	No	No	No
6ES7 214-1AD23-0XB0	CPU 224	24 V c.c.	14 x 24 V c.c.	10 x 24 V c.c.	1	No	No	Sí
6ES7 214-1BD23-0XB0	CPU 224	120 a 240 V c.a.	14 x 24 V c.c.	10 salidas de relé	1	No	No	Sí
6ES7 214-2AD23-0XB0	CPU 224XP	24 V c.c.	14 x 24 V c.c.	10 x 24 V c.c.	2	2	1	Sí
6ES7 214-2BD23-0XB0	CPU 224XP	120 a 240 V c.a.	14 x 24 V c.c.	10 salidas de relé	2	2	1	Sí
6ES7 216-2AD23-0XB0	CPU 226	24 V c.c.	24 x 24 V c.c.	16 x 24 V c.c.	2	No	No	Sí
6ES7 216-2BD23-0XB0	CPU 226	120 a 240 V c.a.	24 x 24 V c.c.	16 salidas de relé	2	No	No	Sí

Tabla A-3 Datos técnicos generales de las CPUs

Nº de referencia	Nombre y descripción de la CPU	Dimensiones en mm (l x a x p)	Peso	Disipación	Tensión c.c. disponible +5 V c.c. +24 V c.c. <sup>1</sup>
6ES7 211-0AA23-0XB0	CPU 221 DC/DC/DC 6 entradas/4 salidas	90 x 80 x 62	270 g	3 W	0 mA 180 mA
6ES7 211-0BA23-0XB0	CPU 221 AC/DC/relé 6 entradas/4 salidas de relé	90 x 80 x 62	310 g	6 W	0 mA 180 mA
6ES7 212-1AB23-0XB0	CPU 222 DC/DC/DC 8 entradas/6 salidas	90 x 80 x 62	270 g	5 W	340 mA 180 mA
6ES7 212-1BB23-0XB0	CPU 222 AC/DC/relé 8 entradas/6 salidas de relé	90 x 80 x 62	310 g	7 W	340 mA 180 mA
6ES7 214-1AD23-0XB0	CPU 224 DC/DC/DC 14 entradas/10 salidas	120,5 x 80 x 62	360 g	7 W	660 mA 280 mA
6ES7 214-1BD23-0XB0	CPU 224 AC/DC/relé 14 entradas/10 salidas de relé	120,5 x 80 x 62	410 g	10 W	660 mA 280 mA
6ES7 214-2AD23-0XB0	CPU 224XP DC/DC/DC 14 entradas/10 salidas	140 x 80 x 62	390 g	8 W	660 mA 280 mA
6ES7 214-2BD23-0XB0	CPU 224XP AC/DC/relé 14 entradas/10 salidas de relé	140 x 80 x 62	440 g	11 W	660 mA 280 mA
6ES7 216-2AD23-0XB0	CPU 226 DC/DC/DC 24 entradas/16 salidas	196 x 80 x 62	550 g	11 W	1000 mA 400 mA
6ES7 216-2BD23-0XB0	CPU 226 AC/DC/relé 24 entradas/16 salidas de relé	196 x 80 x 62	660 g	17 W	1000 mA 400 mA

ESPE 2013

ANEXO D-3

Manual del PLC S7200

Pag. 3 de 10

Tabla A-4 Datos técnicos de las CPUs

	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
<b>Memoria</b>					
Tamaño del programa de usuario (EEPROM) con edición en modo RUN sin edición en modo RUN	4096 bytes 4096 bytes		8192 bytes 12288 bytes	12288 bytes 16384 bytes	16384 bytes 24576 bytes
Datos de usuario (EEPROM)	2048 bytes (remanentes)		8192 bytes (remanentes)	10240 bytes (remanentes)	10240 bytes (remanentes)
Respaldo (condensador de alto rendimiento) (pila opcional)	Típ. 50 h (mín. 8 h a 40°C) Típ. 200 días		Típ. 100 h (mín. 70 h a 40°C) Típ. 200 días	Típ. 100 horas (mín. 70 horas a 40°C) Típ. 200 días	
<b>Entradas y salidas (E/S)</b>					
E/S de ampliación	6 E/4 S	8 E/6 S	14 E/10 S	14 E/10 S	24 E/16 S
E/S analógicas	Ninguna			2 E/1 S	Ninguna
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128 E/128 S)				
Tamaño de la imagen de E/S analógicas	Ninguno	32 (16 E/16 S)	64 (32 E/32 S)		
Nº máx. de módulos de ampliación	Ninguno	2 módulos <sup>1</sup>	7 módulos <sup>1</sup>		
Nº máx. de módulos inteligentes	Ninguno	2 módulos <sup>1</sup>	7 módulos <sup>1</sup>		
Entradas de captura de impulsos	6	8	14		24
Contadores rápidos Fase simple	4 contadores (total) 4 a 30 kHz		6 contadores (total) 6 a 30 kHz		6 contadores (total) 6 a 30 kHz
Dos fases	2 a 20 kHz		4 a 20 kHz		3 a 20 kHz 1 a 100 kHz
Salidas de impulsos	2 a 20 kHz (sólo en salidas c.c.)			2 a 100 kHz (sólo en salidas c.c.)	2 a 20 kHz (sólo en salidas c.c.)
<b>Datos generales</b>					
Temporizadores	256 temporizadores en total: 4 temporizadores de 1 ms, 16 temporizadores de 10 ms y 236 temporizadores de 100 ms				
Contadores	256 (respaldo por condensador de alto rendimiento o pila)				
Marcas internas almacenadas al desconectar la CPU	256 (respaldo por condensador de alto rendimiento o pila) 112 (almacenamiento en EEPROM)				
Interrupciones temporizadas	2 con resolución de 1 ms				
Interrupciones de flanco	4 flancos positivos y/o 4 flancos negativos				
Potenciómetros analógicos	1 con resolución de 8 bits		2 con resolución de 8 bits		
Velocidad de ejecución booleana	0,22 µs por operación				
Reloj de tiempo real	Cartucho opcional		Incorporado		
Cartuchos opcionales	Memoria, pila y reloj de tiempo real		Memoria y pila		
<b>Comunicación integrada</b>					
Puertos (potencia limitada)	1 puerto RS-485			2 puertos RS-485	
Velocidades de transferencia PPI, DP/T	9,6, 19,2 y 187,5 kbit/s				
Velocidades de transferencia Freeport	1,2 kbit/s a 115,2 kbit/s				
Longitud máx. del cable por segmento	Con repetidor aislado: 1000 m hasta 187,5 kbit/s, 1200 m hasta 38,4 kbit/s Sin repetidor aislado: 50 m				
Nº máximo de estaciones	32 por segmento, 126 por red				
Nº máximo de maestros	32				
Punto a punto (modo maestro PPI)	Sí (NETR/NETW)				
Enlaces MPI	4 en total, 2 reservados (1 para una PG y 1 para un OP)				

ESPE 2013

ANEXO D-4

Manual del PLC S7200

Pag. 4 de 10

Tabla A-5 Datos de alimentación de las CPUs

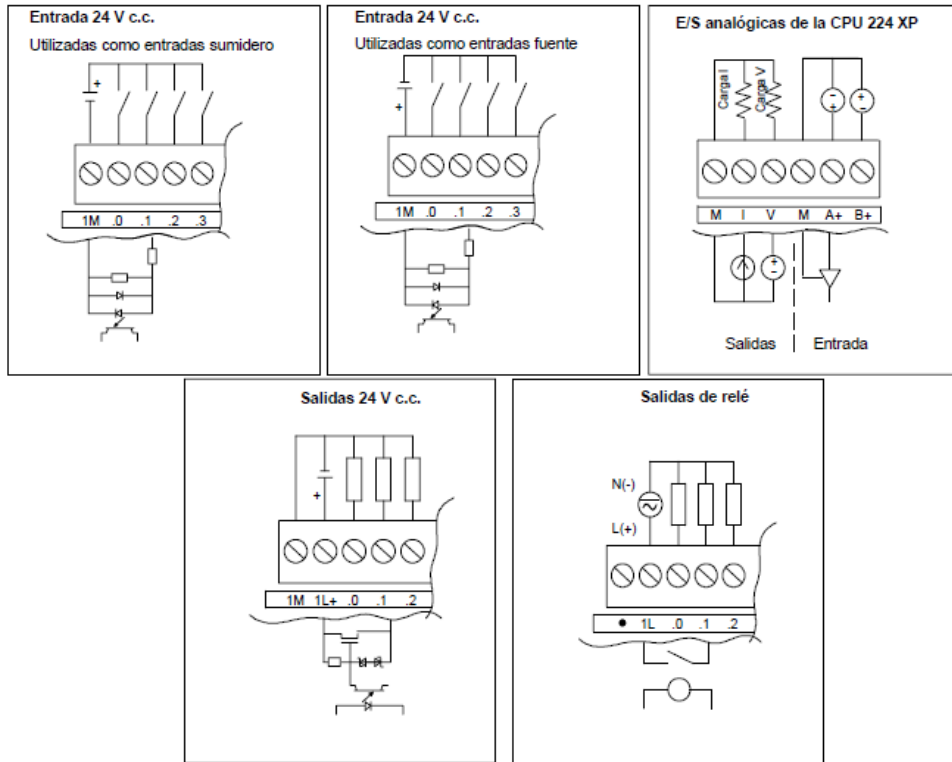
Corriente continua		Corriente alterna	
<b>Potencia de entrada</b>			
Tensión de entrada	20,4 a 28,8 V c.c.		85 V a 264 V c.a., 47 a 63 Hz
Intensidad de entrada	CPU sólo a 24 V c.c.	Carga máx. a 24 V c.c.	sólo CPU
CPU 221	80 mA	450 mA	30/15 mA a 120/240 V c.a.
CPU 222	85 mA	500 mA	40/20 mA a 120/240 V c.a.
CPU 224	110 mA	700 mA	60/30 mA a 120/240 V c.a.
CPU 224XP	120 mA	900 mA	70/35 mA a 120/240 V c.a.
CPU 226	150 mA	1050 mA	80/40 mA a 120/240 V c.a.
Carga máx.			120/60 mA a 120/240 V c.a.
			140/70 mA a 120/240 V c.a.
			200/100 mA a 120/240 V c.a.
			220/100 mA a 120/240 V c.a.
			320/160 mA a 120/240 V c.a.
Corriente de irrupción	12 A a 28,8 V c.c.		20 A a 264 V c.a.
Aislamiento (campo a circuito lógico)	Sin aislamiento		1500 V c.a.
Tiempo de retardo (desde la pérdida de corriente)	10 ms a 24 V c.c.		20/80 ms a 120/240 V c.a.
Fusible (no reemplazable)	3 A, 250 V, de acción lenta		2 A, 250 V, de acción lenta
<b>Alimentación de sensores 24 V c.c.</b>			
Tensión de sensores (potencia limitada)	L+ menos 5 V		20,4 a 28,8 V c.c.
Intensidad límite	1,5 A pico, límite térmico no destructivo (v. tabla A-3, carga nominal)		
Rizado/corriente parásita	Derivado de potencia de entrada		Menos de 1 V pico a pico
Aislamiento (sensor a circuito lógico)	Sin aislamiento		

