



Universidad de Oviedo

Manual de Usuario del SCADA del Trabajo Fin de Máster  
realizado por

ESTEBAN GIANCARLO BACILIO LOO

para la obtención del título de

Máster en Ingeniería de Automatización e Informática Industrial

**AUTOMATIZACIÓN DE LÍNEAS DE  
PASTEURIZACIÓN, SIEMBRA Y CULTIVO DE  
FERMENTOS PARA LA FABRICACIÓN DE YOGURT  
FIRME**

JULIO DE 2015

# Índice

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
1.1 Identificación del Proyecto .....	8
1.2 Visión General del Proyecto.....	8
1.3 Visión General del Documento.....	8
1.4 Documentos referenciados .....	9
1.4.1 Documentos del proyecto.....	9
1.4.2 Documentos externos .....	9
<b>2 RECURSOS UTILIZADOS .....</b>	<b>10</b>
2.1 Recursos Hardware.....	10
2.2 Recursos Software .....	10
2.3 Recursos Humanos.....	10
<b>3 INSTRUCCIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL SCADA .....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Condiciones de Funcionamiento.....	11
3.1.2 Representación de los Colores de Tubería en el SCADA .....	12
3.2 Equipos y Ventanas Desplegables. ....	13
3.2.1 Ventana de Configuración de Valvula de Accionamiento Simple .....	13
3.2.2 Ventana de Configuración de Valvula Proporcional.....	14
3.2.3 Ventana de Configuración de Bombas de Empuje o Inyección.....	16
3.2.4 Ventana de Configuración de Agitadores de 2 Velocidades.....	17
3.2.5 Ventana de Configuración de Agitadores Simples.....	19
3.2.6 Homogenizadores .....	21
<b>4 PAGINA PRINCIPAL DEL SCADA.....</b>	<b>23</b>
4.1 Barra de Estado de Líneas de Pasteurizado .....	23
4.2 Barra de Estado de Líneas de Siembra .....	24
4.3 Barra de Estado de Líneas de Cultivo de Fermentos .....	24
4.4 Barra de Configuración y Herramientas.....	25
4.4.1 Botón de Despliegue de Ventana de Modos de Funcionamiento.....	25
4.4.2 Botón de Despliegue de Ventana de Estados de E/S Digitales.....	26
4.4.3 Botón de Despliegue de Ventana de Asignación de Parámetros de Proceso.....	27
4.4.4 Botón de Despliegue de Ventana de Registro de Variables Analógicas del Proceso	29
4.4.5 Botón de Despliegue de Ventana de Registro de Señales Digitales del Proceso.	30
4.4.6 Botones de Salto a Página Anterior o Posterior del SCADA .....	31

4.5	Barra de Navegación de Paginas del SCADA .....	31
4.6	Barra de Administración de Usuarios del SCADA .....	31
<b>5</b>	<b>PAGINA DE LÍNEAS DE PASTEURIZACIÓN .....</b>	<b>34</b>
5.1	Selección de Modos de Funcionamiento de las Líneas de Pasteurizado .....	35
5.2	Modo de Limpieza Automatizado .....	36
5.3	Modo Producción Automatizada .....	43
5.4	Modo Empuje de Leche y Limpieza Intermedia Automatizada.....	46
<b>6</b>	<b>PAGINA DE CULTIVO DE FERMENTOS.....</b>	<b>49</b>
6.1	Selección de Modos de Funcionamiento de las Líneas de Cultivo de Fermento .....	50
6.2	Modo Limpieza de Tanque de Fermentos .....	51
6.3	Modo Preparación de Fermentos.....	52
6.4	Modo Vaciado de Fermentos .....	57
6.5	Modo Limpieza Circuito de Fermentos .....	58
<b>7</b>	<b>PAGINA DE SIEMBRA DE FERMENTOS.....</b>	<b>61</b>
7.1	Selección de Modos de Funcionamiento de las Líneas de Siembra de Fermento.....	62
7.2	Modo Automatizado para la Limpieza de Línea de Siembra.....	62
7.3	Modo Automatizado para el Llenado de Tanque de Almacenamiento de Leche Pasteurizada .....	64
7.4	Modo Automatizado de Siembra de Fermentos para la Producción de Yogurt Firme ..	65
<b>8</b>	<b>PAGINA DE DISTRIBUCIÓN DE LIMPIEZA CIP .....</b>	<b>68</b>
8.1	Selección de Modos de Funcionamiento de Limpieza de Líneas.....	69

# Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Carga del Runtim WinCC utilizando el botón de Play .....	11
Ilustración 2: Simulado PLCSIM configurado y con el Programa Cargado .....	12
Ilustración 3: Ventana para el Control de Válvula Simple (VSP1)- Modo Automático .....	13
Ilustración 4: Ventana para el Control de Válvula Simple (VSP1)- Modo Manual- On.....	14
Ilustración 5: Ventana para el Control de Válvula Proporcional (Intercambiador)-Modo Automático .....	15
Ilustración 6: Ventana para el Control de Válvula Proporcional (Intercambiador)-Modo Manual- 100% Apertura .....	15
Ilustración 7: Ventana para el Control de Bomba (BTD Pasto1)- Modo Automático.....	16
Ilustración 8: Ventana para el Control de Bomba de Inyección Fermentos N°1- Modo Automático .....	17
Ilustración 9: Ventana para el Control de Agitador de Tanque de Fermento N°1- Modo Automático .....	18
Ilustración 10: Ventana para el Control de Agitador de Tanque de Fermento N°1-Modo Manual y Velocidad Lenta-On .....	19
Ilustración 11: Ventana para el Control de Agitador de Tanque Pulmón de Leche N°1 - Modo Automático .....	20
Ilustración 12: Ventana para el Control de Agitador de Tanque Pulmón de Leche N°1 - Modo Manual-On. ....	20
Ilustración 13: Ventana para el Control de Homogenizador del Pasteurizador N°1 - Modo Automático .....	21
Ilustración 14: Ventana para el Control de Homogenizador del Pasteurizador N°1 - Modo Manual- On .....	22
Ilustración 15: Página Principal del SCADA .....	23
Ilustración 16: Barra de Estado de Líneas de Pasteurización.....	24
Ilustración 17: Barra de Estado de Líneas de Siembra de Fermento.....	24
Ilustración 18: Barra de Estado de Líneas de Cultivo de Fermento .....	25
Ilustración 19: Barra de Configuración y Herramientas del SCADA.....	25
Ilustración 20: Botón de Despliegue de Ventana de Modos de Funcionamiento.....	26
Ilustración 21: Ventana de Modos de Funcionamiento Desplegada para Líneas de Siembra de Fermento.....	26
Ilustración 22: Botón de Despliegue de Ventana de Estados de E/S Digitales .....	27
Ilustración 23: Ventana Desplegada para Visualización de Estado de Señales E/S Digitales en Líneas de Siembra .....	27

Ilustración 24: Botón de Despliegue de Ventana de Asignación de Parámetros de Proceso	28
Ilustración 25: Pagina Modelo para la Configuración de Parámetros de Proceso en Líneas de Cultivo de Fermento	28
Ilustración 26: Botón de Despliegue de Página de Registro de Variables Analógicas del Proceso	29
Ilustración 27: Pagina Modelo para Muestreo de Registros de Variables Analógicas de Líneas de Pasteurizado	29
Ilustración 28: Botón de Despliegue de Página de Registro de Señales Digitales del Proceso	30
Ilustración 29: Pagina Modelo para Muestreo de Registros de Señales Digitales de Líneas de Siembra de Fermento	30
Ilustración 30: Botones de Salto a Página Anterior o Posterior del SCADA	31
Ilustración 31: Barra de Navegación de Paginas del SCADA	31
Ilustración 32: Barra de Administración de Usuarios	32
Ilustración 33: Ventana de Inicio de Sesión de Usuario del SCADA	32
Ilustración 34: Administrador de Usuarios del SCADA	33
Ilustración 35: Página de Visualización de Líneas de Pasteurización del SCADA- Línea de Pasteurizado N°1	34
Ilustración 36: Página de Visualización de Líneas de Pasteurización del SCADA- Línea de Pasteurizado N°2	35
Ilustración 37: Ventana de Selección de Modos de Funcionamiento de Líneas de Pasteurización	36
Ilustración 38: Botones de Marcha/Paro de Modo Limpieza de Línea de Pasteurización	36
Ilustración 39: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Drenado Inicial	37
Ilustración 40: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Preparación de Limpieza	38
Ilustración 41: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Cierre del Circuito para Limpieza	39
Ilustración 42: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Adición de Sosa Aditivada al Circuito	40
Ilustración 43: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Circulación de Limpieza por el Circuito	40
Ilustración 44: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Drenaje de Material de Limpieza	41
Ilustración 45: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Fin de Drenaje de Material de Limpieza	42
Ilustración 46: Visualización de Línea de Pasteurizado luego de finalizar el Modo Limpieza- Cambio a Modo StandBy	43

Ilustración 47: Botones de Marcha/Paro de Modo Producción en Línea de Pasteurización..	43
Ilustración 48: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Producción-Inicio de Tiempo de Drenaje de Agua e Ingreso de Leche al Circuito .....	44
Ilustración 49: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Producción-Fin de Drenaje de Agua, Circuito con Leche a Pasteurizar.....	45
Ilustración 50: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Producción-Suministro de Leche con un Tratamiento Térmico de Pasteurizado Valido.....	46
Ilustración 51: Botones de Marcha/Paro de Modo Empuje y Limpieza Intermedia de Línea de Pasteurización.....	46
Ilustración 52: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza Intermedia-Empuje de Leche Restante en el Circuito .....	47
Ilustración 53: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza Intermedia-Empuje de Leche Restante en el Circuito .....	48
Ilustración 54: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza Intermedia-Reanudando el Modo Limpieza.....	48
Ilustración 55: Página de Visualización de Líneas de Cultivo de Fermento del SCADA .....	49
Ilustración 56: Barra de Estado/ Fase en Líneas de Cultivo de Fermento .....	50
Ilustración 57: Ventana de Selección de Modos de Funcionamiento de Líneas de Cultivo de Fermento.....	50
Ilustración 58: Botones de Marcha/Paro de Modo de Limpieza de Línea de Cultivo de Fermentos N°1 .....	51
Ilustración 59: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Limpieza –Iniciando Ingreso de Material de Limpieza .....	51
Ilustración 60: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Limpieza –Iniciando Recirculación de Material de Limpieza con Bomba CIP.....	52
Ilustración 61: Botones de Marcha/Paro de Modo Preparación de Fermento en Línea de Cultivo de Fermentos N°2 .....	53
Ilustración 62: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Inicio de Calentamiento del Tanque .....	53
Ilustración 63: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Preparación de Punto de Siembra- Esperando Validación .....	54
Ilustración 64: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Reposo del Fermento para su Maduración.....	55
Ilustración 65: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Esperando Validación de pH del Fermento Madurado .....	55
Ilustración 66: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Enfriamiento del Fermento Madurado .....	56

Ilustración 67: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Fermento Listo para ser Utilizado.....	57
Ilustración 68: Botones de Marcha/Paro de Modo Vaciado de Fermento en Línea de Cultivo de Fermentos N°2 .....	57
Ilustración 69: Visualización de Línea de Cultivo N°2 en Modo Vaciado de Fermento- Tanque Habilitado para Suministro de Fermento .....	58
Ilustración 70: Botones de Marcha/Paro de Modo Limpieza Circuito de Inyección de Fermentos de Líneas de Cultivo y Siembra.....	58
Ilustración 71: Visualización de Líneas de Cultivo de Fermento en Modo Limpieza de Circuito de Inyección de Fermentos .....	59
Ilustración 72: Visualización de Líneas de Siembra de Fermento en Modo Limpieza de Circuito de Inyección de Fermentos .....	60
Ilustración 73: Página de Visualización de Líneas de Siembra de Fermento del SCADA .....	61
Ilustración 74: Barra de Estado en Líneas de Siembra de Fermento.....	61
Ilustración 75: Ventana de Selección de Modos de Funcionamiento de Líneas de Siembra de Fermento.....	62
Ilustración 76: Botones de Marcha/Paro de Modo Limpieza en Línea de Siembra de Fermentos N°1 .....	63
Ilustración 77: Visualización de Línea de Siembra de Fermento N°1 en Modo Limpieza – Iniciando Ingreso de Material de Limpieza .....	63
Ilustración 78: Visualización de Línea de Siembra de Fermentos N°1 en Modo Limpieza – Iniciando Recirculación de Material de Limpieza con Bomba CIP .....	64
Ilustración 79: Botones de Marcha/Paro de Modo de Llenado de Tanque de Almacenamiento de Leche Pasteurizada.....	64
Ilustración 80: Visualización de Línea de Siembra de Fermentos N°1 en Modo Llenado de Tanque de Leche N°1 – Ingresando Leche de Línea de Pasteurizado N°1 al Tanque Pulmón.....	65
Ilustración 81: Botones de Marcha/Paro de Modo de Producción o Siembra de Fermentos.....	65
Ilustración 82: Visualización de Línea de Siembra de Fermentos N°2 en Modo Producción – Llenado de Deposito de Siembra con Leche e Inyección de Fermento. ....	66
Ilustración 83: Visualización de Línea de Siembra de Fermentos N°2 en Modo Producción – Vaciado de Deposito de Siembra con hacia las máquinas llenadoras.....	67
Ilustración 84: Página de Visualización de Distribución de Limpieza CIP del SCADA .....	68
Ilustración 85: Barra de Estado en Página de Distribución de Limpieza CIP .....	68
Ilustración 86: Ventana de Selección de Modos de Funcionamiento de Suministro de Limpieza CIP.....	69

Ilustración 87: Visualización de Distribución de Limpieza CIP durante la limpieza de la Línea de Cultivo de Fermentos N°1 ..... 70



# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Identificación del Proyecto

Título: Automatización de Líneas de Pasteurización, Siembra y Cultivo de Fermentos para la Fabricación de Yogurt Firme.

Directores: Víctor Manuel González Suárez, Doctor Ingeniero Informático.

Autor: Esteban Giancarlo Bacilio Loo

Fecha: Julio de 2015

Financiación: Proyecto financiado por la empresa CAPSA FOOD.

## 1.2 Visión General del Proyecto

Este proyecto nace de la necesidad de la empresa CAPSA FOOD en renovar y mejorar el control y supervisión en los procesos de fabricación de yogurt firme en su fábrica principal ubicada en Granda (Asturias).

Con este proyecto la empresa pretende obtener un desarrollo que permita la integración tecnológica en los tres primeros niveles de la pirámide anteriormente descrita. Esta tarea supone inicialmente una evaluación y análisis de las condiciones del equipamiento y tecnología actual utilizada, para así definir y realizar una serie de acciones que nos permitieron alcanzar los objetivos propuestos.

Lograr implementar este proyecto supondrá una serie de beneficios para la empresa que se traducen en eficiencia y ahorro de energía y materia prima, así como mejoras en el proceso control de calidad, trazabilidad e identificación de fallos y averías en las líneas de producción.

Por otra parte, esta integración deja un camino abierto que le permitirá un mayor control y gerencia de los planes de producción que se realizan en la fábrica en el caso que realicen un nivel de integración a niveles más superiores (MES y ERP).

## 1.3 Visión General del Documento

El presente documento tiene como propósito ilustrar y dar una visión general del proyecto desarrollado, partiendo desde los motivos que han impulsado la realización del mismo, definiendo el alcance y objetivos principales del trabajo.

Es necesario recordar que el funcionamiento del SCADA se encuentra sujeto a prueba, lo que puede conllevar a tener secciones o funciones de visualización que no se han definido en el proyecto por estar fuera del alcance del mismo.

Para obtener el comportamiento descrito es necesario conectar el simulador SIMPLC o realizar la instalación y cableado de señales del proyecto. En este último caso, también será necesario la configuración y pruebas que pueden acarrear la modificación o ampliación de la programación que se desarrolló en este proyecto.

Recordar que se trata de un manual basado en las pruebas de simulación realizadas, por lo que al momento de su implementación se requiere de algunos otros ajustes y configuración de las propiedades y comportamiento del SCADA desarrollado en este proyecto.

## **1.4 Documentos referenciados**

### **1.4.1 Documentos del proyecto**

Se hace referencia al documento *“Manual del programador SCADA”* de esta documentación.

Se hace referencia al documento *“Manual del programador PLC”* de esta documentación.

### **1.4.2 Documentos externos**

No se hace referencia a ningún documento externo.

## **2 RECURSOS UTILIZADOS**

### **2.1 Recursos Hardware**

- PC desktop Procesador AMD.
- Monitor LCD DELL 18", teclado y ratón.
- Unidad de CD.
- 4 GB de memoria RAM.
- 8 GB de espacio libre en el disco duro.

### **2.2 Recursos Software**

- Microsoft Windows XP Service Pack 2.
- Siemens WinCC V 7.0 para programación de SCADAs.

### **2.3 Recursos Humanos**

- Manejo del software WinCC para desarrollo de SCADAs.
- Conocimientos de Lenguaje C y Librería de Funciones C Estándar WinCC.

## 3 INSTRUCCIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL SCADA

El funcionamiento del SCADA se encuentra sometido a ciertos aspectos que deben ser tomados en cuenta si se quiere hacer un uso del mismo.

### 3.1.1 Condiciones de Funcionamiento

El funcionamiento del SCADA desarrollado se encuentra sujeto a instalación del software WinCC y apertura del proyecto en WinCC explorer. Una vez abierto el proyecto se debe activar el runtime haciendo click en el botón de play (color azul) y así el proyecto cargue y se ejecute mostrando el SCADA desarrollado.