Tabla A-6 Datos de las entradas digitales de las CPUs

Datos generales	Entrada de 24 V c.c. (CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 226)	Entrada de 24 V c.c. (CPU 224XP)
Tipo de datos	Sumidero de corriente/fuente (tipo 1 IEC con sumidero de corriente)	Sumidero de corriente/fuente (tipo 1 IEC, excepto I0.3 a I0.5)
Tensión nominal	Típ. 24 V c.c. a 4 mA	Típ. 24 V c.c. a 4 mA
Tensión continua máx. admisible	30 V c.c.	
Sobretensión	35 V c.c., 0,5 s	
Señal 1 lógica (mín.)	15 V c.c. a 2,5 mA	15 V c.c. a 2,5 mA (I0.0 a I0.2 e I0.6 a I1.5) 4 V c.c. a 8 mA (I0.3 a I0.5)
Señal 0 lógica (máx.)	5 V c.c. a 1 mA	5 V c.c. a 1 mA (I0.0 a I0.2 e I0.6 a I1.5) 1 V c.c. a 1 mA (I0.3 a I0.5)
Retardo de entrada	Seleccionable (0,2 a 12,8 ms)	
Conexión de sensor de proximidad de 2 hilos (Bero)		
Corriente de fuga admisible (máx.)	1 mA	
Aislamiento (campo a circuito lógico)	Sí	
Separación galvánica	500 V c.a., 1 minuto	
Grupos de aislamiento	Consulte el diagrama de cableado	
Frecuencia de entrada de los contadores rápidos (HSC)		
Entradas HSC	Señal 1 lógica	Fase simple
Todos los HSC	15 a 30 V c.c.	20 kHz
Todos los HSC	15 a 28 V c.c.	30 kHz
HC4, HC5 (sólo CPU 224XP)	> 4 V c.c.	200 kHz
Entradas ON simultáneamente	Todas	Todas Sólo CPU 224XP AC/DC/relé: Todas a 55° C con entradas c.c. a 28 V c.c. máx. Todas a 50° C con entradas c.c. a 30 V c.c. máx.
Longitud del cable (máx.)		
Apantallado	500 m para las entradas normales, 50 m para las entradas HSC <sup>1</sup>	
No apantallado	300 m para las entradas normales	

ESPE 2013

## Diagramas de cableado



ESPE 2013

ANEXO D-6

Manual del PLC S7200

Pag. 6 de 10

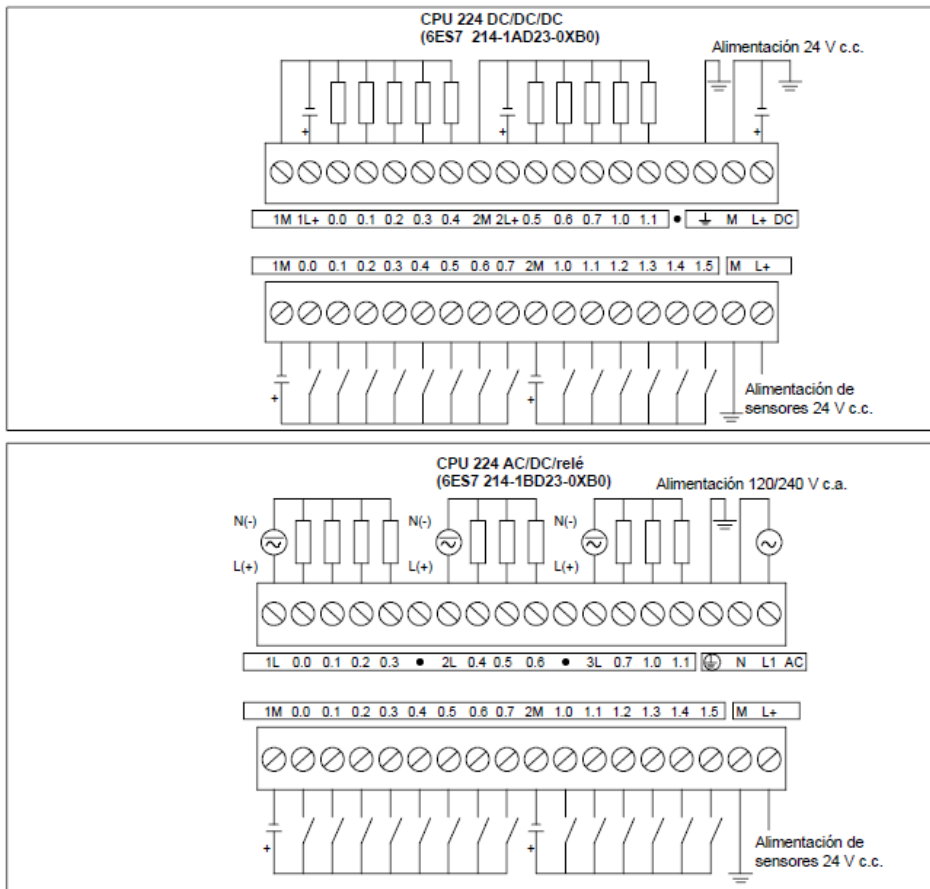


Figura A-4 Diagramas de cableado de las CPUs 222 y 224

### Configuración del módulo de ampliación EM 235

La tabla A-21 muestra cómo configurar el módulo EM 235 utilizando los interruptores DIP. El rango de las entradas analógicas y la resolución se seleccionan con los interruptores 1 a 6. Todas las entradas se activan en un mismo rango y formato. La tabla A-21 muestra cómo seleccionar el formato unipolar/bipolar (interruptor 6), la ganancia (interruptores 4 y 5) y la atenuación (interruptores 1, 2 y 3). En la tabla, ON está cerrado y OFF está abierto. Los ajustes de los interruptores se leen sólo cuando está conectada la alimentación.

Tabla A-21 Tabla de interruptores de configuración del EM 235 para seleccionar el rango de las entradas analógicas y la resolución

Unipolar						Rango máx.	Resolución
Int. 1	Int. 2	Int. 3	Int. 4	Int. 5	Int. 6		
ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	0 a 50 mV	12,5 $\mu$ V
OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	0 a 100 mV	25 $\mu$ V
ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	0 a 500 mV	125 $\mu$ V
OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	0 a 1 V	250 $\mu$ V
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	0 a 5 V	1,25 mV
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	0 a 20 mA	5 $\mu$ A
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	0 a 10 V	2,5 mV
Bipolar						Rango máx.	Resolución
Int. 1	Int. 2	Int. 3	Int. 4	Int. 5	Int. 6		
ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	$\pm$ 25 mV	12,5 $\mu$ V
OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	$\pm$ 50 mV	25 $\mu$ V
OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	$\pm$ 100 mV	50 $\mu$ V
ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	$\pm$ 250 mV	125 $\mu$ V
OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	$\pm$ 500 mV	250 $\mu$ V
OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	$\pm$ 1 V	500 $\mu$ V
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	$\pm$ 2,5 V	1,25 mV
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	$\pm$ 5 V	2,5 mV
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	$\pm$ 10 V	5 mV

ESPE 2013

ANEXO D-8

Manual del PLC S7200

Pag.8 de 10

**Formato de la palabra de datos de entrada de los módulos de ampliación EM 231 y EM 235**

La figura A-14 muestra la disposición del valor de 12 bits dentro de la palabra de entrada analógica de la CPU.

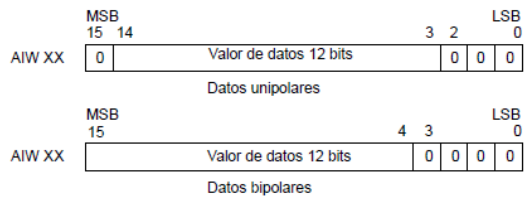


Figura A-14 Formato de la palabra de datos de entrada de los módulos de ampliación EM 231 y EM 235



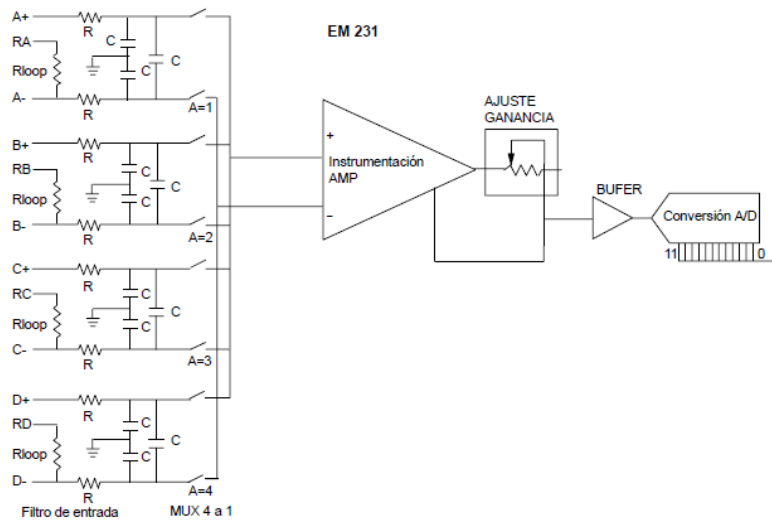
**Consejo**

Los 12 bits del valor de conversión analógica/digital (ADC) se justifican a la izquierda en el formato de palabra de datos. El MSB (bit más significativo) indica el signo, en tanto que cero indica un valor positivo de la palabra de datos.

En formato unipolar, los tres ceros a la derecha modifican el valor de la palabra de datos en incrementos de 8 por cada cambio del valor ADC.

En formato bipolar, los cuatro ceros a la derecha modifican el valor de la palabra de datos en incrementos de 16 por cada cambio del valor ADC.

**Esquemas de conexiones de las entradas de los módulos de ampliación EM 231 y EM 235**



ESPE 2013



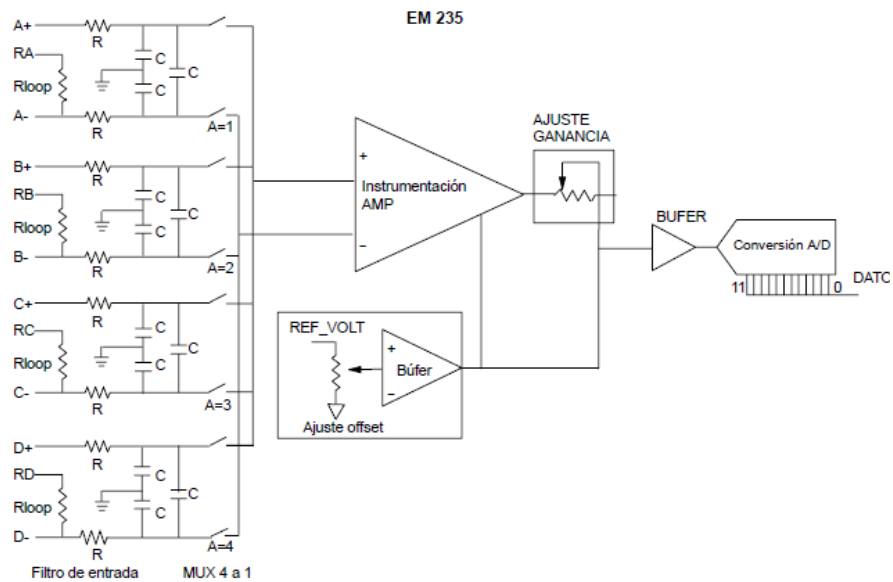
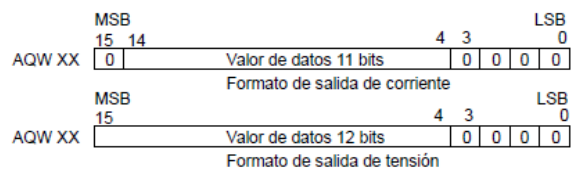


Figura A-16 Esquema funcional de entradas del módulo EM 235

### Formato de la palabra de datos de salida de los módulos de ampliación EM 232 y EM 235

La figura A-17 muestra la disposición del valor de 12 bits dentro de la palabra de salida analógica de la CPU.



ESPE 2013

**Esquemas de conexiones de las salidas de los módulos de ampliación EM 232 y EM 235**

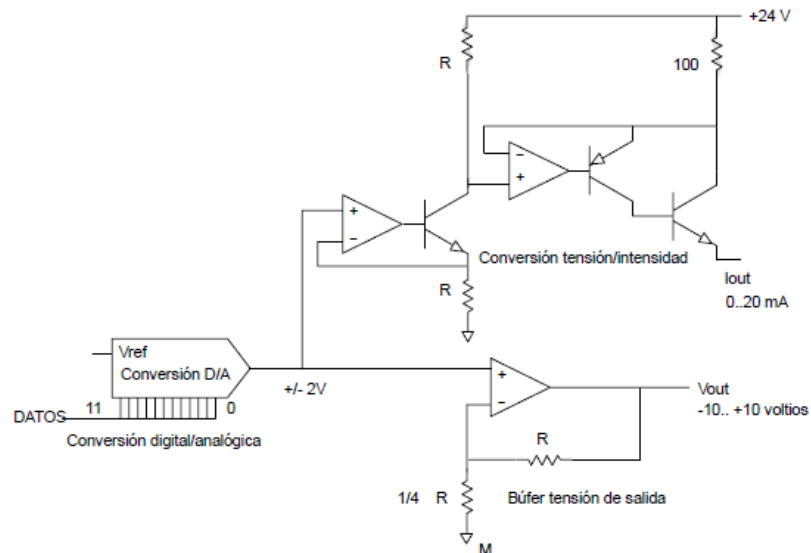


Figura A-18 Esquema funcional de las salidas de los módulos EM 232 y EM 235

**Reglas de instalación**

Tenga en cuenta las siguientes reglas para asegurar la precisión y la repetibilidad:

- Asegúrese de que la alimentación de sensores 24 V c.c. sea estable y esté exenta de interferencias.
- Utilice cables lo más cortos posible para la alimentación de sensores.
- Utilice cables dobles trenzados apantallados para el cableado de la alimentación de sensores.
- Conecte el apantallado sólo del lado de los sensores.
- Desvíe las entradas de los canales no utilizados (v. fig. A-18).
- Evite doblar excesivamente los cables.
- Conduzca los cables a través de canales.
- Evite colocar los cables de señales en paralelo con cables de alta tensión. Si los cables se deben cruzar, hágalo en ángulo recto.
- Verifique que las señales de entrada se encuentren dentro de los límites de tensión en modo común, aislando dichas señales o referenciándolas al hilo común externo de 24V del módulo analógico.

ESPE 2013

ANEXO E-1

Manual SitransTK 100

Pag. 1 de 5

## SITRANS TH100 conexión a 2 hilos (Pt100)

### Síntesis



Como opción económica para efectuar mediciones Pt100 ofrecemos el tipo SITRANS TH100, el cual está disponible a buen precio por prescindir del aislamiento galvánico y de la conexión universal de sensores.

Para la parametrización se utiliza el software SIPROM T, combinado con el módem para SITRANS TH100/TH200.

Gracias a su forma compacta, el SITRANS TH100 es adecuado para el equipamiento posterior de puntos de medida o para sustituir convertidores de medida analógicos.

El convertidor está disponible como variante sin equipamiento para Zonas Ex (variante "No Ex") y también como modelo para la utilización en áreas con riesgo de explosión.

### Beneficios

- Convertidor a 2 hilos
- Montaje en cabezal tipo B (DIN 43729) o mayor, o fijación en perfil
- Programable, por eso, posibilidad de programar la conexión de sensores, el rango de medición etc.
- Variante con seguridad intrínseca para la aplicación en el área Ex

### Gama de aplicación

El convertidor de temperatura SITRANS TH100 puede utilizarse para la medida de temperatura con termoresistencias Pt100 en todos los sectores. Su tamaño compacto permite instalarlo en un cabezal tipo B (DIN 43729) o mayor.

La señal de salida es una corriente continua de 4 a 20 mA proporcional a la temperatura e independiente de la carga.

La parametrización se efectúa por medio del PC con el software SIPROM T y con el módem para SITRANS TH100/TH200. Si usted ya dispone de un "módem para SITRANS TK" (número de pedido 7NG3190-6KB), usted lo podrá seguir usando para parametrizar el SITRANS TH100.

Los convertidores en la versión del modo de protección "Seguridad intrínseca" pueden instalarse dentro de áreas con peligro de explosión. Los aparatos cumplen la directiva 94/9/CE (ATEX) así como la normativa FM y CSA.

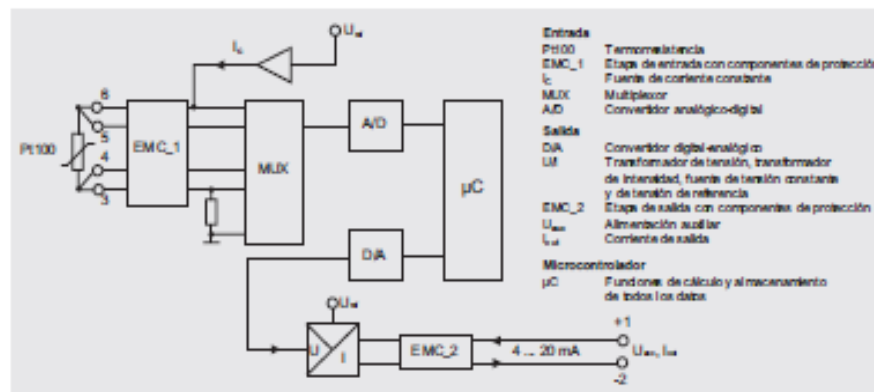
### Funciones

#### Funcionamiento

La señal suministrada por una termoresistencia Pt100 (conexión a 2, 3 o 4 hilos) se amplifica en la etapa de entrada. La tensión proporcional a la magnitud de entrada se digitaliza por medio de un multiplexor en un convertidor analógico-digital. El microcontrolador realiza la conversión de la señal en función de la característica del sensor y de otros parámetros (rango de medición, amortiguación, temperatura ambiente, etc.).

La señal preparada se transforma en una corriente continua de 4 a 20 mA independiente de la carga en un convertidor digital-analógico.

Los circuitos de entrada y de salida están protegidos cada uno por un filtro CEM contra las interferencias electromagnéticas.



SITRANS TH100: diagrama de función

ESPE 2013

ANEXO E-2

Manual Sitrans TK 100

Pag. 2 de 5

**SITRANS TH100**  
conexión a 2 hilos (Pt100)

**Datos técnicos**

Entrada	
<b>Termómetro de resistencia</b>	
Magnitud medida	Temperatura
Tipo de entrada	PT100 según IEC 60751
Característica	Lineal con temperatura
Tipo de conexión	Conexión a 2, 3 o 4 hilos
Resolución	14 bit
Precisión de medida	
• Alcance de medida < 250 °C (450 °F)	< 0,25 °C (0,45 °F)
• Alcance de medida > 250 °C (450 °F)	< 0,1% del alcance de medida
Repetibilidad	< 0,1 °C (0,18 °F)
Corriente de medida	aprox. 0,4 mA
Ciclo de medida	< 0,7 s
Rango de medición	-200 ... +850 °C (-328 ... +1562 °F)
Alcance de medida	25 ... 1050 °C (77 ... 1922 °F)
Unidad	°C o °F
Offset	programable: -100 ... +100 °C (-180 ... +180 °F)
Resistencia del cable	Máx. 20 (total del conductor de alimentación y de retorno)
Supresión de perturbaciones	50 y 60 Hz
Salida	
Señal de salida	4 ... 20 mA, dos hilos
Alimentación auxiliar	8,5 ... 36 V DC (30 V para Ex)
Carga máx.	(U <sub>aux</sub> = 8,5 V)/0,023 A
Margen de saturación	3,6 ... 20 mA, ajustable de forma continua (valor por defecto: 3,84 ... 20,5 mA)
Señal de fallo (en caso de rotura del sensor)	3,6 ... 20 mA, ajustable de forma continua (valor por defecto: 3,6 mA o 22,8 mA)
Tiempo de amortiguación	0 ... 30 s
Protección	contra inversión de polaridad
Resolución	12 bit
Precisión a 23 °C (73,4 °F)	< 0,1% del alcance de medida
Influencia de la temperatura	< 0,1%/10 °C (0,1%/18 °F)
Influencia de la energía auxiliar	< 0,01% del alcance de medida/V
Influencia de la carga	< 0,025% del alcance de medida máx./100
Deriva a largo plazo	
• durante el primer mes	< 0,025% del alcance de medida máx.
• al cabo de un año	< 0,035% del alcance de medida máx.
• al cabo de 5 años	< 0,05% del alcance de medida máx.
Condiciones ambiente	
Rango de temperatura ambiente	-40 ... +85 °C (-40 ... +185 °F)
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 ... +85 °C (-40 ... +185 °F)
Humedad relativa del aire	98%, con condensación
Compatibilidad electromagnética	según EN 61326 y NAMUR NE21
Construcción mecánica	
Peso	50 g
Dimensiones	Ver plano dimensional
Material	Plástico encapsulado
Sección de los cables de conexión	Máx. 2,5 mm <sup>2</sup> (AWG 13)
Grado de protección según IEC 60529	
• Cajas	IP40
• Bases	IP00