**Ilustración 1: Carga del Runtime WinCC utilizando el botón de Play**

Otro aspecto importante es la ejecución del proyecto desarrollado en Simatic Step 7. En este caso, se debe utilizar la herramienta de simulación PLCSIM y definir una conexión simulada de tipo TCP/IP para que conecte con el SCADA.

Posteriormente, se debe descargar el proyecto Step 7 en el simulador y pasar al modo RUN para empezar a simular. El comportamiento del SCADA dependerá de esta conexión y de que las variables de E/S simuladas sean correctas para dar inicio a los distintos modos de funcionamiento.

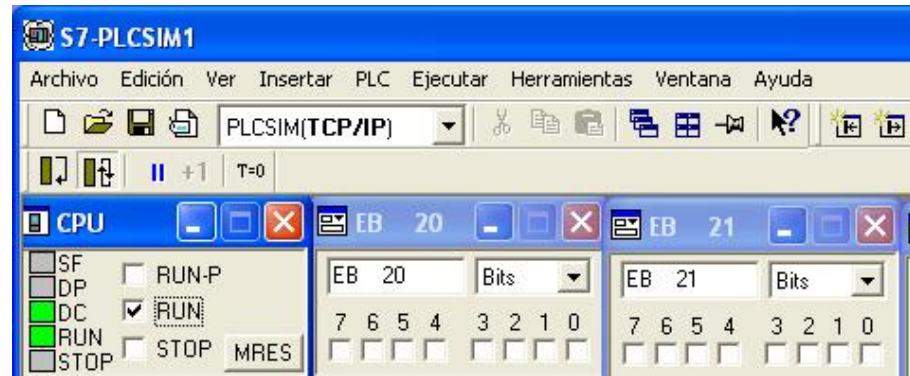


Ilustración 2: Simulado PLCSIM configurado y con el Programa Cargado

### 3.1.2 Representación de los Colores de Tubería en el SCADA

En el SCADA se ha aplicado una representación universal para indicar que tipo de fluido y/o temperatura se encuentra circulando por una sección de tubería. Se ha adoptado la misma referencia utilizada en otros proyectos de CAPSA para indicar el estado de las tuberías. Estos colores pueden ser:

- **Morado:** Indica que por la tubería se está circulando un fluido de limpieza que puede ser agua, sosa o detergente.
- **Amarillo:** Indica que se está circulando leche por la tubería.
- **Azul:** Indica que circula agua fría y/o agua limpia por la tubería.
- **Rojo:** Indica que se está circulando vapor y/o agua caliente por la tubería.
- **Verde:** Indica la existencia de un fluido que prepara el proceso para una siguiente fase.
- **Naranja:** Indica que se está circulando fermento u otro fluido procesado como materia base.

## 3.2 Equipos y Ventanas Desplegables.

En las líneas de pasteurizado se cuenta con una serie de valvulas y bombas que ofrecen distintas ventanas de configuración y selección de modo de funcionamiento de los equipos involucrados. Al hacer click sobre la imagen del equipo según sea el caso, se despliegan las siguientes ventanas.

### 3.2.1 Ventana de Configuración de Válvula de Accionamiento Simple

Al hacer click en una válvula de accionamiento simple, se despliega una ventana que ofrece la selección de trabajo automática o manual de la válvula. Para que el proceso se realice de manera automática en los diversos modos de funcionamiento, todas las válvulas deben encontrarse seleccionadas en modo automático.

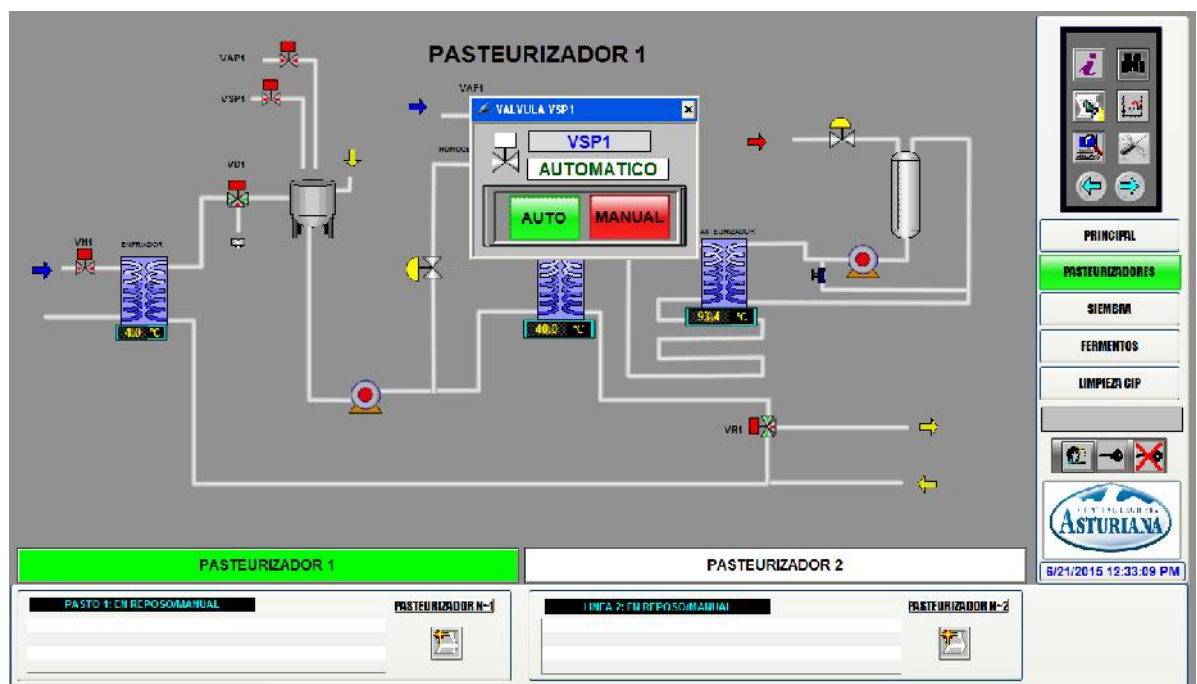


Ilustración 3: Ventana para el Control de Válvula Simple (VSP1)- Modo Automático

Si se desea realizar una acción manual de la válvula, se puede hacer click en el modo manual y para activar o desactivar la señal de mando, utilizar los botones On ó OFF respectivamente.

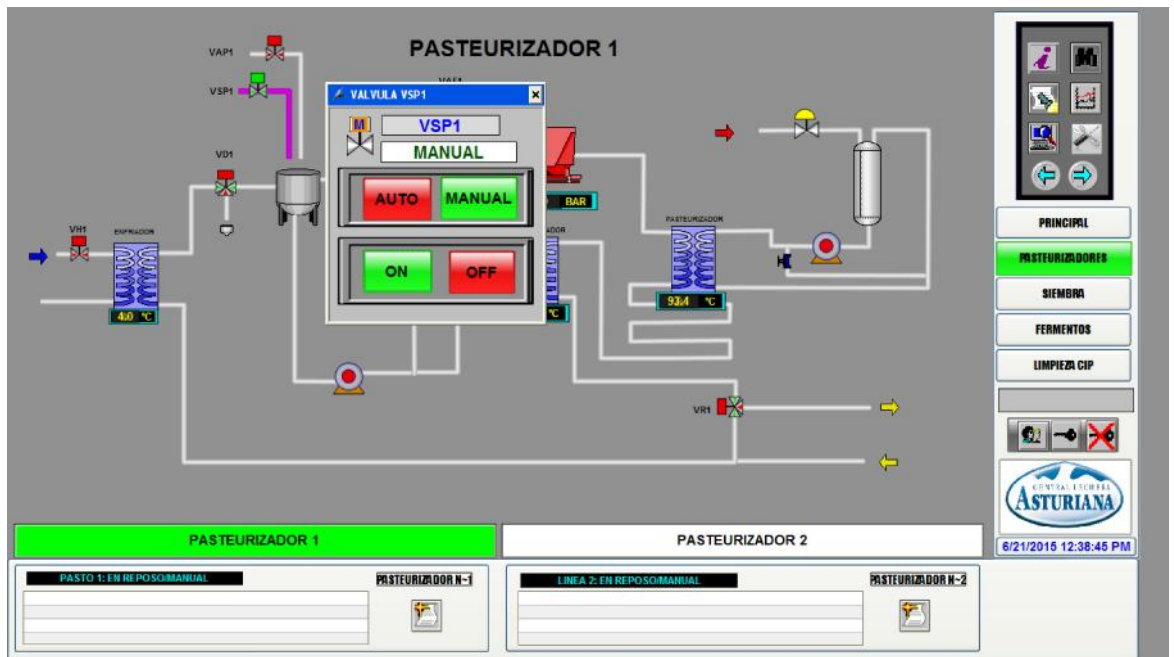
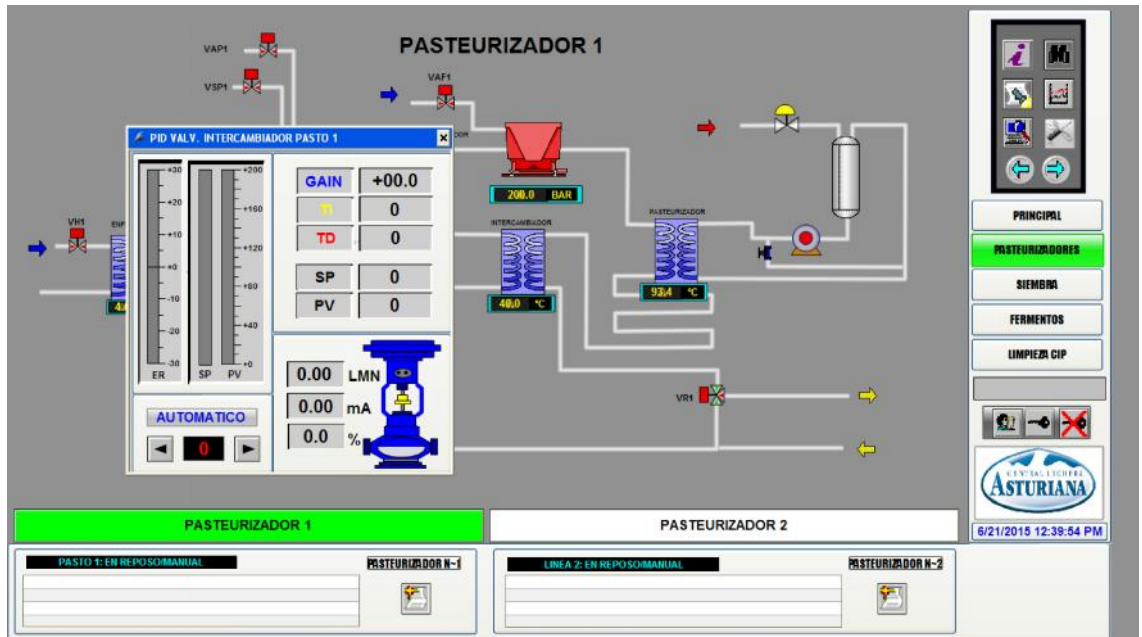


Ilustración 4: Ventana para el Control de Válvula Simple (VSP1)- Modo Manual- On

### 3.2.2 Ventana de Configuración de Valvula Proporcional

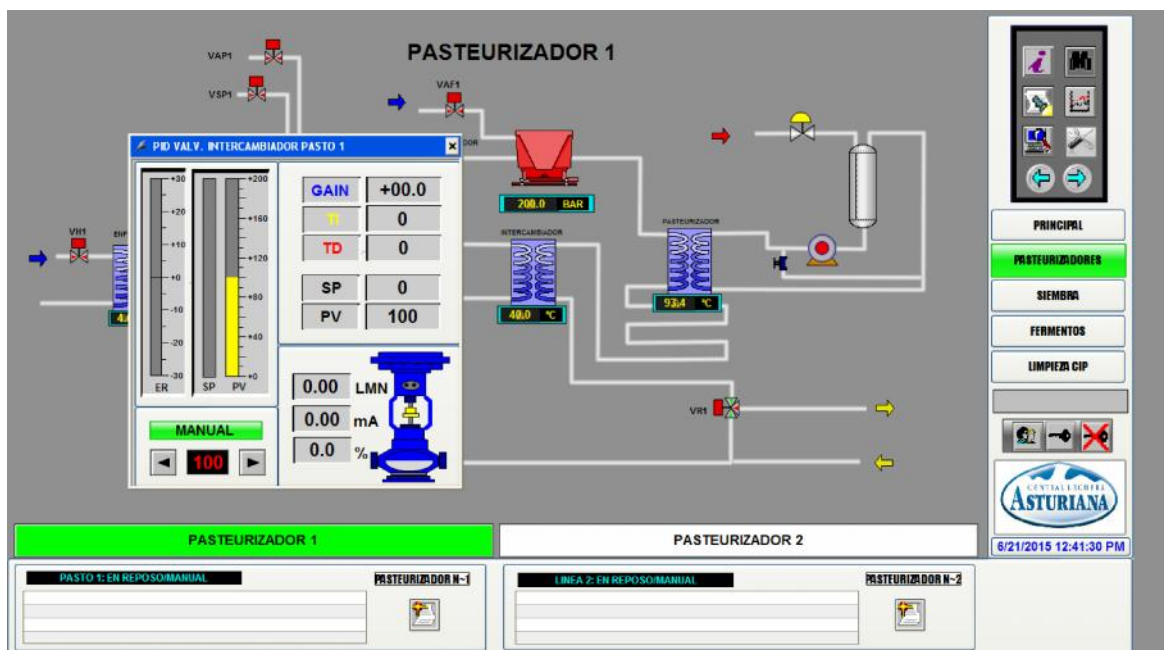
Al hacer click en una válvula de tipo proporcional (Identificada en Color Amarillo y Ubicadas solo en las Líneas de Pasteurización), se despliega una ventana que ofrece la selección de trabajo automática o manual de la válvula en conjunto con la definición de los parámetros de control PID y valores de regulación en modo manual. Para que el proceso se realice de manera automática en los diversos modos de funcionamiento, todas las válvulas deben encontrarse seleccionadas en modo automático.

Los valores ingresados en esta ventana guardan relación directa con el bloque de control estándar para este tipo de aplicaciones en el PLC, que podría implementarse para el control PID de las válvulas proporcionales del proceso. No se ha podido realizar una prueba de su comportamiento, pero se ha tomado la experiencia del personal de mantenimiento utilizando este tipo de bloque e interfaz de configuración en otro SCADA y PLC utilizados en otro proceso.



**Ilustración 5: Ventana para el Control de Válvula Proporcional (Intercambiador)-Modo Automático**

Si se desea realizar una acción manual de la válvula, se puede hacer click en el modo manual e ingresar el valor (%) de apertura de la válvula.

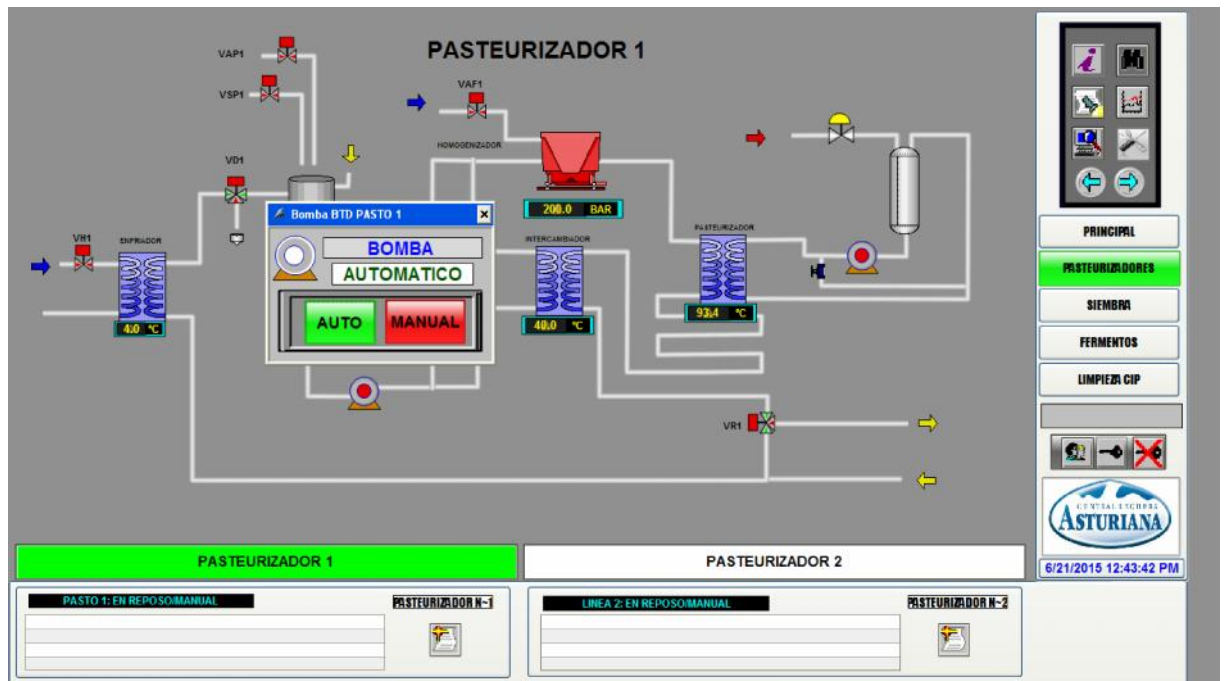


**Ilustración 6: Ventana para el Control de Válvula Proporcional (Intercambiador)-Modo Manual- 100% Apertura**



### 3.2.3 Ventana de Configuración de Bombas de Empuje o Inyección

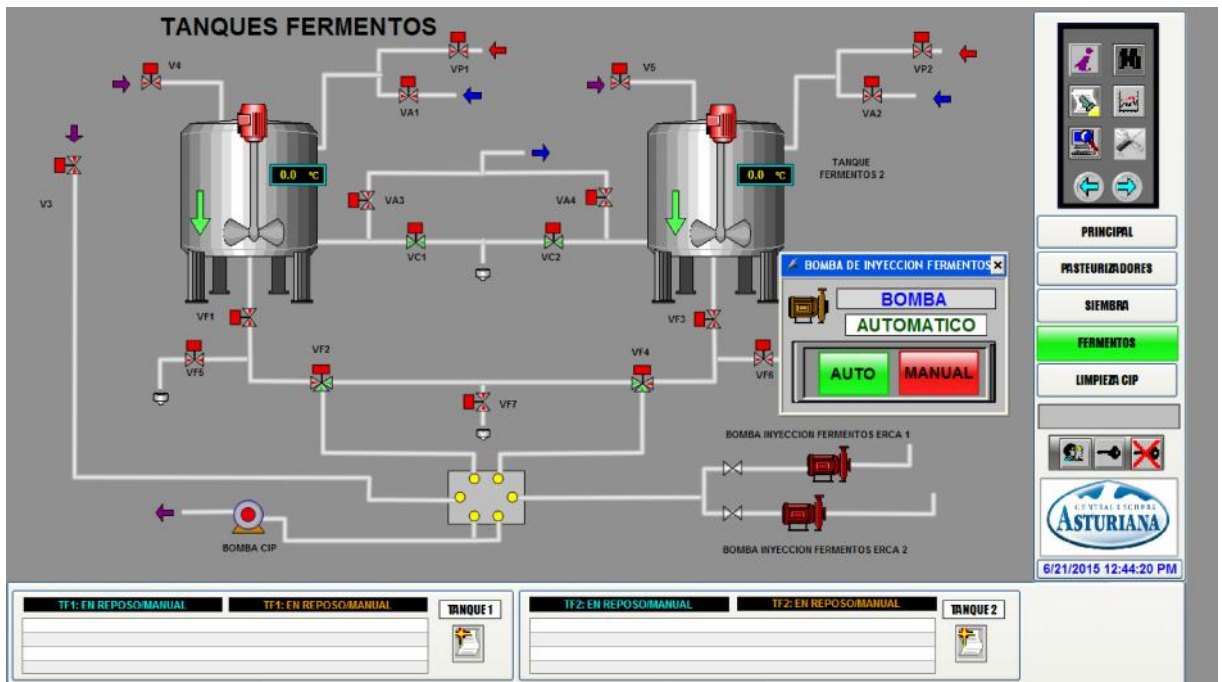
Al hacer click en una bomba de empuje o bomba de inyección se despliega una ventana que ofrece la selección de trabajo automática o manual. Para que el proceso se realice de manera automática en los diversos modos de funcionamiento, todas las válvulas deben encontrarse seleccionadas en modo automático.



**Ilustración 7: Ventana para el Control de Bomba (BTM Pasto1)- Modo Automático**

Si se desea realizar una acción manual de la bomba, se puede hacer click en el modo manual y para activar o desactivar la señal de mando, utilizar los botones On ó OFF repectivamente.

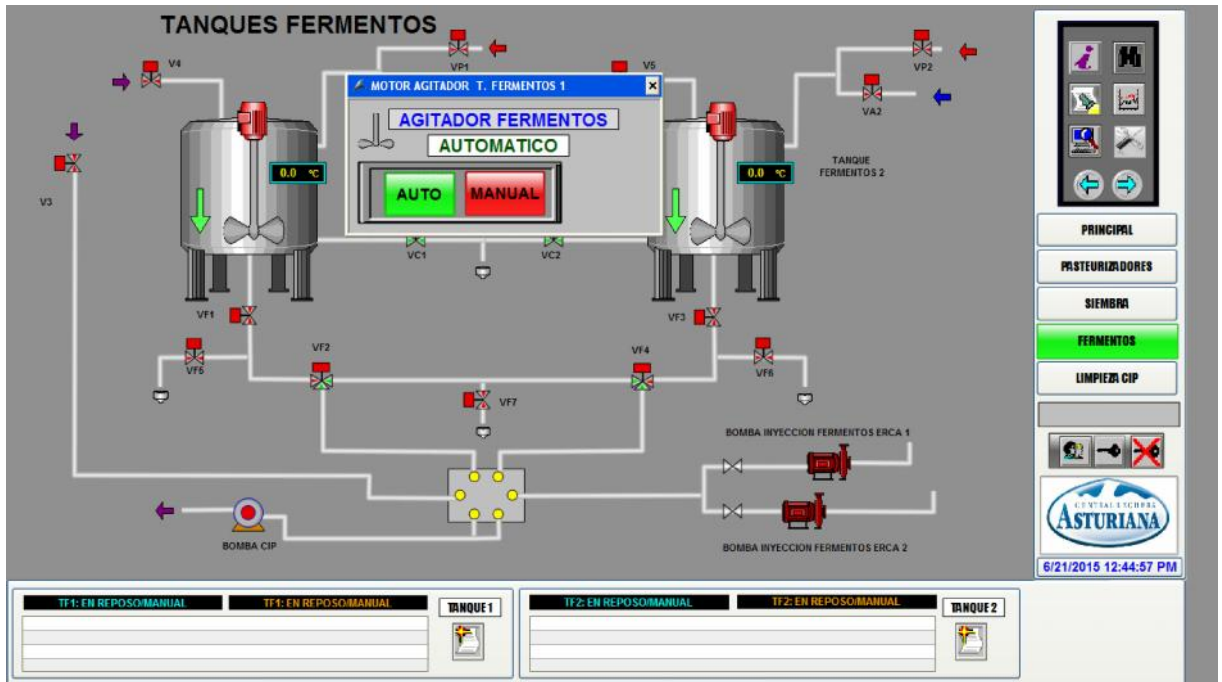
Las bombas de empuje e inyección se configuran de la misma forma, solo que cambia el tipo de señalamiento grafico en la ventana de configuración.



**Ilustración 8: Ventana para el Control de Bomba de Inyección Fermentos N°1- Modo Automático**

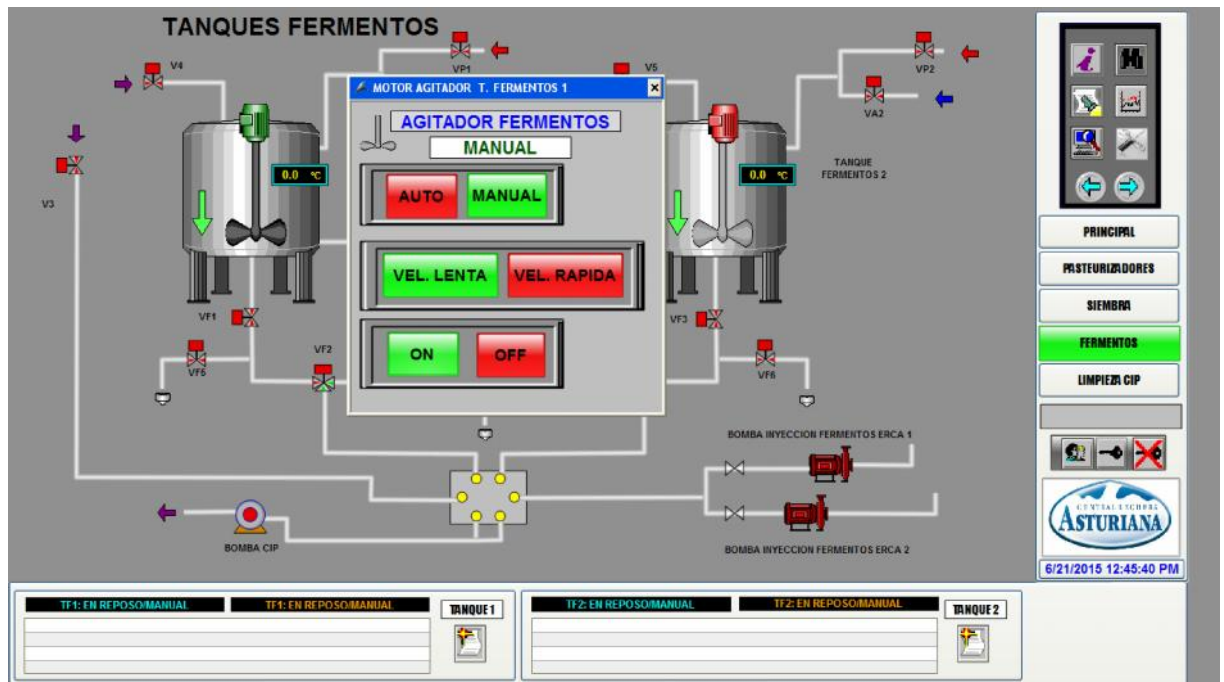
### 3.2.4 Ventana de Configuración de Agitadores de 2 Velocidades

Al hacer click en un agitador de dos velocidades (Solo para Líneas de Cultivo de Fermento) se despliega una ventana que ofrece la selección de trabajo automática o manual. Para que el proceso se realice de manera automática en los diversos modos de funcionamiento, todas las válvulas deben encontrarse seleccionadas en modo automático.



**Ilustración 9: Ventana para el Control de Agitador de Tanque de Fermento N°1- Modo Automático**

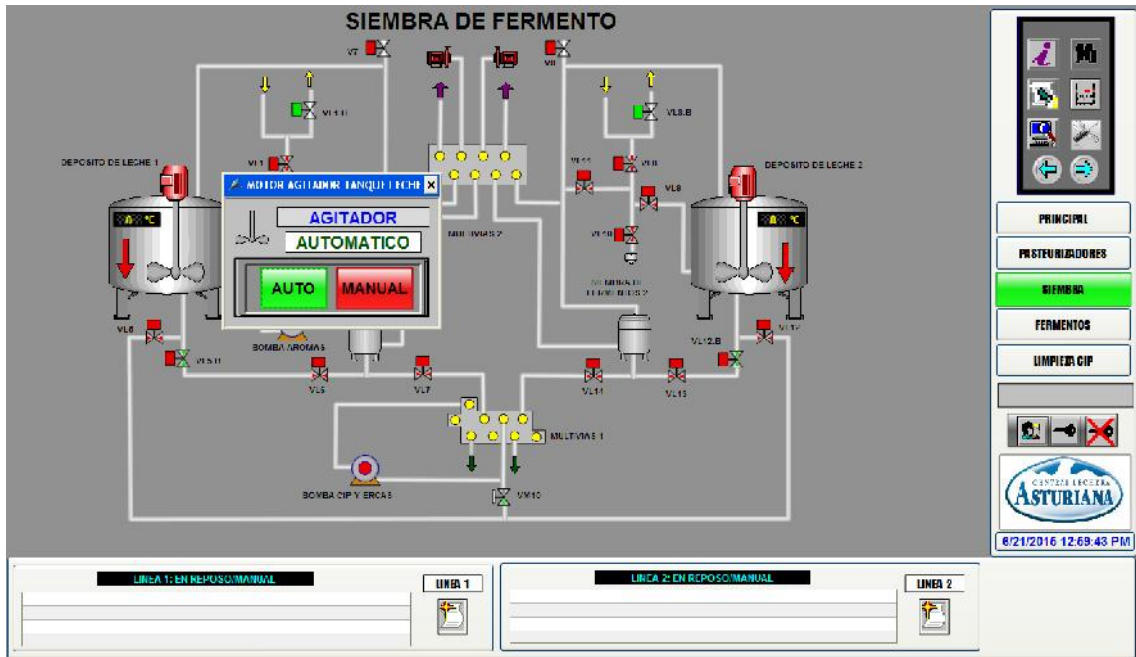
Si se desea realizar una acción manual del agitador de dos velocidades, se puede hacer click en el modo manual, se ampliara la ventana de configuración de los agitadores mostrando las opciones de selección de tipo de velocidad que desea ser accionada y para activar o desactivar la señal de mando, utilizar los botones On ó OFF repectivamente.



**Ilustración 10: Ventana para el Control de Agitador de Tanque de Fermento N°1-Modo Manual y Velocidad Lenta-On**

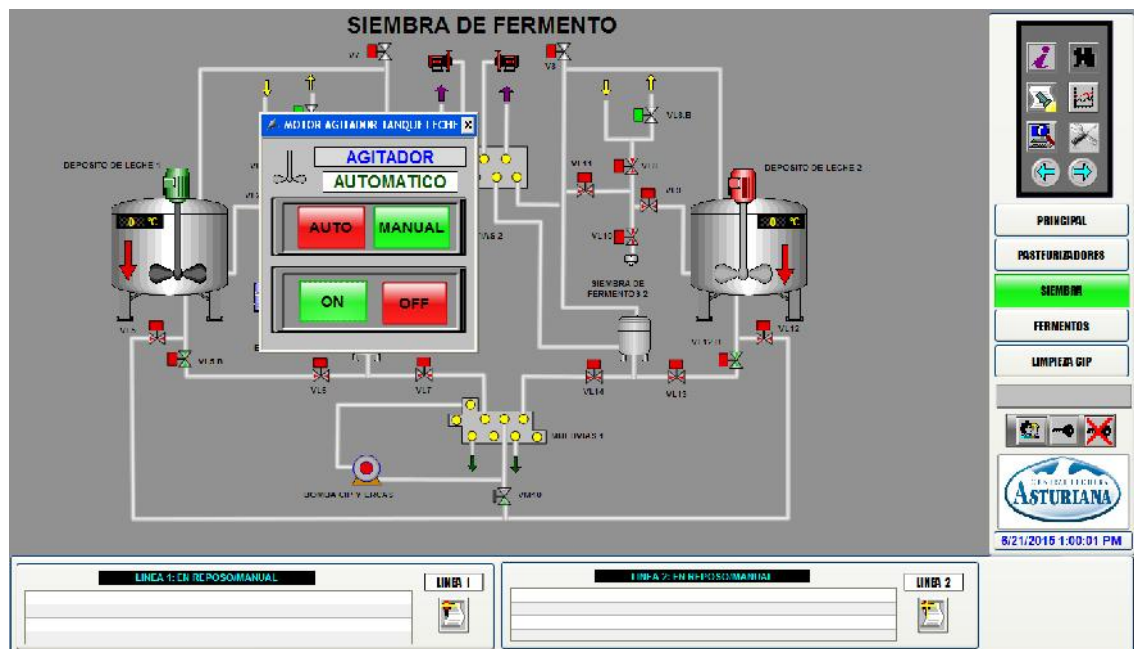
### 3.2.5 Ventana de Configuración de Agitadores Simples

Al hacer click en un agitador simple (Solo para Líneas de Siembra de Fermento) se despliega una ventana que ofrece la selección de trabajo automática o manual. Para que el proceso se realice de manera automática en los diversos modos de funcionamiento, todas las válvulas deben encontrarse seleccionadas en modo automático.



**Ilustración 11: Ventana para el Control de Agitador de Tanque Pulmón de Leche N°1 - Modo Automático**

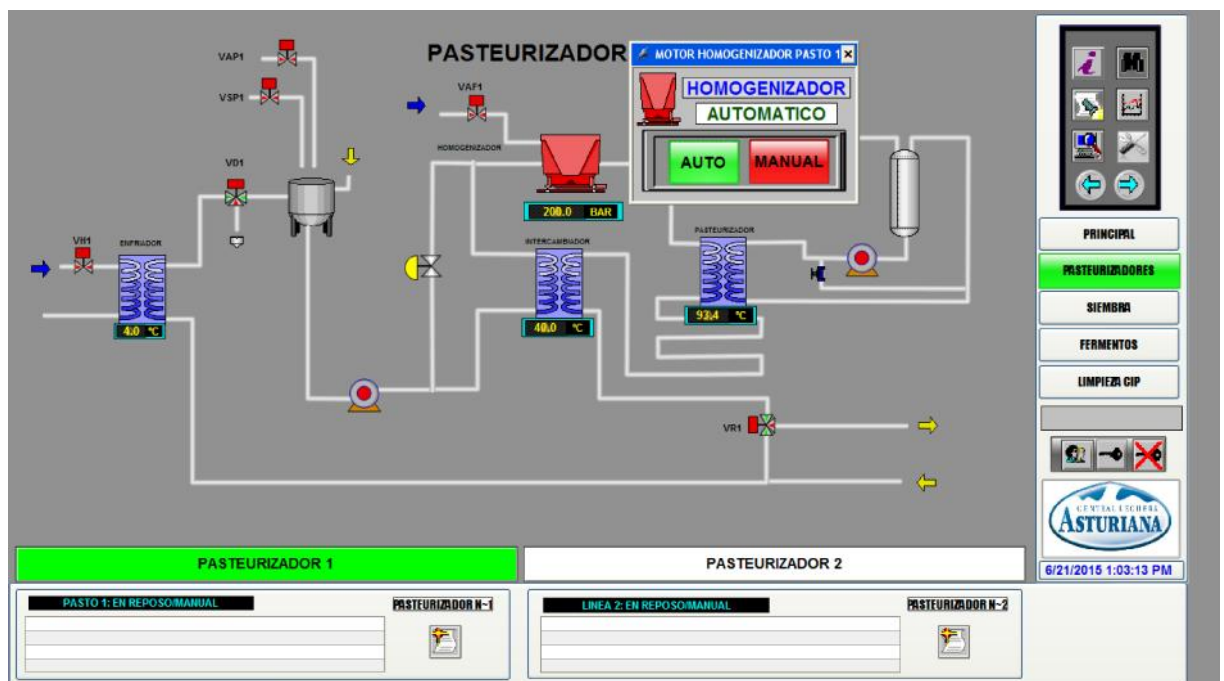
Si se desea realizar una acción manual del agitador, se puede hacer click en el modo manual y para activar o desactivar la señal de mando, utilizar los botones On ó OFF repectivamente.