**Certificaciones y homologaciones**

Protección contra explosiones según ATEX	
Certificado de homologaciones	PTB 05 ATEX 2048X
CE	
• Modo de protección "Seguridad intrínseca"	II 1G EEx ia IIC TøT4 II 2(1)G EEx ia/b IIC TøT4
• Modo de protección "Equipos y materiales sin chapas y con energía limitada"	II 3G EEx nAL IIC TøT4
Protección contra explosiones FM para EE.UU. y Canadá (cFM <sub>us</sub> )	
• Homologación FM	PIQ 3034169
• Grados de protección	IS CI I, II, Div 1, GP ABCDEFG T4/T5/T6 IS CI I, ZN 0, 1 AEx ia IIC T4/T5/T6 NI CI I, II, Div 2, GP ABCDEFG T4/T5/T6 CI I, ZN 2, GP IIC T4/T5/T6

**Condiciones de software para SIPROM T**

Sistema operativo del PC	Windows ME, 2000 y XP, sólo en combinación con el módem RS 232 sin Windows 95, 98 y 98SE.
--------------------------	---

**Ajuste del fabricante**

- Pt100 (IEC 751) en conexión a 3 hilos
- Rango de medida: 0 ... 100 °C (32 ... 212 °F)
- Corriente de defecto en caso de rotura del sensor: 22,8 mA
- Offset del sensor: 0 °C (0 °F)
- Amortiguación: 0,0 s

**Datos de selección y pedido**

	Referencia
<b>Convertidor de temperatura SITRANS TH100 para Pt100</b> para montaje incorporado en el cabezal tipo B (DIN 43729) Conexión a dos hilos 4 ... 20 mA, programable, sin aislamiento galvánico	
• sin protección contra explosión ▶ C)	7NC211-0N00
• con protección contra explosiones en el modo de protección "Seguridad intrínseca" y para la Zona 2	
- según ATEX ▶ C)	7NC211-0AN00
- según FM (cFM <sub>us</sub> ) ▶ C)	7NC211-0BN00
<b>Otras informaciones</b>	Clave
Completar la referencia con "Z" si incluir la clave	
<b>Datos personalizados</b>	Yes
Protocolo de ensayo (5 puntos de medición)	C11
ACCESORIOS	
<b>Módem para SITRANS TH100 y TH200 con software de parametrización SIPROM T</b>	
• con puerto LBB ▶ C)	7NC2092-0KU
• con puerto RS 232 ▶ C)	7NC2092-0KM
<b>CD para instrumentos de medida de temperatura</b>	▶ C) A5E0034812
con documentación en alemán, inglés, francés, español, italiano, portugués y software de parametrización SIPROM T	
<b>Adaptador de perfil DIN para transmisores de cabezal</b> (unidad de suministro: 5 unidades)	▶ 7NC2092-0KA
▶ Suministrable desde fábrica.	
C) Sujeto a las disposiciones de exportación AL: N, ECCN: EAR99.	
G) Sujeto a las disposiciones de exportación AL: N, ECCN: SD9929 t.	
Alimentaciones: véase "Alimentaciones y amplificadores aisladores SITRANS T".	

ESPE 2013

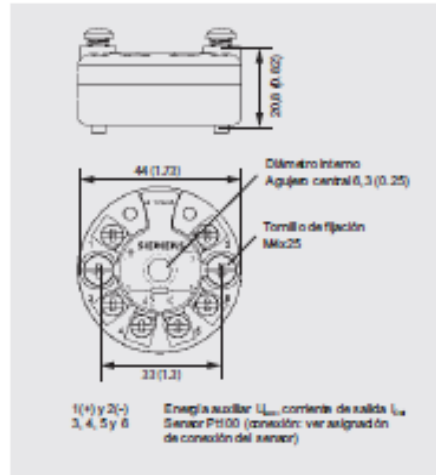
ANEXO E-3

Manual SitransTK 100

Pag. 3 de 5

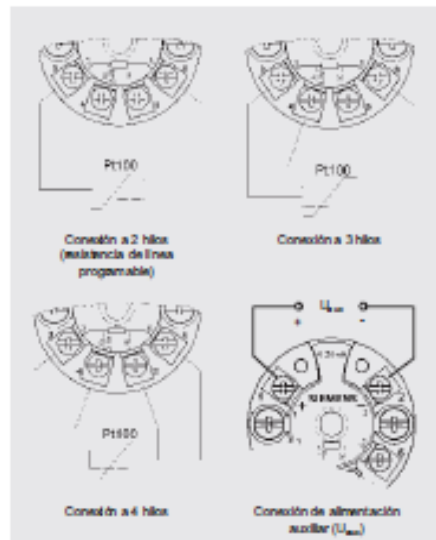
**SITRANS TH100**  
conexión a 2 hilos (Pt100)

**Croquis acotados**



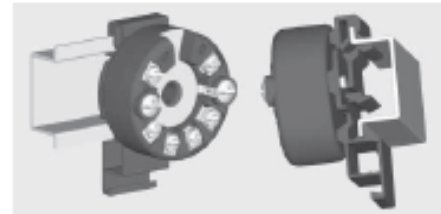
SITRANS TH100, medidas en mm (pulgadas)

**Diagrama de circuito**

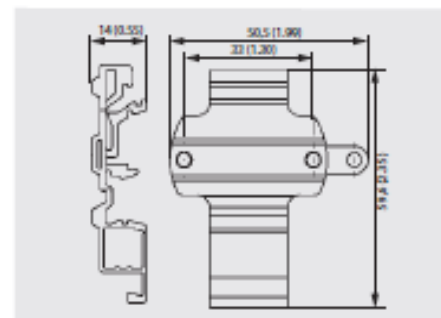


SITRANS TH100: esquemas de la conexión al sensor

**Fijación en perfil DIN**



SITRANS TH100, fijación del convertidor en perfil DIN simétrico



Adaptador para perfil DIN, medidas en mm (pulgadas)

ESPE 2013

**SITRANS TH200**  
conexión a dos hilos, Universal

**Síntesis**



**Montaje flexible – con el transmisor universal SITRANS TH200**

- Aparato a dos hilos para 4 a 20 mA
- Montaje en el cabezal del sensor de temperatura
- Entrada universal para casi todos los sensores de temperatura
- Configurable por PC

**Beneficios**

- Tamaño compacto
- La fijación atornillada y el agujero central permiten elegir el tipo de montaje deseado
- Aislamiento galvánico
- Conectores de prueba para multímetros
- LED de diagnóstico (verde/rojo)
- Vigilancia de sensores
- Rotura de hilos y cortocircuito
- Autovigilancia
- Configuración actual guardada en el EEPROM
- Funciones ampliadas de diagnóstico como puntero de arrastre, contador de horas de funcionamiento etc.
- Característica especial
- Compatibilidad electromagnética según EN 61326 y NE21

**Gama de aplicación**

El transmisor SITRANS TH200 puede utilizarse en todos los sectores industriales. Su tamaño compacto permite instalarlo en un cabezal tipo B (DIN 43729) o mayor. Su etapa de entrada universal permite conectar los siguientes tipos de sensores y fuentes de señales:

- Termoresistencias (conexión a 2, 3 ó 4 hilos)
- Termopares
- Emisores de resistencia y fuentes de tensión continua

La señal de salida es una corriente continua de 4 a 20 mA, equivalente a la característica del sensor e independiente de la carga.

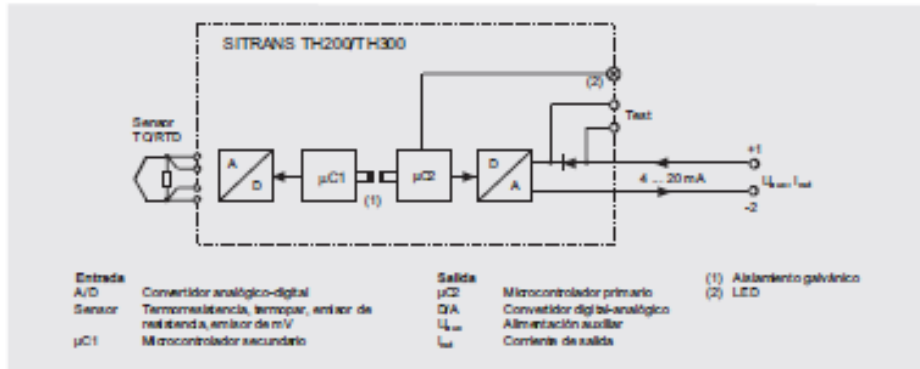
Los transmisores en versión con modo de protección "Seguridad intrínseca" pueden instalarse en áreas expuestas al riesgo de explosiones (Zona 0). También permiten realizar el modo de protección Ex n (Zona 2). Se ofrecen tipos con protección contra explosiones para Europa, EE. UU. y Canadá.

**Funciones**

El SITRANS TH200 se configura con ayuda de un PC. Para esto, el módem USB ó RS 232 se conecta con los bornes de salida. A continuación se pueden editar los datos de configuración con la herramienta de software SIFROM T. Seguidamente se guardan los datos de configuración de forma permanente en la memoria no volátil (EEPROM).

Tras correcta conexión de sensor y alimentación auxiliar, el transmisor emite una señal de salida que es lineal con la temperatura, y el LED de diagnóstico luce en color verde. En caso de cortocircuito o rotura de sensor, el LED luce en rojo y el error interno del aparato es señalizado por medio de la luz permanente roja.