**Ilustración 12: Ventana para el Control de Agitador de Tanque Pulmón de Leche N°1 - Modo Manual-On.**

### 3.2.6 Homogenizadores

Al hacer click en homogenizador (Solo para Líneas de Pasteurización) se despliega una ventana que ofrece la selección de trabajo automática o manual. Para que el proceso se realice de manera automática (Caso propuesto solo en la Línea de Pasteurizado N<sup>o</sup>1) en los diversos modos de funcionamiento, todas las válvulas deben encontrarse seleccionadas en modo automático.



**Ilustración 13: Ventana para el Control de Homogenizador del Pasteurizador N<sup>o</sup>1 - Modo Automático**

Si se desea realizar una acción manual del homogenizador, se puede hacer click en el modo manual y para activar o desactivar la señal de mando, utilizar los botones On ó OFF respectivamente.



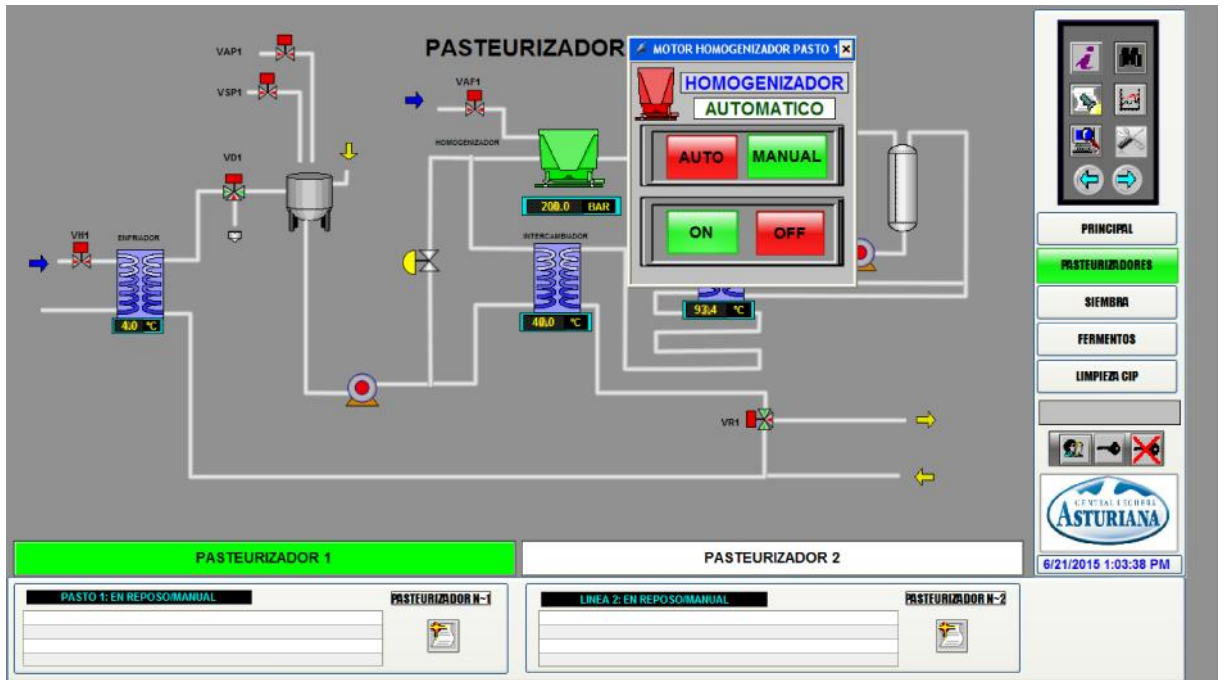


Ilustración 14: Ventana para el Control de Homogenizador del Pasteurizador N°1 - Modo Manual- On

## 4 PAGINA PRINCIPAL DEL SCADA

La página de inicio y principal del SCADA permite al usuario tener una visualización amplia de las líneas de pasteurizado, líneas de siembra y líneas de cultivo de fermento. Esta interfaz permite realizar una visualización del estado de la maquinaria y el proceso que se encuentran ejecutando.

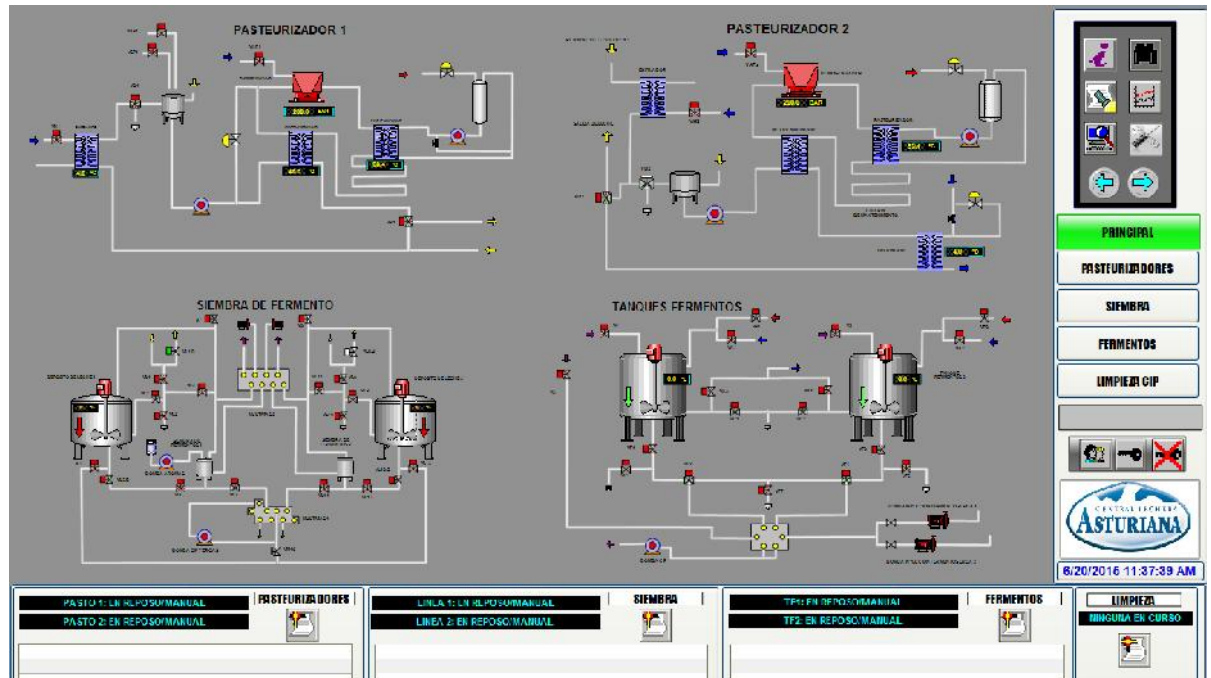


Ilustración 15: Página Principal del SCADA

### 4.1 Barra de Estado de Líneas de Pasteurizado

Esta barra de estado muestra la tarea o proceso que se encuentran ejecutando las líneas de pasteurizado N°1 y N°2.

También se propone una barra que mostrara las últimas 3 alarmas o eventos registrados en las líneas pasteurizadoras, así como un icono para acceder a los reportes de estado y producción en caso de que sean configurados.



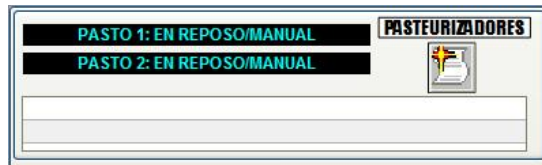


Ilustración 16: Barra de Estado de Líneas de Pasteurización

## 4.2 Barra de Estado de Líneas de Siembra

Esta barra de estado muestra la tarea o proceso que se encuentran ejecutando las líneas de siembra N°1 y N°2.

También se propone una barra que mostrara las últimas 3 alarmas o eventos registrados en las líneas de siembra, así como un icono para acceder a los reportes de estado y producción en caso de que sean configurados.

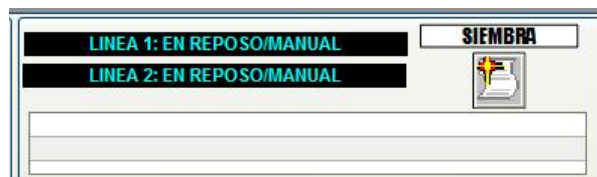


Ilustración 17: Barra de Estado de Líneas de Siembra de Fermento

## 4.3 Barra de Estado de Líneas de Cultivo de Fermentos

Esta barra de estado muestra la tarea o proceso que se encuentran ejecutando las líneas de cultivo de fermento N°1 y N°2.

También se propone una barra que mostrara las últimas 3 alarmas o eventos registrados en las líneas de fermento, así como un icono para acceder a los reportes de estado y producción en caso de que sean configurados.

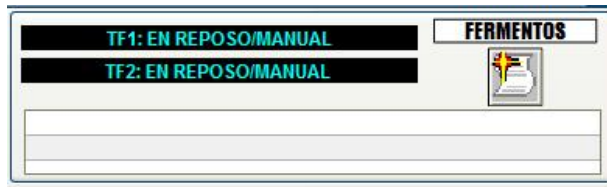


Ilustración 18: Barra de Estado de Líneas de Cultivo de Fermento

## 4.4 Barra de Configuración y Herramientas

Existe una barra de configuración y selección de herramientas presente en cada una de las páginas del SCADA. Según sea la página, se ofrecen opciones de configuración y herramientas relacionadas a la página en donde se encuentra esta barra.

En este caso, la barra ubicada en la página principal no se encuentra configurada, para desplegar ventanas de configuración o herramientas de control del SCADA debido a que se encuentra sujeto a decisión de la selección de su contenido por parte del personal de CAPSA para el momento que se realice la implementación.



Ilustración 19: Barra de Configuración y Herramientas del SCADA

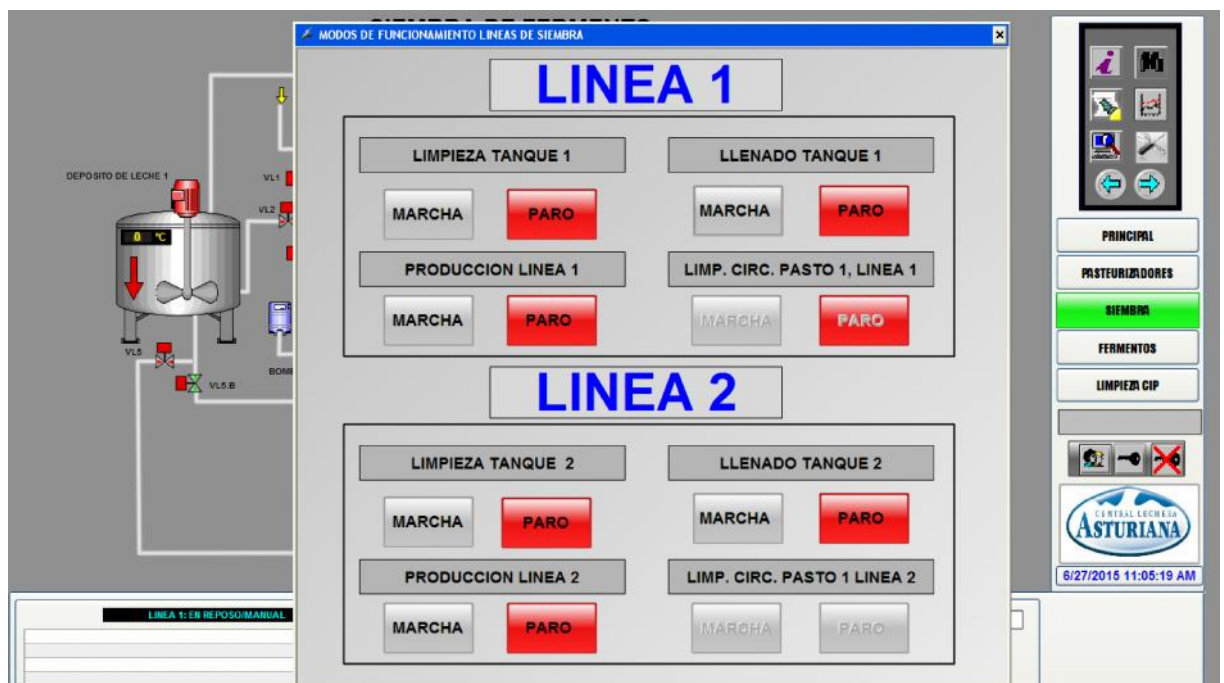
### 4.4.1 Botón de Despliegue de Ventana de Modos de Funcionamiento

El botón de Despliegue de Ventana de Modos de Funcionamiento se encuentra asociado a los posibles modos de funcionamiento de cada página que muestra las líneas de producción.



**Ilustración 20: Botón de Despliegue de Ventana de Modos de Funcionamiento**

Para este proyecto, se ha realizado la configuración de este botón en las páginas de Líneas de Pasteurización, Líneas de Siembra, Líneas de Cultivo de Fermento y Distribución de Limpieza CIP. Sin embargo, no se ha definido que ventana despliega este botón en la página principal del SCADA.



**Ilustración 21: Ventana de Modos de Funcionamiento Desplegada para Líneas de Siembra de Fermento**

#### 4.4.2 Botón de Despliegue de Ventana de Estados de E/S Digitales

El botón de Despliegue de Ventana de Estados de E/S Digitales se encuentra destinado para desplegar una ventana que muestre e identifique las señales digitales correspondientes a cada proceso ejecutado por las distintas líneas.



**Ilustración 22: Botón de Despliegue de Ventana de Estados de E/S Digitales**

Para este proyecto, se ha realizado la configuración de este botón en la página de Líneas de Siembra. Sin embargo, no se ha definido la ventana que despliega este botón en el resto de páginas del SCADA, ya que se trata de una propuesta de funcionamiento para ser empleada en este botón y que puede ser fácilmente replicada en las otras páginas.



**Ilustración 23: Ventana Desplegada para Visualización de Estado de Señales E/S Digitales en Líneas de Siembra**

#### 4.4.3 Botón de Despliegue de Ventana de Asignación de Parámetros de Proceso

El botón de Despliegue de Ventana de Asignación de Parámetros de Proceso se encuentra destinado para desplegar una ventana que muestre e identifique los parámetros de referencia que rigen la ejecución de un proceso automatizado (Temperatura, Tiempo, Etc) correspondientes a cada proceso ejecutado por las distintas líneas.



**Ilustración 24: Botón de Despliegue de Ventana de Asignación de Parámetros de Proceso**

Para este proyecto, se ha realizado la configuración de este botón en la página de Líneas de Cultivo de Fermento y Líneas de Siembra de Fermento, sin embargo, no se ha definido la ventana que despliega este botón en el resto de páginas del SCADA, ya que se trata de una propuesta de funcionamiento para ser empleada en este botón y que puede ser fácilmente replicada en las otras páginas. Se debe tomar en cuenta que los campos deben ser configurados para poder utilizar la asignación de parámetros.

**PARAMETROS EN LINEAS DE CULTIVO DE FERMENTOS**

PREPARACION FERMENTO TF1		TIEMPO (MINUTOS)
1	CALENTAMIENTO PREPARACION TANQUE 1	0 0
2	AGITACION INTERMEDIA DE FERMENTO 1	0 0
3	REPOSO FERMENTO 1 (PH)	0 0

FASES PREPARACION TF2		TIEMPO (MINUTOS)
1	CALENTAMIENTO PREPARACION TANQUE 2	0 0
2	AGITACION INTERMEDIA DE FERMENTO 2	0 0
3	TIEMPO DE REPOSO FERMENTO 2 (PH)	0 0

CONSIGNAS TEMPERATURA TF1		TEMPERATURA (°C)
TEMPERATURA CALENTAMIENTO INICIAL DE FERMENTO		0 0 0
TEMPERATURA INTERMEDIA DE PUNTO DE SIEMBRA		0 0 0
TEMPERATURA DE ENFRIAMIENTO FERMENTO		0 0 0
RANGO DE TOLERANCIA TEMP. DE ENFRIAMIENTO		0 0 0

CONSIGNAS TEMPERATURA TF2		TEMPERATURA (°C)
TEMPERATURA CALENTAMIENTO INICIAL DE FERMENTO		0 0 0
TEMPERATURA INTERMEDIA DE PUNTO DE SIEMBRA		0 0 0
TEMPERATURA DE ENFRIAMIENTO FERMENTO		0 0 0
RANGO DE TOLERANCIA TEMP. DE ENFRIAMIENTO		0 0 0

LIMPIEZA TF1		TIEMPO (SEGUNDOS)
INTERVALO DE DRENAJE		0 0
TIEMPO DE DRENAJE		0 0

LIMPIEZA TF2		TIEMPO (SEGUNDOS)
INTERVALO DE DRENAJE		0 0
TIEMPO DE DRENAJE		0 0

LIMPIEZA CIRCUITO FERMENTOS		TIEMPO (SEGUNDOS)
INTERVALO DE DRENAJE		0 0
TIEMPO DE DRENAJE		0 0

USUARIO



**Ilustración 25: Pagina Modelo para la Configuración de Parámetros de Proceso en Líneas de Cultivo de Fermento**

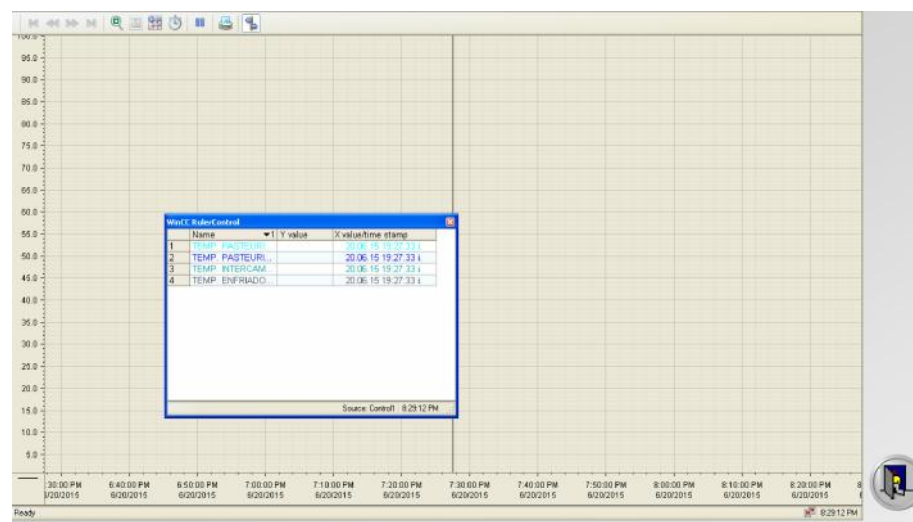
#### 4.4.4 Botón de Despliegue de Ventana de Registro de Variables Analógicas del Proceso

El botón de Despliegue de Ventana de Registros de Variables Analógicas del Proceso se encuentra destinado para desplegar una ventana que muestre y permita hacer un seguimiento durante un tiempo determinado el comportamiento o histórico de los valores de temperatura correspondientes a cada proceso ejecutado por las distintas líneas.



**Ilustración 26: Botón de Despliegue de Página de Registro de Variables Analógicas del Proceso**

Para este proyecto, se ha realizado la configuración de este botón en la página de Líneas de Pasteurizado, sin embargo, no se ha definido la ventana que despliega este botón en el resto de páginas del SCADA, ya que se trata de una propuesta de funcionamiento para ser empleada en este botón y que puede ser fácilmente replicada en las otras páginas.



**Ilustración 27: Pagina Modelo para Muestreo de Registros de Variables Analógicas de Líneas de Pasteurizado**

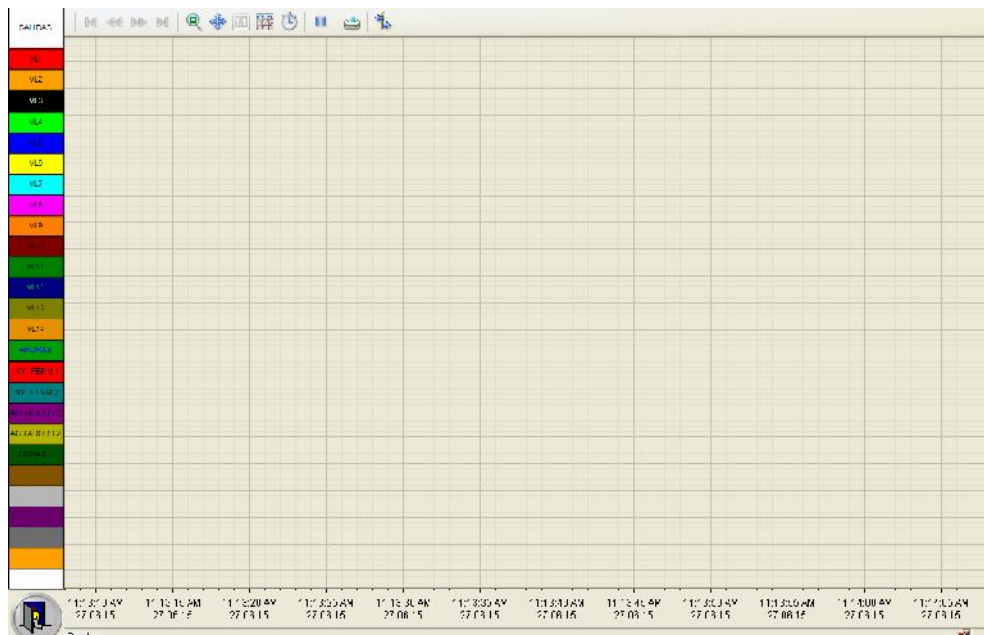
#### 4.4.5 Botón de Despliegue de Ventana de Registro de Señales Digitales del Proceso

El botón de Despliegue de Ventana de Registros de Señales Digitales del Proceso se encuentra destinado para desplegar una ventana que muestre y permita hacer un seguimiento durante un tiempo determinado el comportamiento o histórico de los valores de señales digitales de interés en cada proceso ejecutado por las distintas líneas.



**Ilustración 28: Botón de Despliegue de Página de Registro de Señales Digitales del Proceso**

Para este proyecto, se ha realizado la configuración de este botón en la página de Líneas de Siembra de Fermento, aunque, no se ha definido la ventana que despliega este botón en el resto de páginas del SCADA, ya que se trata de una propuesta de funcionamiento para ser empleada en este botón y que puede ser fácilmente replicada en las otras páginas.



**Ilustración 29: Pagina Modelo para Muestreo de Registros de Señales Digitales de Líneas de Siembra de Fermento**



#### 4.4.6 Botones de Salto a Página Anterior o Posterior del SCADA

Existen botones en cada página del SCADA que permiten visualizar la página anterior o posterior de la que nos encontramos en un momento determinado.



Ilustración 30: Botones de Salto a Página Anterior o Posterior del SCADA

#### 4.5 Barra de Navegación de Páginas del SCADA

Como parte de las páginas del SCADA, se encuentra la barra de navegación en donde se selecciona y se señala la página actualmente mostrada.

Al hacer click en cualquiera de los botones, se puede acceder a las páginas de cada sección del proceso involucradas en este proyecto de automatización.

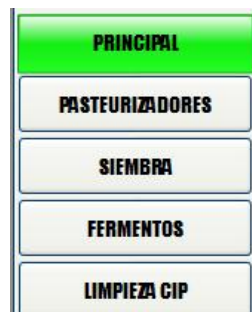


Ilustración 31: Barra de Navegación de Páginas del SCADA

#### 4.6 Barra de Administración de Usuarios del SCADA

En esta barra se indica que usuario se encuentra en sesión para la operación del SCADA, lo que permite establecer permisos y accesos según sea el usuario. Indica también la fecha y hora actual.

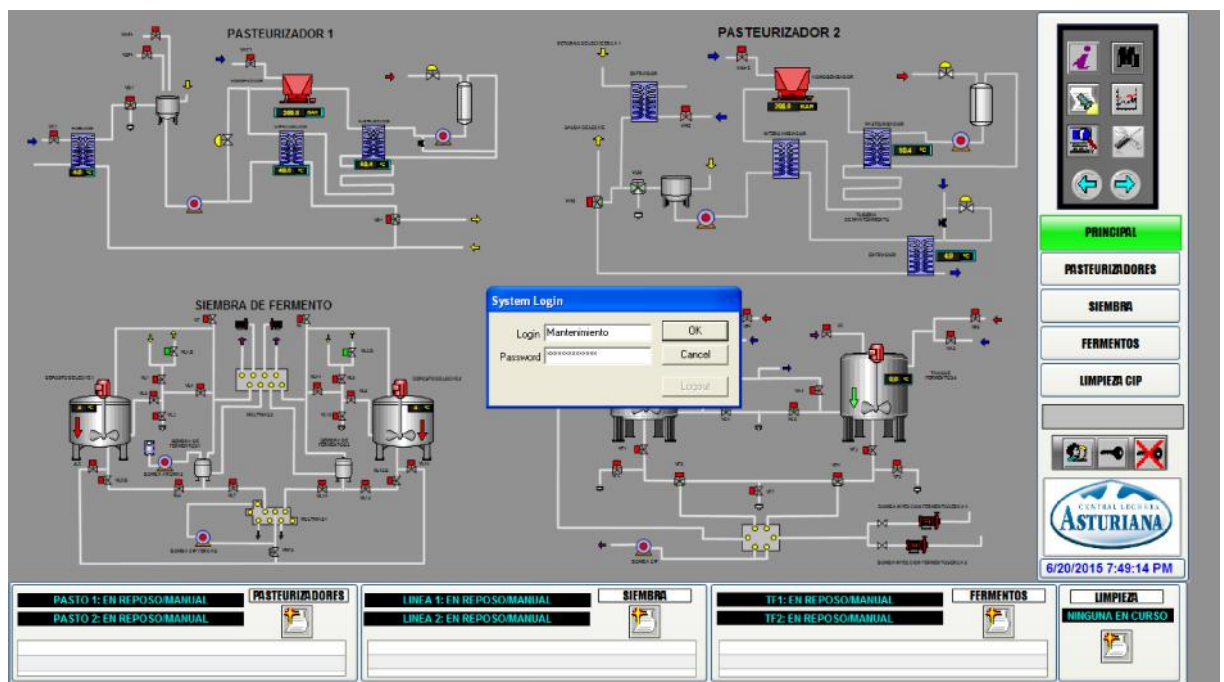




**Ilustración 32: Barra de Administración de Usuarios**

Para iniciar sesión, el usuario debe hacer click en el botón con el símbolo de llave (Sin x roja). También se ha configurado el acceso por teclado pulsando la tecla Ctrl y luego la letra L (*Ctrl+L*).

Para cerrar sesión como usuario del SCADA, se pulsa el botón con el símbolo de llave que se encuentra tachado con una cruz de color rojo.



**Ilustración 33: Ventana de Inicio de Sesión de Usuario del SCADA**

Se ha habilitado la configuración de permisos y administración de usuarios del SCADA. De esta forma, el personal de mantenimiento puede hacer modificaciones en los permisos de cada usuario o crear o eliminar un tipo de usuario, lo que facilitaría la configuración del SCADA sin necesidad de detenerlo.



## 5 PAGINA DE LÍNEAS DE PASTEURIZACIÓN

La página de líneas de pasteurizado se puede visualizar un pasteurizador, según sea la selección del usuario. Para visualizar el pasteurizador, se debe hacer click en el botón inferior que especifica el nombre del pasteurizador, el cual resalta en color verde la línea de pasteurización actualmente desplegada.

Si seleccionamos el pasteurizador N°1 se mostrara un sinóptico que ilustra con buen detalle la instalación real y maquinaria de la línea.

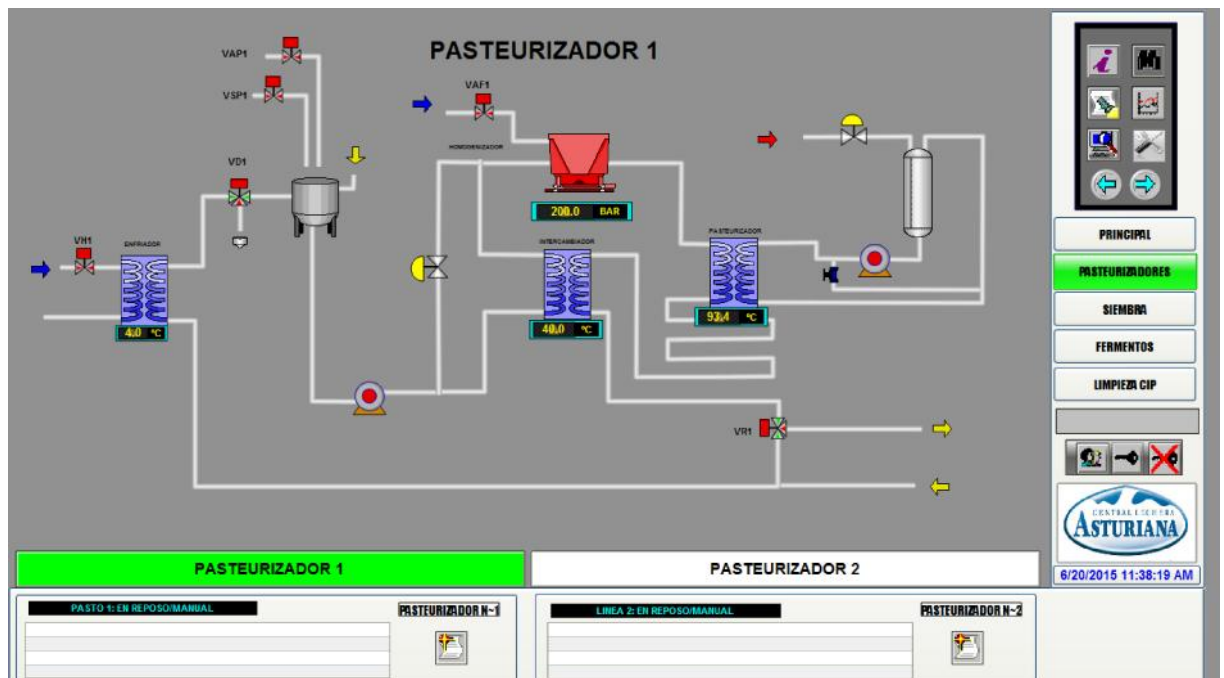
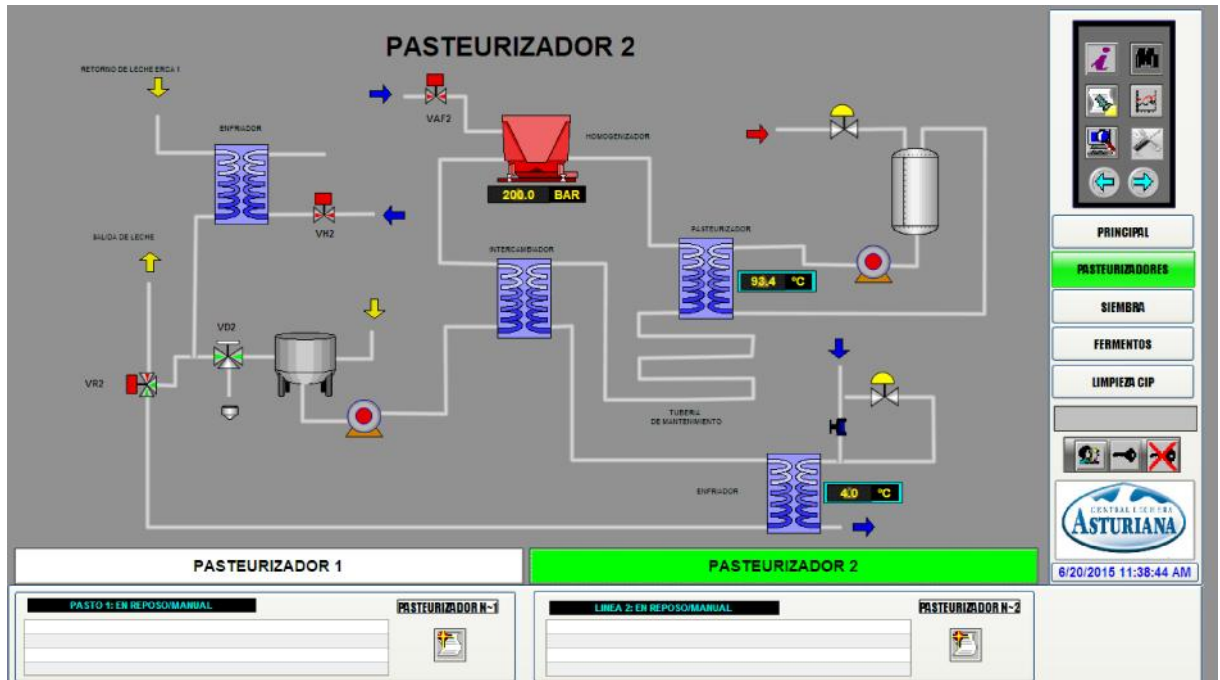


Ilustración 35: Página de Visualización de Líneas de Pasteurización del SCADA- Línea de Pasteurizado N°1

Si seleccionamos el pasteurizador N°2, se cambiara la vista utilizando la misma pagina, mostrando la instalación y estado actual de la maquinaria de la línea de pasteurización N°2.



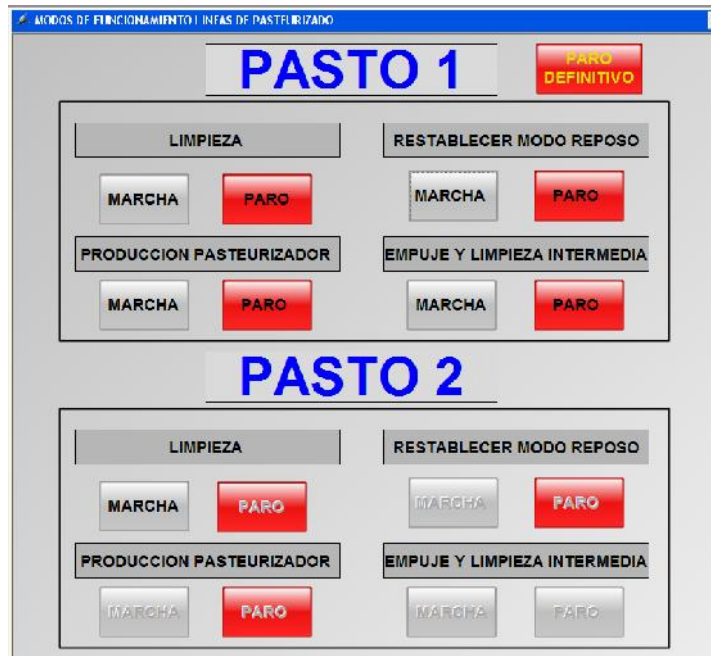
**Ilustración 36: Página de Visualización de Líneas de Pasteurización del SCADA- Línea de Pasteurizado N°2**

## 5.1 Selección de Modos de Funcionamiento de las Líneas de Pasteurizado

Recordar que la automatización del proceso en las líneas de pasteurizado involucra una inversión y adecuación de equipos e instrumentación para que así se pueda trabajar de manera automática.