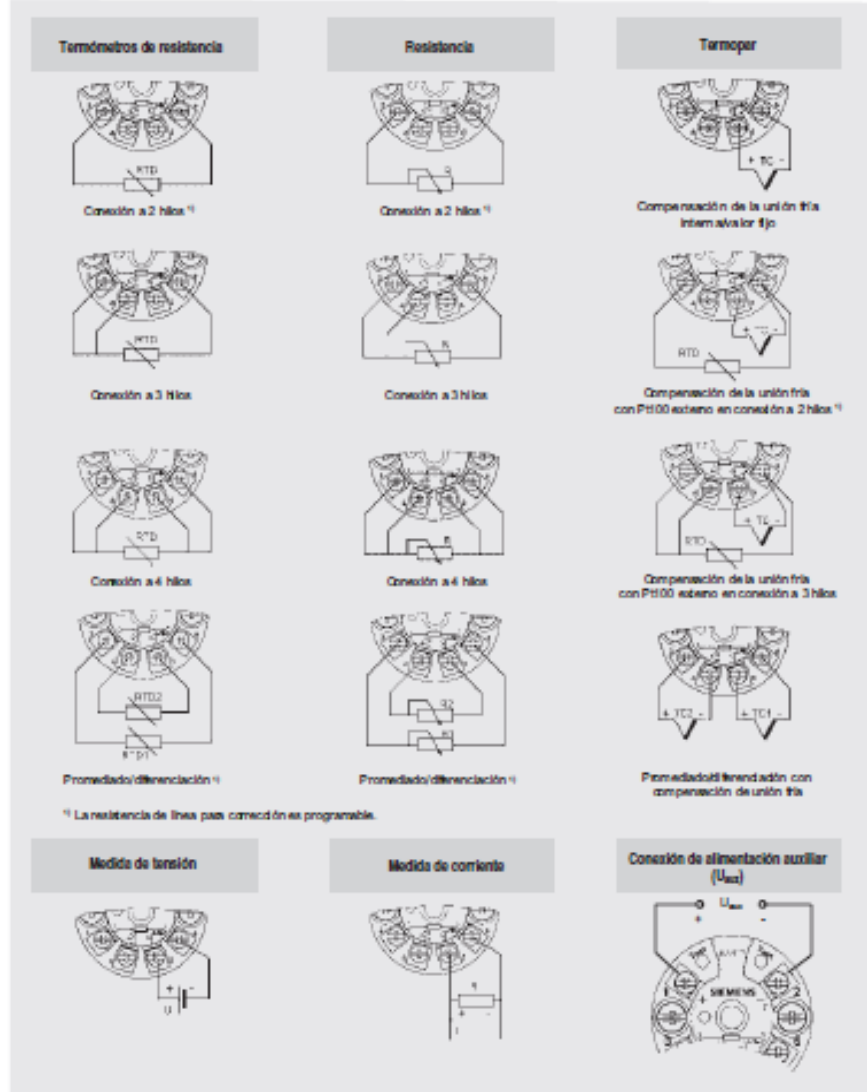
Los conectores de prueba permiten conectar en cualquier momento un amperímetro para controlar y verificar la plausibilidad del sistema. Ahora se puede leer la corriente de salida sin tener que interrumpir ni abrir el bucle de corriente.



ESPE 2013

**SITRANS TH200**  
conexión a dos hilos, Universal

**Diagrama de circuito**



ESPE 2013



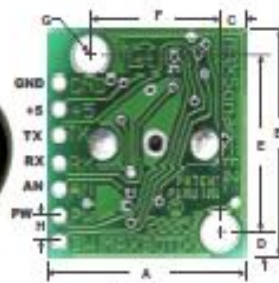
# The MaxSonar®-EZ1™ High Performance Sonar Range Finder

The MaxSonar®-EZ1™ offers very short to long-range detection and ranging, in an incredibly small package with ultra low power consumption. The MaxSonar®-EZ1™ detects objects from 0-inches to 254-inches (6.45-meters) and provides sonar range information from 6-inches out to 254-inches with 1-inch resolution. Objects from 0-inches to 6-inches range as 6-inches. The interface output formats included are pulse width output, analog voltage output, and serial digital output.



approximately actual size

## DATA SHEET



weight, 4.3 grams

A	0.785"	19.9 mm	F	0.510"	12.5 mm
B	0.870"	22.1 mm	G	0.124" dia	3.1 mm dia
C	0.100"	2.54 mm	H	0.100"	2.54 mm
D	0.100"	2.54 mm	J	0.645"	16.4 mm
E	0.670"	17.0 mm	K	0.610"	15.5 mm

dimensions are nominal

### Features

- Continuously variable gain for beam control and side lobe suppression
- Object detection includes zero range objects
- Single 5V supply with 2mA typical current draw
- Readings can occur up to every 50mS, (20-Hz rate)
- Free run operation can continually measure and output range information
- Triggered operation provides the range reading as desired
- All interfaces are active simultaneously
  - Serial, 0 to 5V
  - 9600Baud, 81N
  - Analog (10mV/inch)
  - Pulse width (147uS/inch)
- Learns ringdown pattern when commanded to start ranging
- Designed for protected indoor environments
- Sensor operates at 42KHz
- High output 10V PP square wave sensor drive

### Benefits

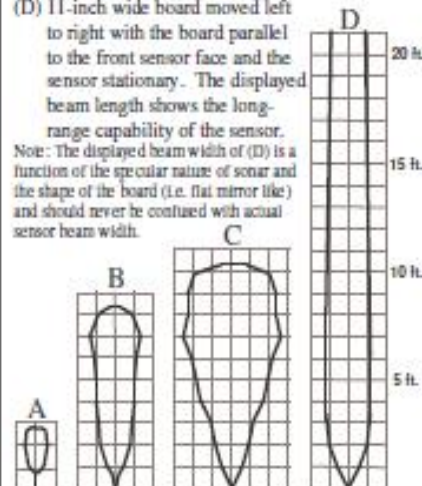
- Very low cost sonar ranger
- Half the size of other sensors in its class
- Sensor dead zone virtually gone
- No central blind spot
- Quality beam characteristics
- Mounting holes provided on the circuit board
- Lowest power ranger, excellent for multiple sensor or battery based systems
- Can be triggered externally or internally
- Sensor reports the range reading directly, frees up user processor
- Fast measurement cycle
- User can choose any of the three sensor outputs

### Beam Characteristics

Sample results for measured beam patterns are shown below on a 12-inch grid. The detection pattern is shown for;

- (A) 0.25-inch diameter dowel, note the very narrow beam for close small objects,
- (B) 1-inch diameter dowel, note the long narrow detection pattern,
- (C) 3.25-inch diameter rod, note the long controlled detection pattern,
- (D) 11-inch wide board moved left to right with the board parallel to the front sensor face and the sensor stationary. The displayed beam length shows the long-range capability of the sensor.

Note: The displayed beam width of (D) is a function of the specular nature of sonar and the shape of the board (i.e. flat mirror like) and should never be confused with actual sensor beam width.



beam characteristics are approximate

ESPE 2013



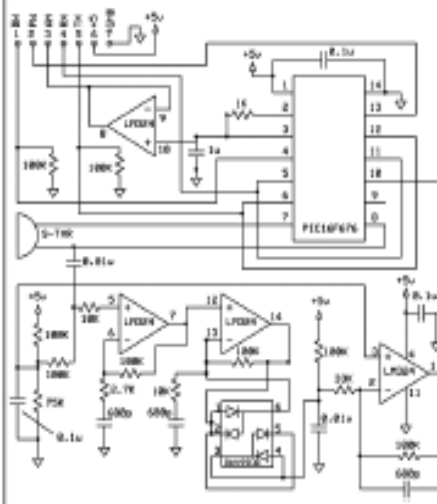
**MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup>**  
Data Sheet, pg. 2

**MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> Pin Out**

- GND** – Return for the DC power supply. Must be ripple and noise free for best operation.
- +5V** – Requires 5VDC +/- 0.5VDC. Current capability of 3mA capacity recommended.
- TX** – Delivers asynchronous serial with an RS232 format, except voltages are 0-5V. The output is an ASCII capital "R", followed by three ASCII character digits representing the range in inches up to a maximum of 255, followed by a carriage return (ASCII 13). The baud rate is 9600, 8 bits, no parity, with one stop bit. Although the voltage of 0-5 V is outside the RS232 standard, most RS232 devices have sufficient margin to read 0-5V serial data. If standard voltage level RS232 is desired, invert, and connect an RS232 converter such as a MAX232.
- RX** – This pin is internally pulled high. The EZ1<sup>™</sup> will continually measure range and output if RX data is left unconnected or held high. If held low the EZ1<sup>™</sup> will stop ranging. Bring high for 20uS or more to command a range reading.
- AN** – Outputs 0 to 2.55 volts with a scaling factor of 10mV per inch. The output is buffered and corresponds to the most recent range data.
- PW** – This pin outputs a pulse width representation of range. The distance can be calculated using the scale factor of 147uS per inch.
- BW** – N.C., Reserved

**MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> Circuit**

The MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> sensor functions using active components consisting of an LM324, a diode array, a PIC16F676, together with a variety of passive components.



**MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> Timing Description**

250mS after power-up, the MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> is ready to accept the RX command. If the RX pin is left open or held high, the sensor will first run a calibration cycle (49mS), and then it will take a range reading (49mS). Therefore, the first reading will take 100mS. Subsequent readings will take 49mS. The MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> checks the RX pin at the end of every cycle. Range data can be acquired once every 49mS.

Each 49mS period starts by the RX being high or open, after which the MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> sends a ten 42KHz waves, after which the pulse width pin (PW) is set high. When a target is detected the PW pin is pulled low. The PW pin is high for up to 37.5mS if no target is detected. During the next 4.7mS the serial data is sent. The remainder of the 49mS time is spent adjusting the analog voltage to the correct level. When a long distance is measured immediately after a short distance reading, the analog voltage may not reach the exact level within one read cycle. The MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> timing is factory calibrated to one percent and in use is better than two percent.

**MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> General Power-Up Instruction**

Each time after the MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> is powered up, it will calibrate during its first read cycle. The sensor uses this stored information to range a close object. It is important that objects not be close to the sensor during this calibration reading. The best sensitivity is obtained when it is clear for fourteen inches, but good results are common when clear for at least seven inches. If an object is too close during the calibration cycle, the sensor may then ignore objects at that distance.

The MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup> does not use the calibration data to temperature compensate for range, but instead to compensate for the sensor ringdown pattern. If the temperature, humidity, or applied voltage changes during operation, the sensor may require recalibration to reacquire the ringdown pattern. If the temperature increases, the sensor is more likely to have false close readings. If the temperature decreases, the sensor is more likely to have reduced up close sensitivity. To recalibrate the MaxSonar<sup>®</sup>-EZ1<sup>™</sup>, cycle power, then command a read cycle.

ESPE 2013

ANEXO G-1

Manual del cultivo de trucha

Pag. 1 de 17

# MANUAL BÁSICO PARA EL CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

Victor Phillips, GEM Director

Ron Tschida, GEM Coordinador de Comunicaciones

Marco Hernandez, Editor

Por Guillermo Aquino Martínez

ESPE 2013

ANEXO G-2

Manual del cultivo de trucha

Pag. 2 de 17

## II. LA TRUCHA ARCO IRIS

La llamada trucha arco iris, cuyo nombre científico es *Oncorhynchus mykiss*, es un pez que pertenece al grupo de los salmónidos originarios de América del Norte, en nuestro país, su distribución natural abarca las corrientes de aguas frías y cristalinas de las zonas montañosas más altas de los estados de Durango, Chihuahua, Baja California, Sinaloa y Sonora; en otras regiones del país, como es el caso de Oaxaca, la trucha arco iris se encuentra debido a que ha sido introducida.

El nombre de este pez deriva de la peculiar coloración que posee (figura 1), misma que varía en función del medio, de la talla, del sexo, del tipo de alimentación, y del grado de maduración sexual.



Figura 1. Coloración característica de la trucha arco iris.

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación taxonómica de la trucha arco iris de acuerdo a Camacho *et al.*, (2000).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la trucha arco iris.

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Pisces
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Orden	Salmoniformes
Familia	Salmonidae
Género	Oncorhynchus
Especie	mykiss
Nombre científico	Oncorhynchus mykiss
Nombre común	Trucha arco iris

ESPE 2013

ANEXO G-3

Manual del cultivo de trucha

Pag. 3 de 17

### **III. BIOLOGÍA DE LA TRUCHA ARCO IRIS**

Al momento de establecer un criadero de trucha arco iris, es necesario tomar en consideración diversos aspectos biológicos de la especie en su ambiente natural, esto nos ayudará a comprender muchas cosas sobre el cultivo de esta especie.

#### **3.1. Hábitat**

La trucha arco iris en su ambiente natural, es un pez que habita espacios acuáticos con aguas puras y cristalinas, con cauces que presentan marcados desniveles topográficos que originan rápidos, saltos y cascadas que son muy comunes en los ríos de alta montaña, son estos rápidos con una pronunciada velocidad de corriente y suelo pedregoso los más frecuentados por las truchas. De manera que las truchas son peces nativos de regiones elevadas y montañosas donde existen aguas frías y claras, siendo en general la Sierra Norte una región apropiada para el cultivo de este pez, puesto que cuenta con aguas cristalinas y bien oxigenadas.

#### **3.2. Alimento**

Por otra parte, la trucha es un pez carnívoro que en la naturaleza se alimenta de las presas que captura vivas, siendo la mayoría de ellas organismos acuáticos y algunos terrestres, como son los insectos que en primavera y verano revolotean sobre el agua. Los moluscos como los caracoles también son presas habituales, así como los crustáceos (cangrejos, etc.), gusanos, renacuajos y peces pequeños de la misma u otras especies.

#### **3.3. Reproducción y ciclo de vida**

Los machos de la trucha arco iris siempre son de mayor tamaño y durante la etapa de reproducción suelen desarrollar dimorfismo sexual, la trucha tiene un ciclo reproductor anual, siendo una condición indispensable que el macho y la hembra sean adultos y sexualmente maduros. Los machos pueden adquirir la madurez sexual a los 15 o 18 meses, mientras que en las hembras es un poco más tardado, ya que necesitan un mínimo de dos años (figura 2). Durante el proceso de maduración sexual, las truchas van sufriendo una serie de cambios morfológicos en su aspecto, los cuales hacen que uno pueda distinguir fácilmente los machos de las hembras, dos de los cambios mas notorios sucede en el macho, uno de ellos es en el maxilar inferior debido a que este sufre un proceso de prolongación, así como una ligera curvatura dorsal del cuerpo.

ESPE 2013

ANEXO G-4

Manual del cultivo de trucha

Pag. 4 de 17



Figura 2. Hembra de trucha arco iris sexualmente madura.

La reproducción de las truchas al igual que la de los demás salmónidos es sexual y externa, esto quiere decir que la hembra como el macho, depositan libremente en el agua sus productos sexuales (espermatozoides y óvulos). En los ríos o arroyos, los óvulos procedentes de las hembras son depositados en el fondo en un nicho o nido previamente preparado por la hembra, donde inmediatamente después el macho deposita el esperma, dando lugar con esto a la fecundación. Al proceso natural de emisión de los productos sexuales al exterior comúnmente se le da el nombre de desove.

Es importante mencionar que la reproducción de los salmónidos es cíclica, esto significa que tiene lugar una vez al año y en una época determinada. Blanco (1994), menciona que el desove en la trucha arco iris se da en el periodo comprendido entre los meses de noviembre a febrero, pero que este fenómeno esta condicionado por la influencia de las condiciones climáticas ambientales.

En el ciclo de vida de la trucha arco iris se describen generalmente cinco etapas que son:

- Huevo: una vez que se ha llevado la fertilización de los huevos, estos son incubados en el nido construido por la hembra; la velocidad de desarrollo de los huevos depende en gran medida de la temperatura del agua, la óptima se sitúa entre los 8 y 12 °C. A una temperatura de 10 °C la eclosión del alevín será a los 31 días, mientras que a 15.6 °C la eclosión será a los 19 días. En la figura 3 se pueden observar los huevecillos de la trucha arco iris.

ESPE 2013

ANEXO G-5

Manual del cultivo de trucha

Pag. 5 de 17





Figura 3. Huevos de trucha arco iris en incubación artificial.

- **Alevín:** al concluir el desarrollo embrionario, el alevín eclosiona y se alimenta de las reservas nutricionales contenidas en el saco vitelino durante dos o cuatro semanas dependiendo de la temperatura. Una vez que estas reservas han sido agotadas y el saco vitelino ha sido absorbido, el alevín se transforma en cría y asciende a la superficie; esta fase dura entre 14 y 20 días.
- **Cría:** en esta fase empiezan a nadar mas libremente y procurarse el alimento por si mismos. Conforme crecen y sobreviven, las crías continúan su desarrollo, cuyo ritmo depende de una serie de factores, tales como la duración del día, la temperatura y la abundancia de alimento. Figura 4.



Figura 4. Cría de trucha arco iris.

- **Juvenil:** en esta etapa los organismos tienen todas las características de los adultos (figura 5), es decir, ya tienen hábitos propios de la especie, como ser activos y nadar contra la corriente, atrapar sus presas para alimentarse, haciéndolo con pequeños peces de otras especies, ranas, etc. Se diferencian de los adultos en que aún no han madurado sexualmente.

ESPE 2013

ANEXO G-6

Manual del cultivo de trucha

Pag. 6 de 17



Figura 5. Juveniles de trucha arco iris.

- Adulto: dependiendo de las condiciones físicas del hábitat, una buena parte de las truchas de una determinada población maduran entre los 15 y 18 meses de edad, sin embargo, la mayoría alcanza su madurez dos meses después. Cuando ocurre la maduración, los peces cambian de coloración, de tal manera que adquiere las características típicas de la trucha adulta.

## IV. PARÁMETROS GENERALES PARA EL CULTIVO DE TRUCHA

La calidad del agua es fundamental en un criadero de truchas, pues es el medio donde los peces se desarrollaran, así que conocer y mantener los parámetros del agua como: temperatura, oxígeno, turbidez, pH y amonio es de suma importancia para que el criadero tenga una buena producción acuícola, y que las truchas cosechados de nuestra granja sean de las características deseadas.

### 4.1. Oxígeno

Dentro de la acuicultura, el cultivo de la trucha arco iris es una de las prácticas que demandan de mayor cantidad de oxígeno disuelto en el agua (figura 6). Dentro de la truticultura (cultivo de trucha) se estima que los peces en crecimiento deben de tener continuamente tasas mínimas de oxígeno de 5 a 5.5 mg/l (miligramos/litro), mientras que los huevos y alevines son más exigentes, demandando de 6 a 7 mg/l; con cifras muy inferiores a las mencionadas, las truchas presentan dificultades para extraer el oxígeno del agua y transportarlo a través de sus branquias.

ESPE 2013

ANEXO G-7

Manual del cultivo de trucha

Pag. 7 de 17



Figura 6. Recambio continuo de agua para una buena oxigenación.

Existen diversos factores físicos, químicos y biológicos que determinan la cantidad de oxígeno presente en el agua, uno de los factores es la temperatura, puesto que cuanto más alta sea, menor será la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y mayor las exigencias de oxígeno de las truchas. Este aspecto es muy importante y debe de considerarse en la época de secas, puesto que la temperatura ambiental incrementa y la disposición de agua es menor, esto hará que el oxígeno sea insuficiente y se deberán tomar medidas al respecto. Las acciones más comunes es disminuir la carga de los estanques, recurrir a aportes suplementarios de agua, oxigenar el agua a través de bombas de aire, y una práctica muy común dentro de las granjas de la región de la Sierra Norte que ha dado buenos resultados, es colocar un techo de maya sombra sobre los estanques para disminuir la incidencia de los rayos solares sobre el agua, y con ello evitar que la temperatura aumente bruscamente.

#### 4.2. Temperatura

La trucha arco iris al igual que todos los peces, no tiene capacidad propia para regular su temperatura corporal, y ésta depende totalmente del medio acuático en que vive. La temperatura del agua tiene una incidencia directa sobre los aspectos reproductivos de las truchas, el ritmo de crecimiento de los alevines y adultos, y especialmente sobre el grado de actividad metabólica. Indirectamente como ya se mencionó con anterioridad, la temperatura del agua influye en la concentración de oxígeno disuelto en ella, la concentración de productos metabólicos (amoníaco), así como el tiempo y grado de descomposición de los materiales depositados en el fondo de los estanques.

Como ya se indicó, la trucha en condiciones naturales puede vivir en aguas con temperaturas de entre 0° y 25° C; sin embargo, es necesario mencionar que en términos de cría artificial de trucha, los límites de la temperatura del agua en los cuales su crecimiento y desarrollo son los adecuados es entre los 9° y 17°C, siendo en la etapa de alevín entre 10°-12°C la temperatura adecuada, y para los juveniles en pleno crecimiento 16°C. A pesar de que el rango de temperatura del agua en que las truchas pueden sobrevivir es amplio, a partir de temperaturas por arriba de los 21°C las concentraciones de oxígeno en el agua son muy bajas y las aguas no son adecuadas para utilizarlas en el cultivo de trucha.

ESPE 2013

ANEXO G-8

Manual del cultivo de trucha

Pag. 8 de 17



### 4.3. pH

Conocer los valores de pH o potencial de hidrógeno es de gran importancia al igual que la temperatura y el oxígeno, esto debido a que si los valores en el pH del agua son demasiado bajos o elevados, causaran estrés en las truchas.