En este proyecto, se ha realizado una programación y propuesta para el caso de la línea de pasteurizado N°1, donde se ha asumido que se cuenta con los equipos mínimos necesarios para realizar el proceso de manera automática.

Se ha elaborado una ventana que permite seleccionar y ejecutar los posibles modos de funcionamiento que se podrían implementar de manera automatizada, recordando que solo se encuentra disponible para el pasteurizador N°1.



**Ilustración 37: Ventana de Selección de Modos de Funcionamiento de Líneas de Pasteurización**

## 5.2 Modo de Limpieza Automatizado

En este caso, se supone que el pasteurizador se encuentra apagado y con el circuito de tuberías lleno de agua. Representa el paso inicial en la preparación del pasteurizador.

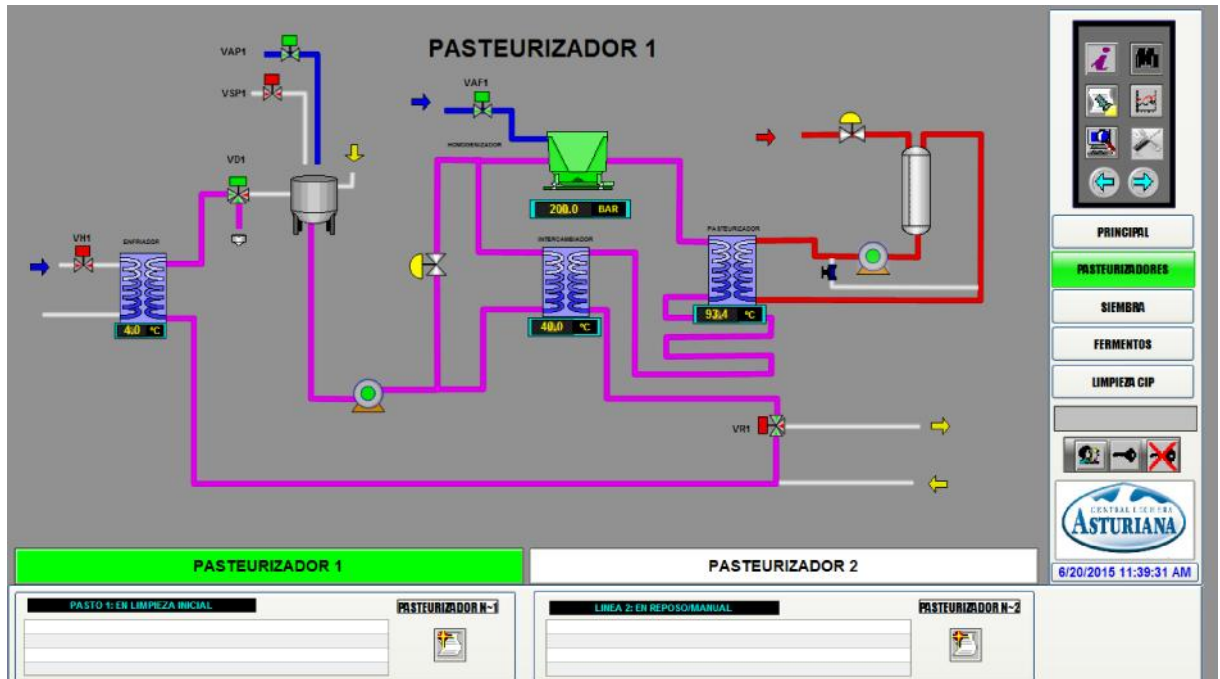
Al hacer click en el botón de marcha para limpieza, si todas las condiciones iniciales son correctas se activara la secuencia automatizada de limpieza inicial, la cual consta de las siguientes etapas y muestra las siguientes visualizaciones en el SCADA.



**Ilustración 38: Botones de Marcha/Paro de Modo Limpieza de Línea de Pasteurización**

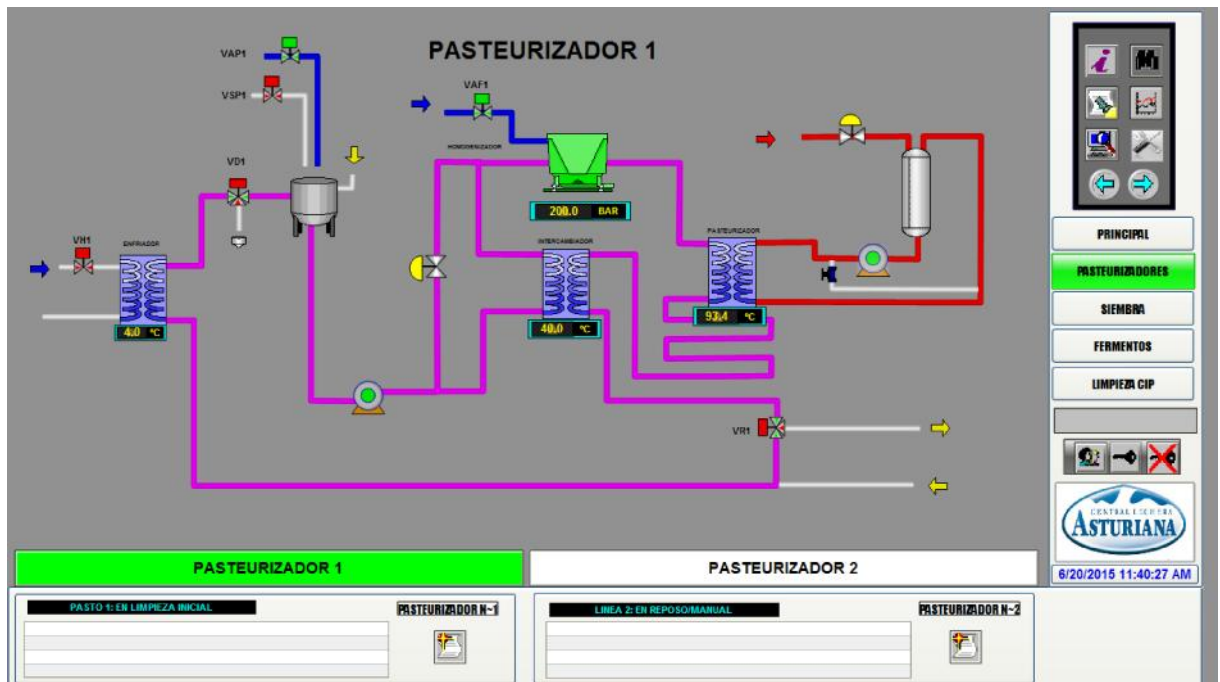
### 5.2.1.1 Inicio de Drenado de Agua y Preparación para Limpieza

Se realiza un drenado del agua existente en el pasteurizador, llenando el circuito otra vez con agua limpia.



**Ilustración 39: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Drenado Inicial**

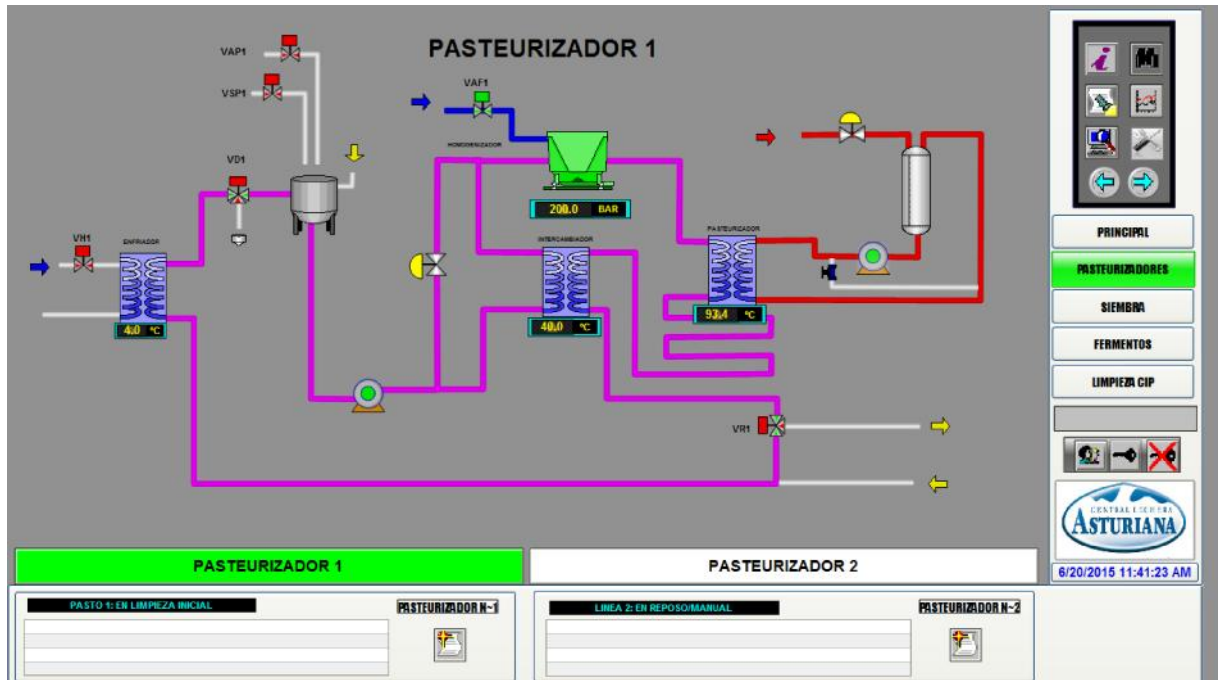
Una vez se termina el tiempo de drenado para garantizar que se desecho el agua inicial, se cierra el circuito y se termina de llenar el deposito (BTD) hasta un nivel por encima del minimo.



**Ilustración 40: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Preparación de Limpieza**

Una vez se alcanza el nivel mínimo, se deja de llenar de agua el circuito y se espera a que la placa de pasteurizado y el homogenizador tengan valores de temperatura y presión determinados para realizar la limpieza. Para el caso de la presión, depende de que el operario ajuste de manera manual la presión del homogenizador.

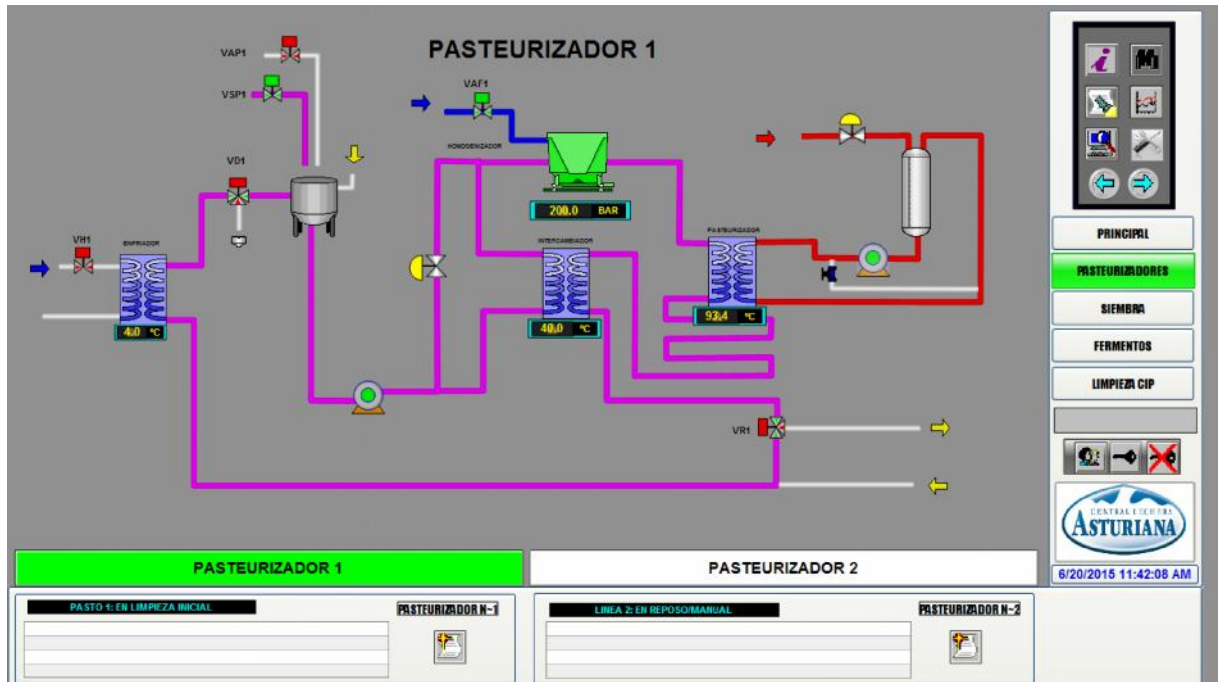




**Ilustración 41: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Cierre del Circuito para Limpieza**

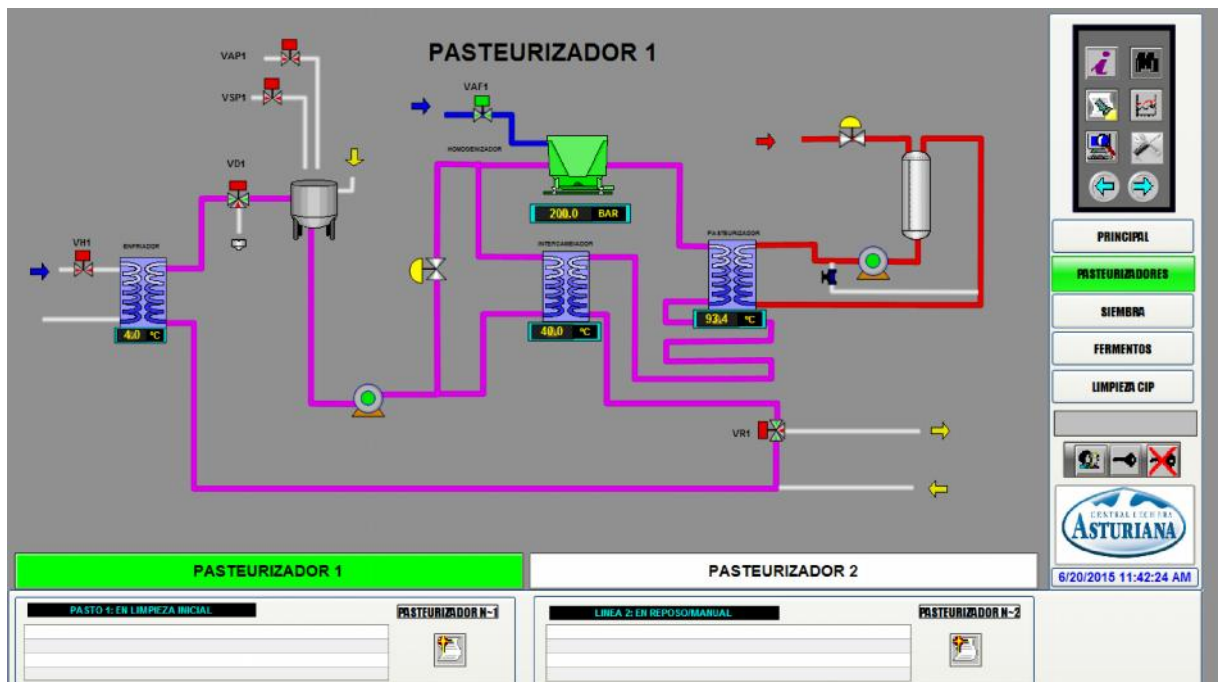
Una vez alcanzado esos valores, el automatismo activa la válvula que permite el ingreso de sosa al circuito de la línea de pasteurizado.





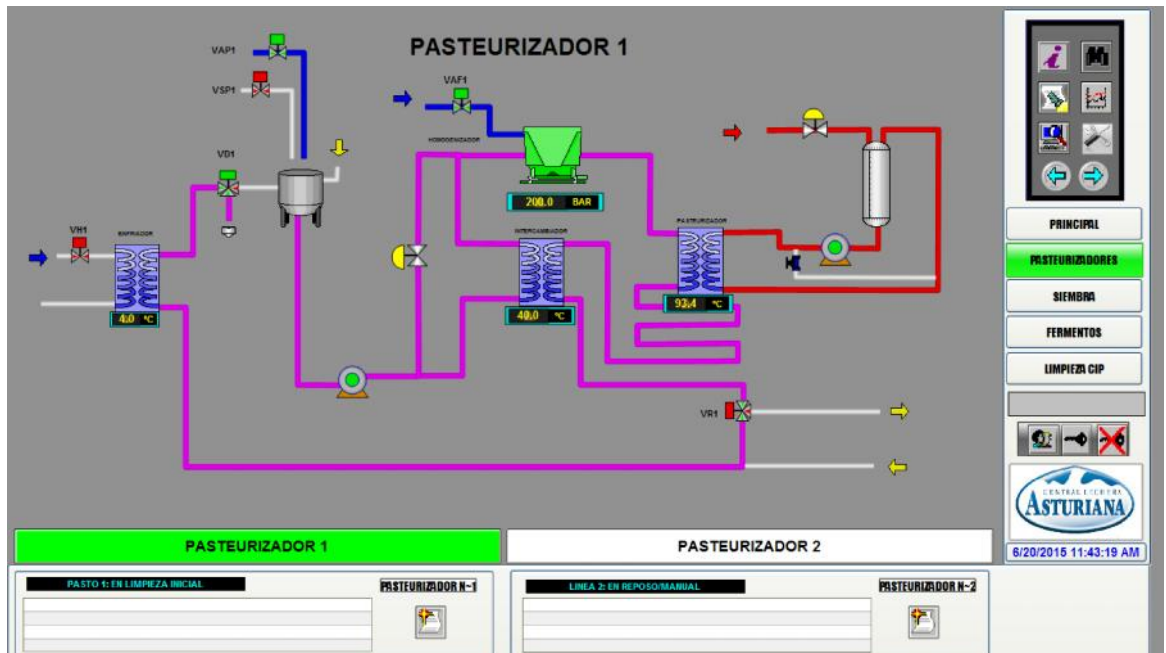
**Ilustración 42: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Adición de Sosa Aditivada al Circuito**

Posteriormente, el control mantiene circulando la sosa con agua durante un tiempo determinado para así limpiar el circuito de tuberías de la línea.