El valor del pH viene determinado por la presencia de hidrógeno en el agua y se expresa en una escala que va de 0 a 14, dentro de esta escala, un valor de 7 indica que el agua es neutra, un valor inferior a 7 indica que el agua es ácida y si es superior a 7 el agua se considera alcalina.

Para la cría de la trucha arco iris los valores deseables del pH deben estar en un rango de 6.5 a 9, estos son los más apropiados para la producción. Con valores inferiores a 6.5 o mayores a 9.5 la reproducción disminuye. Con un pH por debajo de 4 se presenta la muerte ácida de los peces, y por arriba de 11 la muerte alcalina.

### 4.4. Turbidez

Como ya se ha mencionado, la trucha gusta de aguas cristalinas y puras, siendo la turbidez del agua un factor negativo en la cría de estos peces. La turbidez es causada por partículas suspendidas generalmente arrastradas desde el suelo o de la vegetación adyacente, así como de organismos planctónicos, que pueden generar una disminución en la absorción de oxígeno por parte de las truchas, puesto que sus branquias se ven afectadas, en el caso de los alevines, los problemas branquiales son mas notorios y pueden dar origen a infecciones, debido a que cuando las branquias de los pequeños peces son expuestas al contacto con las partículas suspendidas, se irritan fácilmente ya que se dificulta el pasó del oxígeno a través de ellas. En términos de productividad, la turbidez causa una reducción en la tasa de crecimiento de las truchas.

Este es un factor sobre el cual se debe poner especial atención en la época de lluvias, pues es cuando más partículas son arrastradas del suelo y de la vegetación a causa de las fuertes lluvias que caen en esa temporada, aspecto que en la Sierra Norte es muy notorio debido a su marcada topografía con pendientes pronunciadas, lo cual hace que los escurrimientos provocados por las lluvias tomen fuerza, fenómeno al que generalmente se han enfrentado muchas de las granjas de truchas de la región, y que les ha ocasionado pérdidas debido a la muerte de muchos de sus organismos.

### 4.5. Amonio

La composición química de las aguas de un criadero de truchas se puede ver afectada por el metabolismo de los mismos peces que en ellos habitan o por la degradación de la materia orgánica presente en el agua. De especial importancia es el contenido de amoníaco, pues su toxicidad y efectos sobre el organismo varían con el pH y la temperatura del agua. Los efectos tóxicos son debidos esencialmente a la forma no ionizada del amoníaco, que es perjudicial para los peces. El pH, la temperatura y la salinidad del agua determinan la toxicidad del amoníaco no ionizado, el pH es el más importante, cuando el pH aumenta una unidad causa que se incremente 10 veces la producción de amonio tóxico.

Las sustancias amoniacaes son producto de la excreción de los peces, de manera que hay que tener muy en cuenta la carga de peces que se tendrán por estanque, puesto que una alta concentración de truchas puede traer consecuencias negativas en los niveles de amonio

ESPE 2013

ANEXO G-9

Manual del cultivo de trucha

Pag. 9 de 17

presentes en el agua, así como en los peces, pues ocasionará daños en las branquias y retardo en su crecimiento.

A continuación se presenta un cuadro con los requerimientos esenciales de la trucha en cuanto a la calidad del agua se refiere.

Cuadro 2. Requerimientos del agua para el cultivo de trucha.

Temperatura	De 7.2 a 17.0 °C para crecimiento De 7.2 a 12.8 °C para reproducción e incubación.
Oxígeno disuelto	Mayor a 5 mg/l
pH	6.7 a 9.0
Dióxido de carbono	Menor a 2 mg/l
Calcio	Mayor a 52 mg/l
Zinc	Menor a 0.04mg/l a pH de 7.6
Amonio	Menor a 0.012 mg/l como NH <sub>3</sub>
Nitrito	Menor a 0.55 mg/l
Nitrógeno	Menor a 110 % de saturación total
Sólidos suspendidos	Menor a 80 mg/l
Sólidos disueltos	Menor a 400 mg/l
Ácido sulfhídrico	Menor a 0.002mg/l

Fuente: Camacho *et al.*, (2000).

## V. VENTAJAS DEL CULTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS

### 5.1. Biológicas y tecnológicas.

- Es una especie que se puede cultivar con éxito en la mayor parte de las montañas del centro y sur del país.
- La trucha arco iris cuenta con índices de crecimiento alto que permiten obtener en algunos casos hasta dos cosechas anuales en tallas comerciales.
- La tecnología diseñada y adaptada para el cultivo de trucha arco iris está plenamente dominada en todas sus fases, lo que asegura el éxito de las operaciones y una alta rentabilidad de las inversiones.

### 5.2. Económicas.

- El cultivo de la trucha no demanda necesariamente la construcción de estanquería o instalaciones costosas, se pueden emplear estanques rústicos que producen altos rendimientos y una alta rentabilidad de las inversiones.

ESPE 2013

ANEXO G-10

Manual del cultivo de trucha

Pag. 10 de 17

## **VI. SIEMBRA DE CRÍAS Y CAPACIDAD DE CARGA DE LOS ESTANQUES**

Para una granja que apenas empieza a adentrarse en el cultivo de la trucha arco iris, es recomendable que introduzca en sus estanques truchas en la etapa de cría. Al momento de realizar la compra de las pequeñas truchas es necesario establecer el contacto con un proveedor que garantice organismos saludables y libres de enfermedades, además de contar con el equipo especial para el traslado de las crías de una granja a otra. Al llevar a cabo la siembra de las crías, ésta se debe realizar cuidadosamente para evitar lastimarlas; generalmente el traslado se realiza en bolsas de plástico, antes de liberar a los peces en el estanque, se recomienda sumergir las bolsas en las cuales se encuentran las crías en los estanques, esto con la finalidad de que la temperatura del agua de la bolsa y estanques sean las mismas, cuando esto suceda las truchas pueden ser liberadas en su nuevo hogar.

La cantidad de peces ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) que es posible colocar en un estanque está en relación con el peso individual de las truchas, con el oxígeno aportado por el caudal y en base a las instalaciones y condiciones de la granja. La carga de los estanques se expresa en kilogramos de peces por metro cuadrado de estanque.

Blanco (1994), indica que para el cálculo de la densidad se utiliza como medida patrón de partida y de máximo aprovechamiento, el número de truchas de 200g que es posible colocar en un metro cuadrado a una temperatura de  $10\text{ }^\circ\text{C}$ ; bajo estas circunstancias se aconsejan densidades de 20 a  $25\text{ kg}/\text{m}^2$ , siendo esta densidad de peces muy adecuada para aquellos piscicultores que aún no tienen una gran experiencia en el cultivo de trucha y que no quieren correr riesgos.

Es necesario que el encargado de la granja de truchas esté muy pendiente del comportamiento de los peces, pues si existe una sobre carga de individuos en los estanques, las truchas comenzarán a competir por el alimento, a mantener luchas por espacio, lo que puede ocasionar lesiones físicas, además, el continuo rozamiento entre peces da como resultado descamación, lesiones corporales, desarrollo de hongos, incomodidad e intranquilidad que en muchos casos se traduce en retraso del ritmo de crecimiento.

Otro aspecto fundamental a tomar en cuenta es la clasificación de las truchas en los estanques, esto debido a que en un lote de peces se establece un dominio social natural, con marcada jerarquía de los grandes sobre los pequeños. Los peces dominantes generalmente son quienes tienden a ocupar aquellos espacios del estanque que les ofrecen las mejores condiciones, como son las áreas situadas en las proximidades de la caída de agua, donde la velocidad de la corriente del agua y la concentración de oxígeno es mayor; de esta manera es frecuente observar que los peces más pequeño o rezagados en crecimiento, se encuentran en la parte final de los estanques.

**ESPE 2013**

**ANEXO G-11**

**Manual del cultivo de trucha**

**Pag. 10 de 17**

La dominancia se hace muy notoria a la hora de la alimentación, pues las truchas dominantes con actitudes agresivas excluyen a los peces más pequeños de las áreas de alimentación, lo que hace que exista una desigualdad en el crecimiento de los peces. Para evitar tener en un lote marcadas diferencias en el tamaño de los peces, es necesario realizar una clasificación para separar o seleccionar los distintos tamaños de peces que se han producido en un estanque después de un determinado tiempo de cría, al cabo del cual las diferencias en tamaño son evidentes a simple vista. Por lo tanto, la finalidad de la clasificación es conseguir una cierta uniformidad de tamaños en todos los individuos que se van a colocar de nuevo en un estanque, y de esta forma ir consiguiendo lotes homogéneos, hasta alcanzar el tamaño comercial. De esta manera se va estableciendo una serie de lotes uniformes y escalonados por tamaños.

Otra ventaja de la clasificación, es que permite utilizar un mismo tamaño de gránulo de alimento en el estanque, y conocer a su vez, el peso de los distintos lotes obtenidos procedentes del estanque original. Es conveniente realizar la separación cuando existen ya en el estanque tres o cuatro tamaños bien definidos en las truchas y se hace coincidir, además, cuando la carga acumulada en el estanque es máxima.

Es importante indicar que las maniobras para clasificar y separar a los peces produce un cierto nivel de estrés, cuyas consecuencias pueden ser un número de bajas inmediatas o en las siguientes horas, disminución de resistencia e infecciones bacterianas secundarias, así como retrasos de crecimiento. Por lo tanto, las maniobras y procedimientos de clasificación deben ser lo más cuidadosas y lo menos agresivas, realizándose en condiciones ambientales óptimas y en un estado físico de los peces excelente.

## VII. ALIMENTACIÓN

Los alimentos proporcionados a las truchas deben ser de alta calidad nutritiva, esto con la finalidad de que satisfagan los requerimientos de los peces y gocen de una buena salud. El alimento suministrado debe ser el adecuado con relación al tamaño de los peces, existen en el mercado diversas marcas de alimentos peletizados con una amplia variedad de tamaños de los gránulos (figura 7), con el fin de promover la alimentación adecuada en relación con el tamaño del pez.



ESPE 2013

ANEXO G-12

Manual del cultivo de trucha

Pag. 12 de 17



Camacho *et al.*, (2000) menciona que los principios fundamentales que se deben de tomar en cuenta en las prácticas de alimentación son las siguientes:

- Seleccionar el tamaño del pellet apropiado en función del pez más chico de la población.
- Administrar el alimento al estanque de tal manera que todos los peces puedan comer al mismo tiempo.

A continuación se presenta un cuadro con el tipo y tamaño de alimento más adecuado con relación al peso de la trucha, así como la ración administrada por día.

Cuadro 3. Programa de alimentación para trucha arco iris.

Tipo de Alimento	Granulometría (mm)	Peso de la trucha (g)	Dimensión de la trucha (cm)	Ración por día (kg)
Migaja gruesa	2.00-3.00	4.8-10.8	6-10	8
Engorda 3/32	2.4	10.8-27.7	10-13	6
Engorda 1/8	3.2	27.7-62.38	13-17	4
Engorda 5/32	4.0	62.38-168	17-24	4
Engorda 3/16	4.8	168-465	24-30	2

Fuente: El Pedregal Silver Cup (1999).

A pesar de que existen alimentadores automáticos en el mercado, realizar la alimentación a mano es el mejor método (figura 8), pues la persona que realiza esta actividad puede observar el comportamiento de los peces, distribuyendo uniformemente el alimento para que todos los peces presentes en el estanque puedan comer su ración correspondiente correctamente, además el encargado podrá darse cuenta inmediatamente cuando las truchas estén satisfechas, cesando el aporte de alimento a los estanques.



Figura 8. Alimentación manual de la trucha arco iris.

Al momento de elegir el alimento comercial que proporcionaremos a las truchas se deben tomar en cuenta que cumplan con los siguientes requerimientos nutricionales:

- Carbohidratos: el porcentaje en la dieta debe de ser menor al 12%.
- Grasas: los niveles deben de ser del 10 al 12% ya que así cubrirán las necesidades energéticas sin que utilicen las proteínas para ello.

**ESPE 2013**

**ANEXO G-13**

**Manual del cultivo de trucha**

**Pag. 13 de 17**

## 9.1. Enfermedades ocasionadas por virus

Para las distintas especies de truchas que desde hace ya varios años se han cultivado, solo se han descubierto tres tipos de infecciones virales, a las cuales se les ha denominado, necrosis pancreática, necrosis infecciosa hematopoyética y septicemia hemorrágica, éstas son enfermedades de muy baja incidencia y que invaden la sangre de los peces. Enseguida se mencionan los principales síntomas y causas de estas enfermedades, así como los métodos de control o tratamientos más favorables.

**Necrosis pancreática infecciosa (NPI):** La necrosis es una enfermedad viral de las truchas y salmones, el periodo de incubación del virus depende de la temperatura, y varía de seis días a 12.5°C hasta varias semanas a 4°C; los peces que sobreviven a la infección son portadores por el resto de su vida, liberando cantidades del virus por largos periodos a través de la orina, heces, semen y huevecillos, ocasionando la transmisión del virus a organismos sanos o a la descendencia.

**Síntomas:** en los individuos afectados provoca que éstos tengan un movimiento lento y aletargado, nadando sobre sus costados con movimientos en espiral, hundiéndose con frecuencia hacia el fondo de los estanques, cuando los peces presentan estos síntomas es un signo terminal y la muerte ocurre en un par de horas. Otro síntoma característico de la enfermedad es la presencia de mucosidad transparente o lechosa en el estómago.

**Prevención:** evitar la introducción de peces que ya presenten la enfermedad a nuestra granja, así como la entrada de peces silvestres, para ello las crías o los huevos deben de ser solicitados certificados sanitariamente.

**Tratamiento.** Desafortunadamente no existe un tratamiento, lo más recomendable es sacrificar a los peces que padezcan la enfermedad antes de que toda la granja se vea infectada.

**Necrosis infecciosa hematopoyética (NHI):** esta es una enfermedad viral, transmitiéndose de un pez a otro y de progenitores a descendientes por medio de fluidos seminales o huevecillos infectados; generalmente se observa en alevines y juveniles, para el caso de la trucha arco iris, los peces adultos infectados raras veces mueren. El periodo de incubación de la enfermedad depende de la temperatura, y fluctúa entre 5.5 días a 21°C y unos 16 días a 3°C.

**Síntomas:** Los peces afectados presentan distensión del abdomen, oscurecimiento del cuerpo y anemia. El riñón, bazo, hígado y vísceras se observan necrosadas.

**Prevención:** al igual que con la enfermedad anterior, se debe evitar la introducción de peces ya infectados y realizar continuamente inspecciones para ver el estado de salud de las truchas.

**Tratamiento:** no existen fármacos o productos químicos que controlen los brotes de esta enfermedad, también se aconseja sacrificar y retirar los lotes de peces infectados.

ESPE 2013

ANEXO G-14

Manual del cultivo de trucha

Pag. 14 de 17

## 9.2. Enfermedades ocasionadas por bacterias

**Furunculosis:** la bacteria causante de esta enfermedad es *Aeromonas salmonicida*, siendo el periodo de incubación para casos agudos de dos a cuatro días, pero en casos crónicos el periodo puede ampliarse a varias semanas a bajas temperaturas. La furunculosis es una enfermedad habitualmente estacional, con frecuencia aparece entre los meses de julio y agosto.

**Síntomas:** Los peces enfermos presentan ampollas en su piel (figura 11), aislamiento del grupo, pérdida del apetito, inflamación del intestino y pequeñas hemorragias en el hígado.



Figura 11. Trucha con los síntomas característicos de la furunculosis.

**Prevención:** se debe de aislar a los peces enfermos de los estanques para someterlos a tratamiento, los animales muertos deben ser retirados de los estanques.

**Tratamiento:** Esta enfermedad puede tratarse con alimentos medicados, para ello se puede suministrar diariamente durante 10 días terramicina (oxitetraciclina) en el alimento a razón de 3g por cada 45 kg de pez.

**Enfermedad columnar:** es causada por la bacteria *Flexibacter columnaris*, se han detectado cepas de alta y baja virulencia, la forma muy virulenta ataca el tejido branquial y la menos virulenta causa generalmente infecciones cutáneas. La infección ocasionada por la cepa virulenta causa el trastorno llamado pudrición de las agallas.

**Síntomas:** el primer signo de la enfermedad suele ser la aparición de placas grises en la zona de la aleta dorsal, estas lesiones aumentan de tamaño exponiendo el tejido muscular. Son notables en las regiones de boca y cabeza, tornándose amarillas y adquiriendo forma de cráter.

ESPE 2013

ANEXO G-15

Manual del cultivo de trucha

Pag. 15 de 17

## ANEXOS

**Anexo 1.** Precios actuales de trucha arco iris para cría por parte de la Granja Raa Betutdha de Ixtlán de Juárez. Los precios son a pie de granja.

Edad de la trucha	Tamaño aproximado	Costo unitario
2 meses	5cm	\$1.00
2 ½ meses	6-7cm	\$1.40
3 meses	8 cm	\$ 2.50
4 meses	15 cm	\$ 10.00
		<b>Costo por kilogramo</b>
6 meses	20-24 cm	\$ 60.00
1 año	30 cm	\$ 60.00
1 año	33-37 cm	\$60.00

El hecho de que actualmente exista en la región una granja que venda truchas para pie de cría es de gran importancia, pues esto representa un menor tiempo de transportación hacia las granjas vecinas, ya que anteriormente las truchas eran traídas desde granjas de otros estados, como lo son: Veracruz y Estado de México, lo que representaba demasiado tiempo en el traslado, ocasionando que al llegar a la granja destino muchas de las truchas llegaran muertas, representando este hecho pérdidas económicas para los acuicultores, aspecto que hoy en día se ve disminuido notablemente debido a que las horas de traslado se han acortado, aunado a esto, la granja Raa Betutdha cuenta con el equipo necesario para realizar el traslado.

El costo de una granja puede variar dependiendo del tamaño y los materiales de construcción. Una experiencia reciente en la Sierra Norte es el caso de Yatuni, donde con apoyo de la CONEFOR se inició una pequeña granja con estanques de concreto; el costo estimado fue 90,000.00 pesos y el apoyo recibido fue del 70%. Es posible que algunas otras dependencias apoyen el establecimiento de granjas con diferentes porcentajes, pero la inversión inicial es fuerte y esto tiene que ser considerado por los grupos o individuos que desean incursionar en esta actividad.

**Anexo 2.** Distribuidoras de alimento

### Aqua Desarrollo

Dirección en la ciudad de Oaxaca: Guelaguetza No. 110, San Martín Mexicapán.

Dirección en Ixtlán de Juárez: Benito Juárez No. 2, Barrio la Asunción.

Productos:

- Alimento
- Termómetros
- Medicamentos
- Kit para análisis de agua
- Bombas y aereadores
- Y todo lo relacionado con el cultivo de peces.

ESPE 2013

ANEXO G-16

Manual del cultivo de trucha

Pag. 16 de 17



### Alimentos Purina (Distribuidora el tío)

Dirección: Camino Rancho Sangre de Cristo No. 601, Colonia Reforma Agraria, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

Teléfono: (951) 51 64961

Correo electrónico: [distribuidoraeltio@prodigy.net.mx](mailto:distribuidoraeltio@prodigy.net.mx)

Productos:

- Alimento trucha desarrollo
- Alimento trucha finalizador
- Alimento trucha finalizador alta eficiencia
- Alimento trucha finalizador con pigmento

**Anexo 3.** Sitios de interés para obtención de apoyos económicos y asesoría técnica para el cultivo de trucha arco iris.

### Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Página de Internet: [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

### Delegación estatal en Oaxaca

Delegado estatal: Ing. Edgar Guzmán Corral

Dirección: Riberas del Río Atoyac No. 38-A, Colonia Vicente Suárez, C.P. 68030, San Jacinto Amilpas, Oaxaca, Oax.

Teléfono: 01 (951) 514 90 43

01 (951) 514 5299

Correo electrónico: [oax\\_dels@sagarpa.gob.mx](mailto:oax_dels@sagarpa.gob.mx)

Página de Internet: [www.oax.sagarpa.gob.mx](http://www.oax.sagarpa.gob.mx)

### Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca

Página de Internet: [www.conapesca.sagarpa.gob.mx](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx)

ESPE 2013

ANEXO H-1

Resultados del proyecto

Pag. 1 de 3



ESPE 2013

**ANEXO H-2**

**Resultados del proyecto**

**Pag. 2 de 3**



ESPE 2013

**ANEXO H-3**

**Manual del cultivo de trucha**

**Pag. 3 de 3**



**ESPE 2013**

Latacunga, Marzo 2013

El presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por:

-----  
CRISTIAN FABIÁN GALLARDO MOLINA

APROBADO POR:

-----  
ING. WILSON SÁNCHEZ O.  
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICADO POR:

-----  
DR. RODRIGFO VACA.  
SECRETARIO ACADÉMICO.