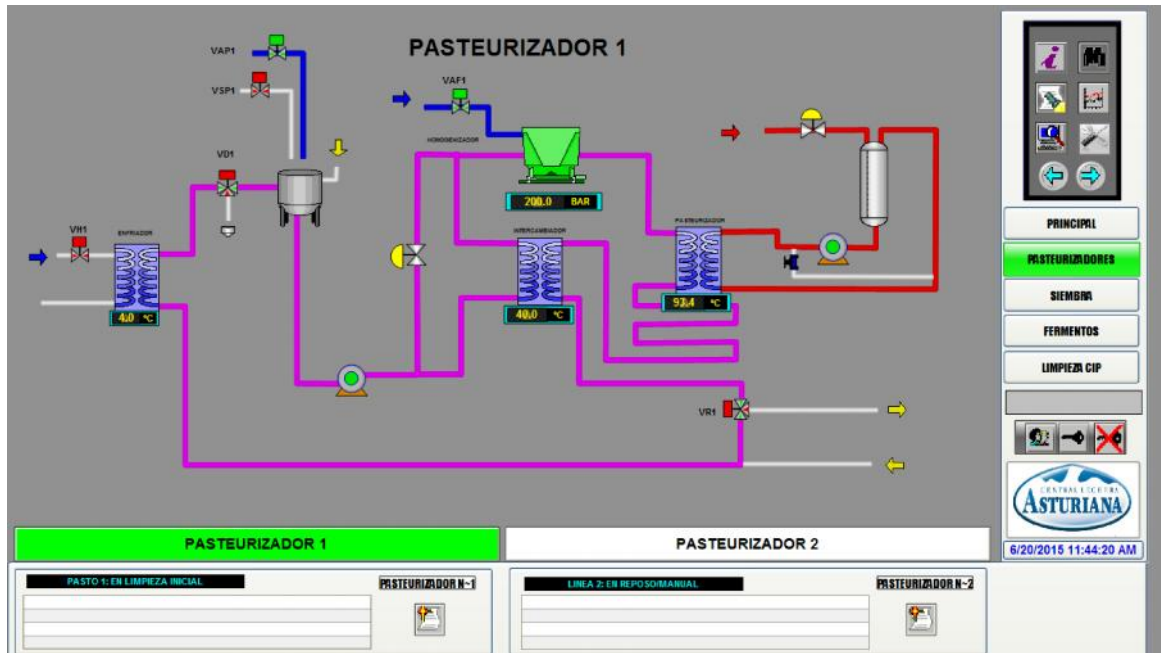
**Ilustración 43: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Circulación de Limpieza por el Circuito**

Una vez cumplido un tiempo de limpieza, el control automatizado activa la válvula para el drenaje del material de limpieza durante un tiempo determinado para garantizar que se retira toda la sosa del circuito. Paralelamente empieza a llenar el circuito con agua para así realizar el aclarado final.



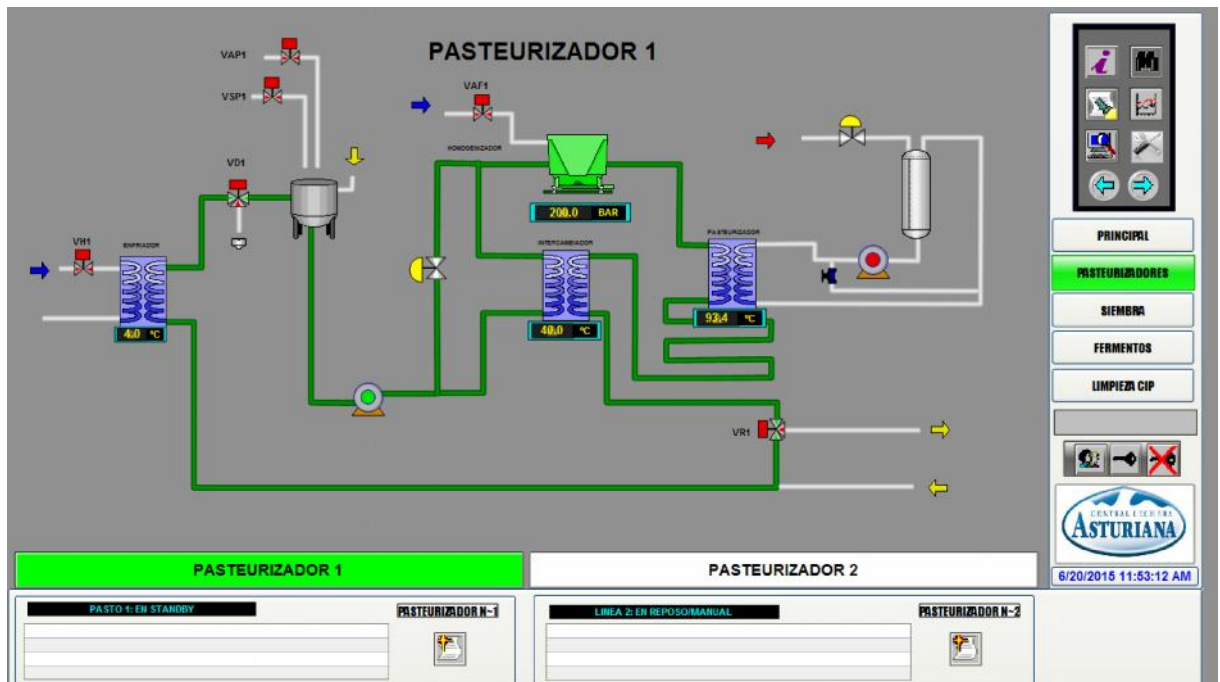
**Ilustración 44: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Drenaje de Material de Limpieza**

Una vez cumplido el tiempo de drenado, el control cierra el circuito de pasteurizado y espera hasta llenar el depósito BTM por encima del nivel mínimo.



**Ilustración 45: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza- Fin de Drenaje de Material de Limpieza**

Una vez alcanzado el nivel mínimo, el control cierra el ingreso de agua al circuito y la línea queda en modo Stand-By preparada para pasar a modo producción o en caso necesario, el operario puede elegir realizar de nuevo una limpieza.



**Ilustración 46: Visualización de Línea de Pasteurizado luego de finalizar el Modo Limpieza- Cambio a Modo StandBy**

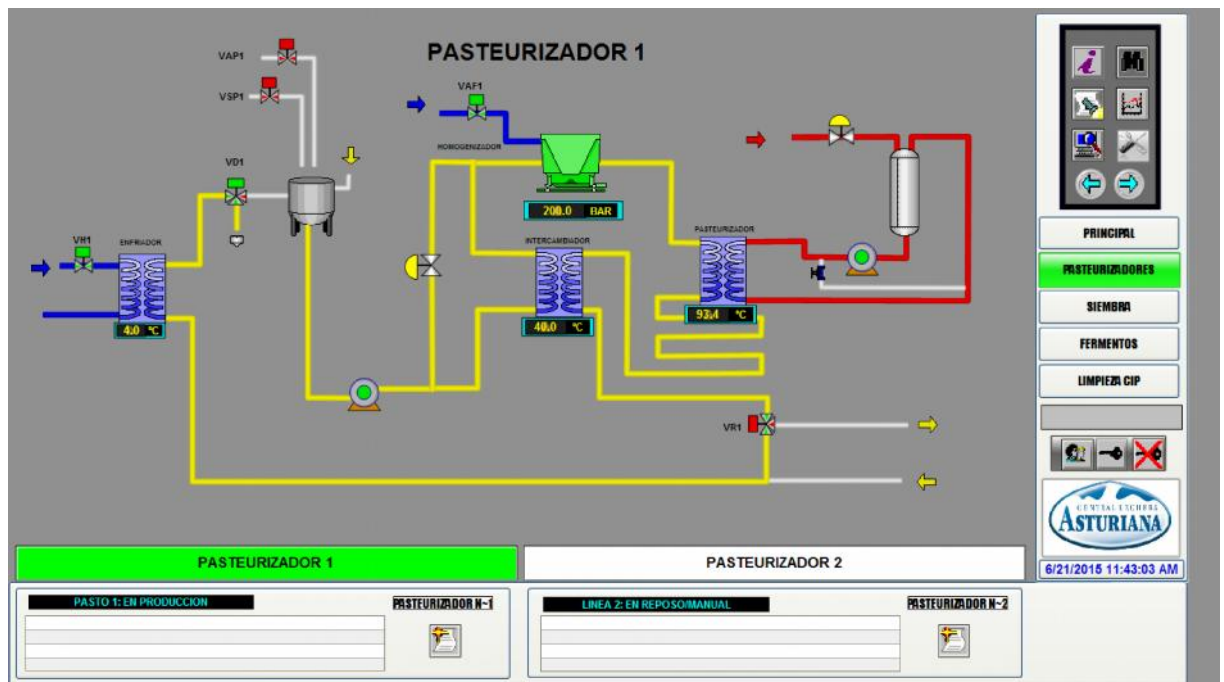
### 5.3 Modo Producción Automatizada

En este caso, se supone que el pasteurizador se encuentra en Modo Stand-By preparado para iniciar el proceso de pasteurización de la leche. Al hacer click en el botón de marcha para producción en la ventana de modos de funcionamiento, si todas las condiciones iniciales son correctas se activara la secuencia automatizada de producción que da inicio al proceso de pasteurizado de la leche que ingresa al circuito, la cual consta de las siguientes etapas y muestra las siguientes visualizaciones en el SCADA.



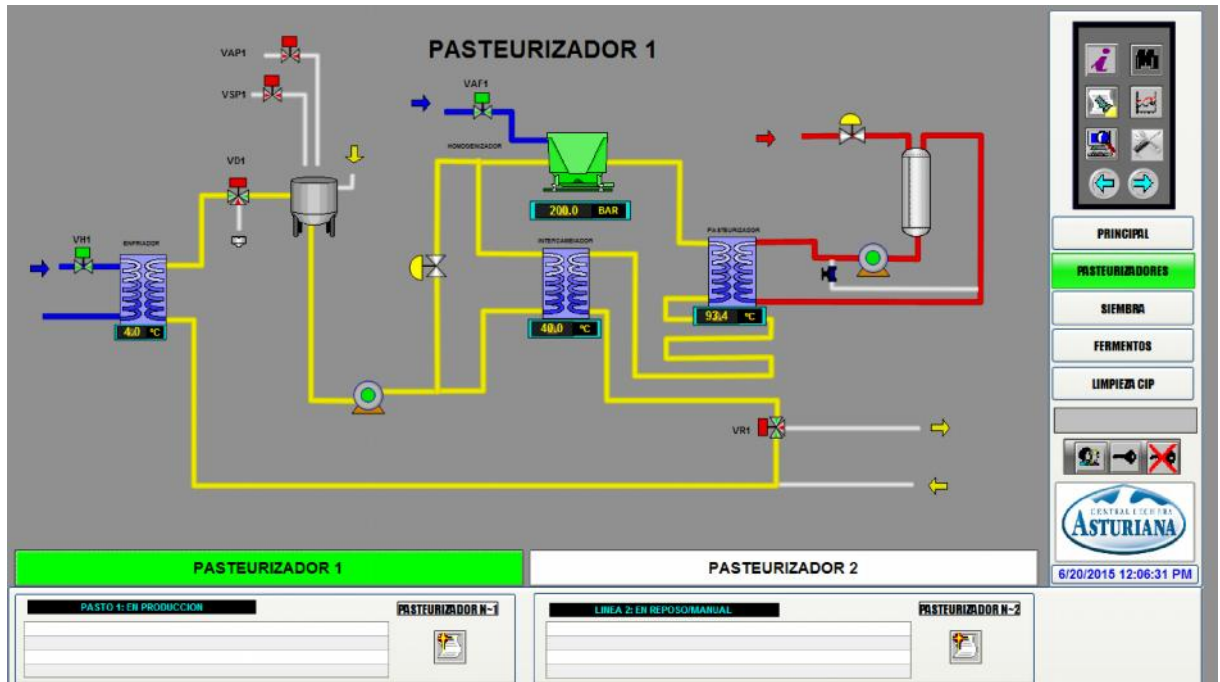
**Ilustración 47: Botones de Marcha/Paro de Modo Producción en Línea de Pasteurización**

Inicialmente se drena el agua que mantiene el circuito cuando se encuentra en modo Stand-By. Paralelamente al drenaje del circuito se ingresa leche al BTM y se va llenando el circuito de la línea de pasteurizado. El control ejecuta esta tarea durante un tiempo de drenaje determinado.



**Ilustración 48: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Producción-Inicio de Tiempo de Drenaje de Agua e Ingreso de Leche al Circuito**

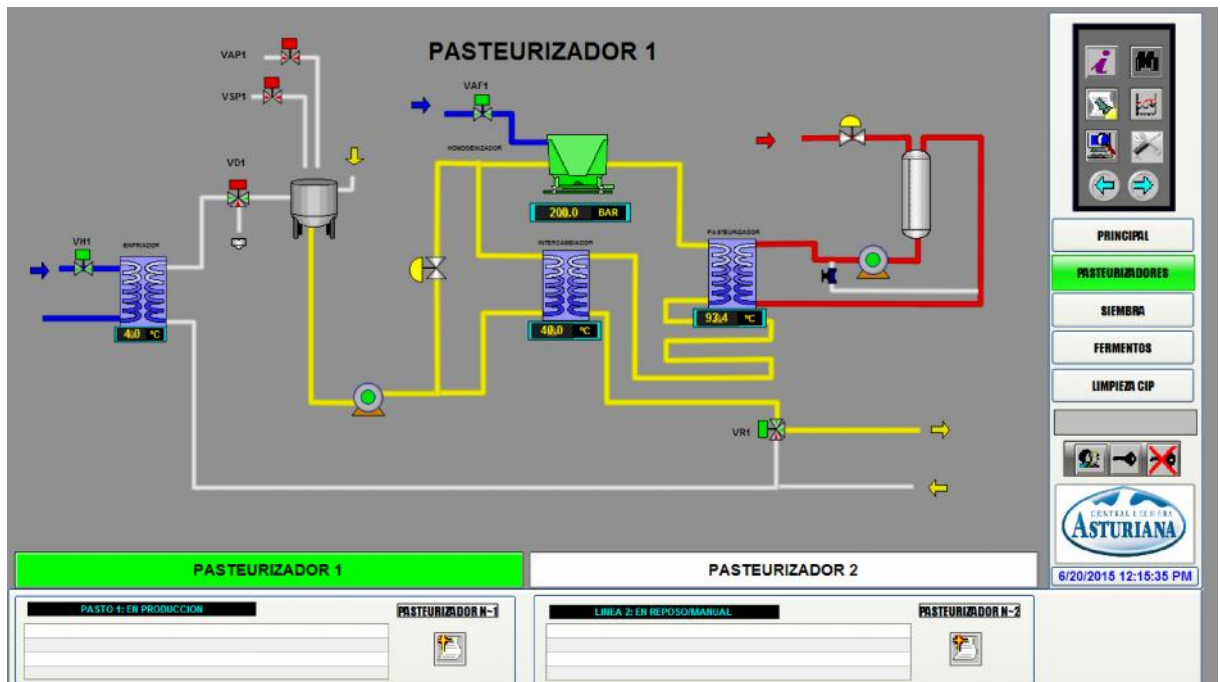
Una vez transcurrido el tiempo de drenaje, el control automatizado cierra el circuito y espera que la presión del homogenizador y la temperatura en la placa de pasteurizado alcance uno niveles establecidos y que sean estables durante un tiempo determinado.



**Ilustración 49: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Producción-Fin de Drenaje de Agua, Circuito con Leche a Pasteurizar**

Si se cumplen estas condiciones, el automatismo habilita la entrada de leche al tanque pulmon en la línea de siembra de fermentos N<sup>o</sup>1. En este caso, solo se habilita el paso si el operario pone en marcha el modo de llenado del tanque de leche N<sup>o</sup>1 que será explicado más adelante.

En caso de que se haya habilitado el llenado del tanque pulmon, el automatismo habilita la válvula para el paso de la leche en dirección hacia el Tanque N<sup>o</sup>1 de la Línea de Siembra.



**Ilustración 50: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Producción-Suministro de Leche con un Tratamiento Térmico de Pasteurizado Valido**

## 5.4 Modo Empuje de Leche y Limpieza Intermedia Automatizada

Para poner en marcha el modo de empuje de leche se supone que el pasteurizador se encuentra en producción. El operario en el caso de requerir un vaciado del circuito lleno de leche hacia el tanque pulmón en la línea de siembra N°1 lo puede hacer al hacer click en el botón de marcha en la ventana de modos de funcionamiento de las líneas de pasteurizado. Si todas las condiciones de habilitación del modo son correctas se activara la secuencia automatizada que da inicio al empuje de la leche restante en el circuito para luego continuar con una limpieza del mismo.



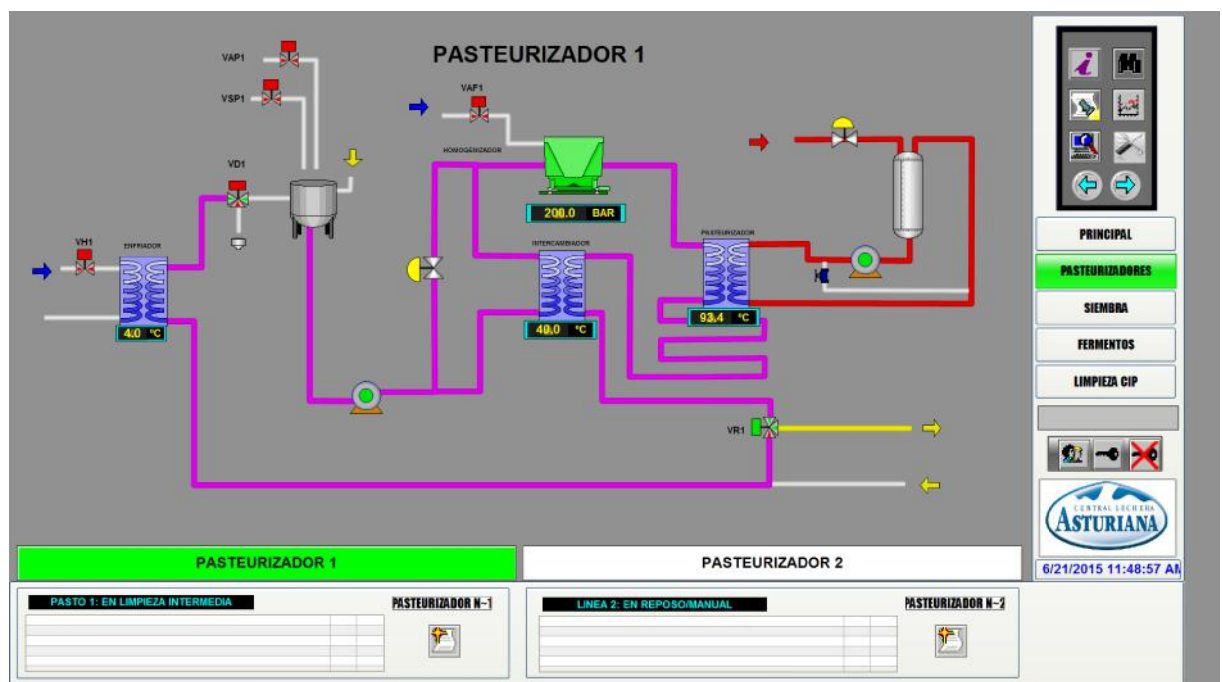
**Ilustración 51: Botones de Marcha/Paro de Modo Empuje y Limpieza Intermedia de Línea de Pasteurización**



La ejecución del control automatizado de empuje de leche y limpieza consta de las siguientes etapas y muestra las siguientes visualizaciones en el SCADA.

Primero se realiza un empuje de la leche hacia el tanque de almacenamiento durante un tiempo establecido con el fin de trasladar la mayor parte de leche pasteurizada antes de realizar la limpieza.

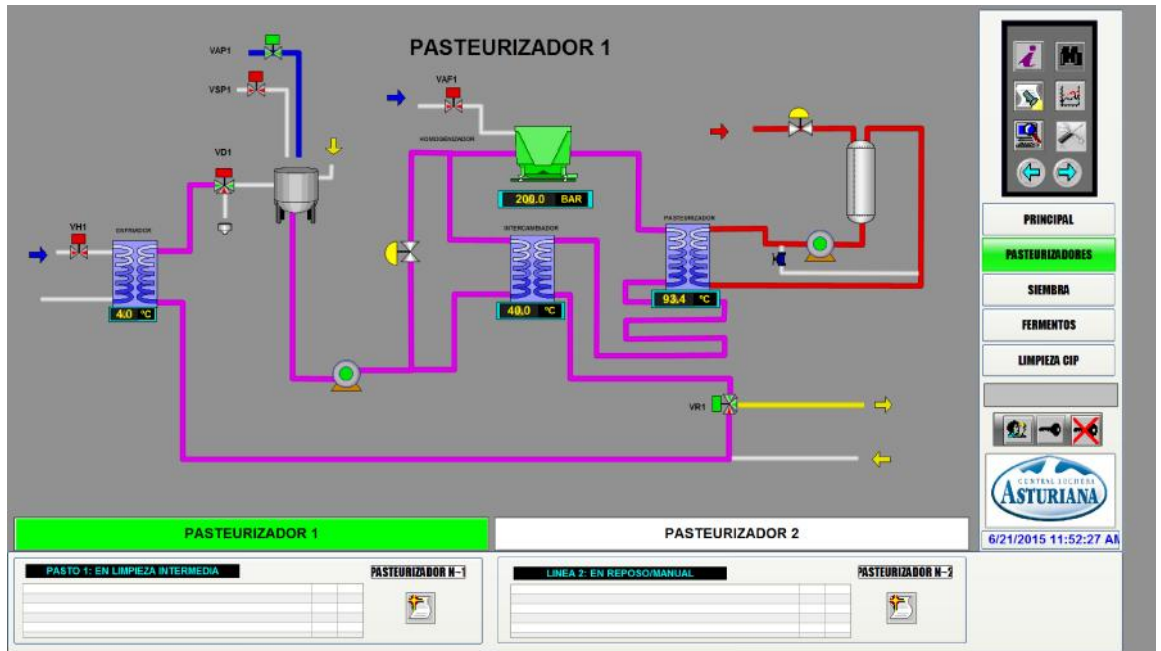
El automatismo habilita la válvula que permite el paso de leche hasta el depósito y espera un nivel del depósito LTD por debajo del mínimo.



**Ilustración 52: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza Intermedia- Empuje de Leche Restante en el Circuito**

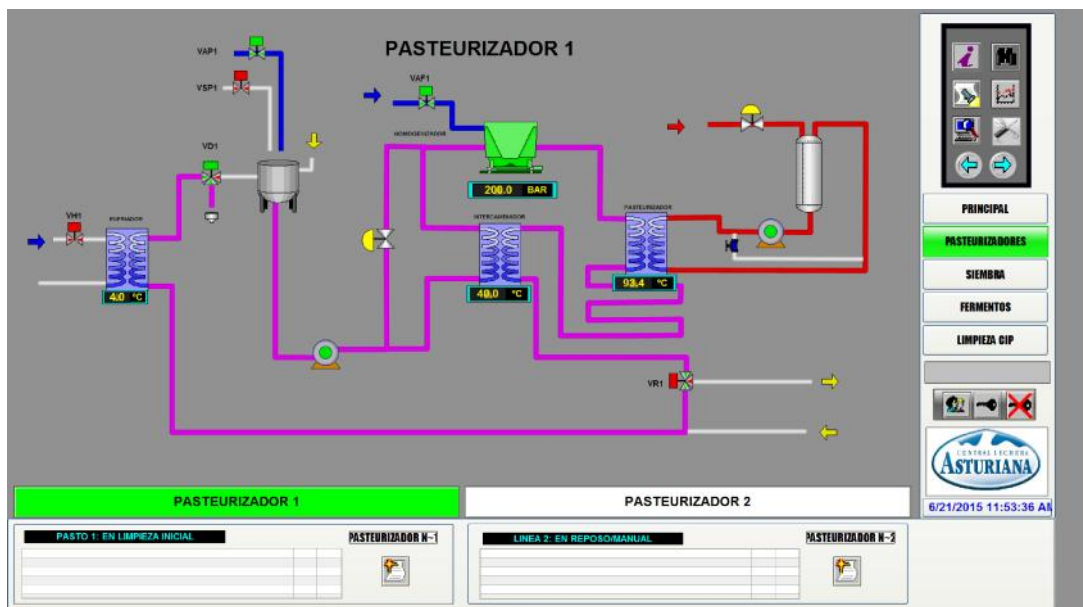
Una vez alcanzado el nivel mínimo de llenado en el depósito LTD, el control automatizado habilita la válvula de drenaje y el ingreso de agua durante un tiempo establecido. De esta forma, se va llenando nuevamente el circuito con agua para ir realizando una prelimpieza o enjuague del circuito.





**Ilustración 53: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza Intermedia- Empuje de Leche Restante en el Circuito**

Una vez transcurrido el tiempo de empuje de leche, se cierra la valvula que habilita el paso de leche hacia el deposito en la línea de siembra. A partir de aquí, se repite el mismo proceso de limpieza descrito anteriormente en el modo de funcionamiento de limpieza.



**Ilustración 54: Visualización de Línea de Pasteurizado en Modo Limpieza Intermedia- Reanudando el Modo Limpieza**

## 6 PAGINA DE CULTIVO DE FERMENTOS

En la página de líneas de cultivo de fermento podemos visualizar ambas líneas contempladas en este proyecto.

Además cuenta con elementos ya explicados anteriormente, que permiten manipular la maquinaria de estas líneas.

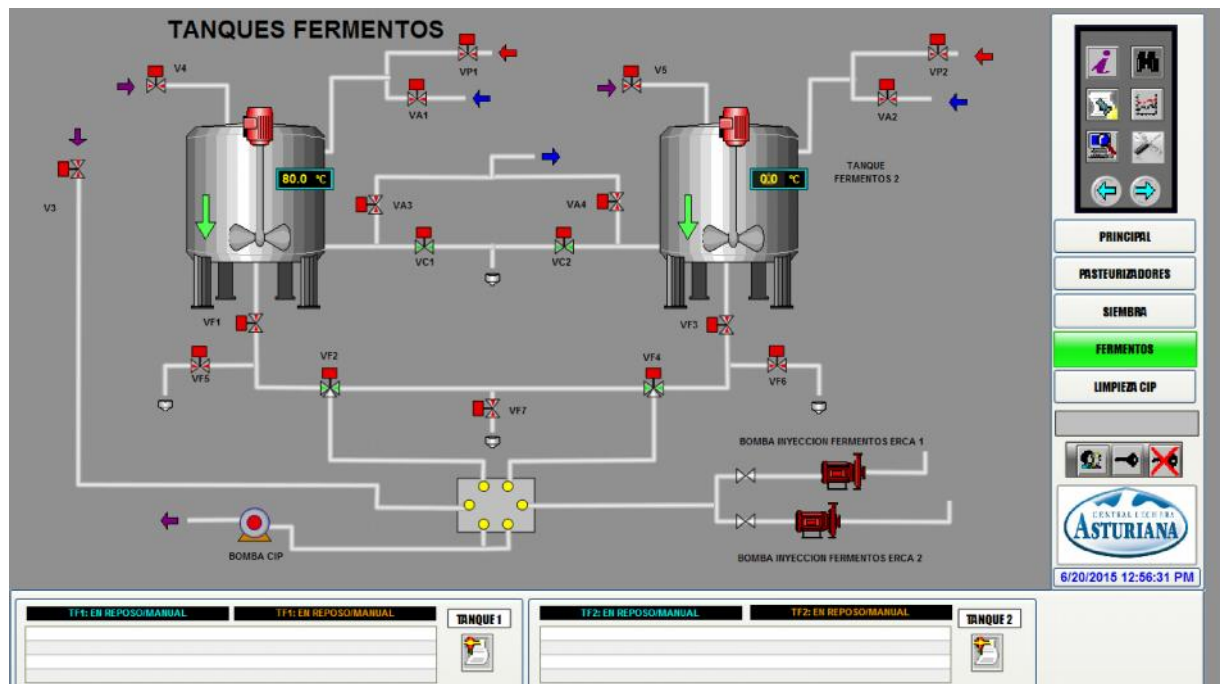


Ilustración 55: Página de Visualización de Líneas de Cultivo de Fermento del SCADA

Cuenta con unas barras de visualización del estado y fase que se encuentra desempeñando cada línea durante el proceso de elaboración del cultivo de fermento. Además de botones de acceso y líneas de muestreo de alarmas que podrían ser configuradas de requerirse como una ampliación de este proyecto.



Ilustración 56: Barra de Estado/ Fase en Líneas de Cultivo de Fermento

## 6.1 Selección de Modos de Funcionamiento de las Líneas de Cultivo de Fermento

Se ha elaborado una ventana que permite seleccionar y ejecutar los modos de funcionamiento de manera automatizada.

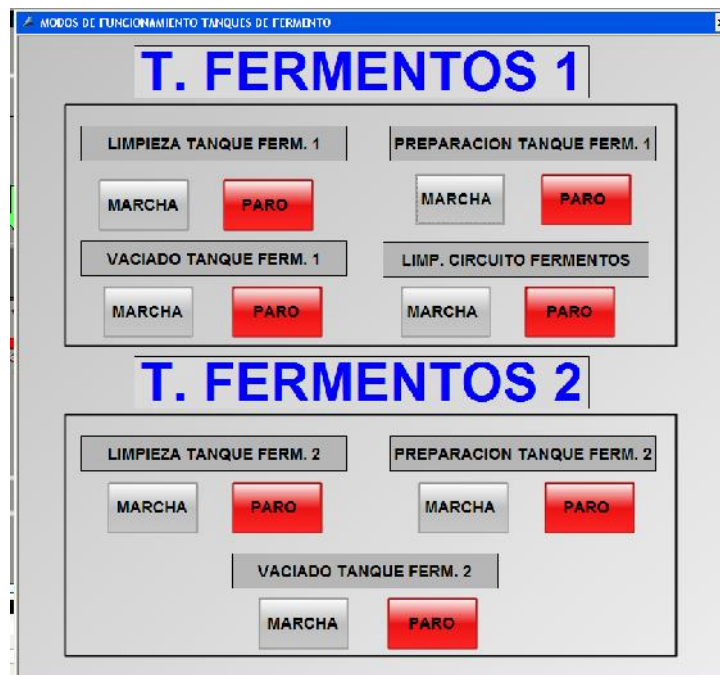


Ilustración 57: Ventana de Selección de Modos de Funcionamiento de Líneas de Cultivo de Fermento

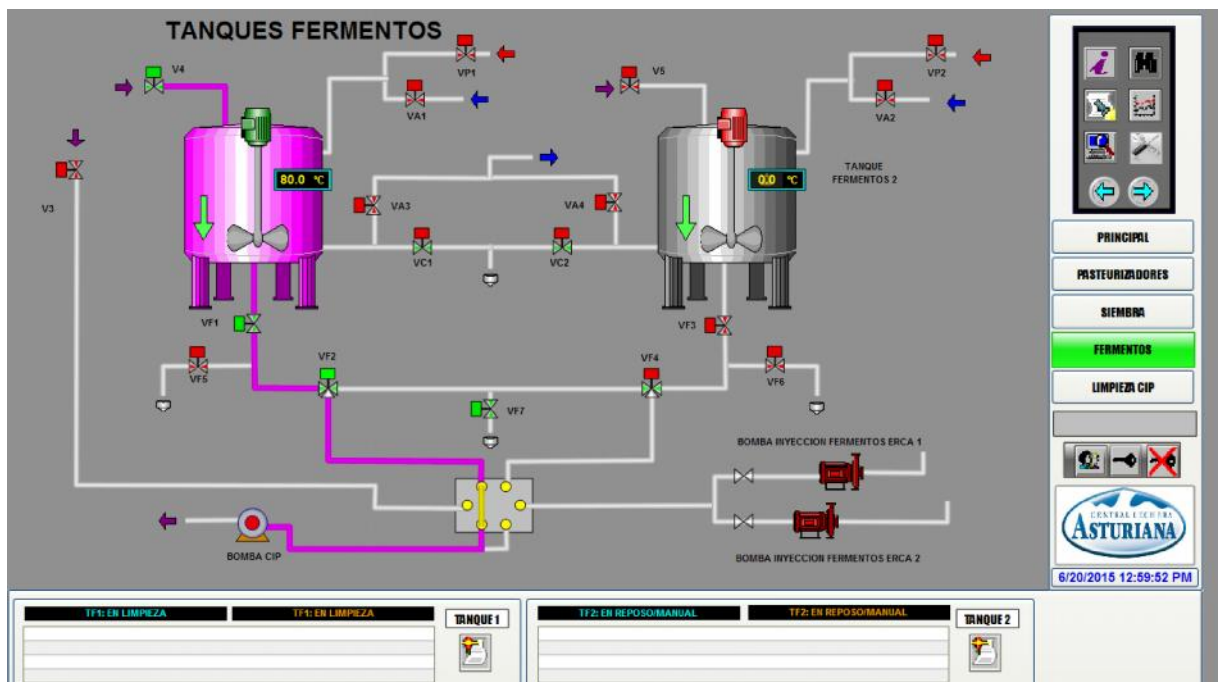
## 6.2 Modo Limpieza de Tanque de Fermentos

El modo de Limpieza de Tanque de Fermentos habilita o deshabilita la entrada de Limpieza CIP (siempre y cuando no este siendo utilizada por otra Línea y cumpla con condiciones de marcha). Durante este modo de limpieza existen pulsos que periódicamente abren y cierran las válvulas para limpiar los asentamientos de las mismas.



**Ilustración 58: Botones de Marcha/Paro de Modo de Limpieza de Línea de Cultivo de Fermentos N°1**

Durante la activación de este modo de funcionamiento, se observaran los equipos accionados en color verde y el color de las tuberías por donde pasa el material de limpieza y el tanque relacionado será de color morado.



**Ilustración 59: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Limpieza –Iniciando Ingreso de Material de Limpieza**

Al iniciarse la limpieza de cualquiera de los tanque de cultivo de fermento, se espera siempre un tiempo y señal de nivel con el fin de garantizar que exista una cantidad de material de limpieza suficiente en las tuberías antes de accionar la bomba de empuje para la recirculación del material.

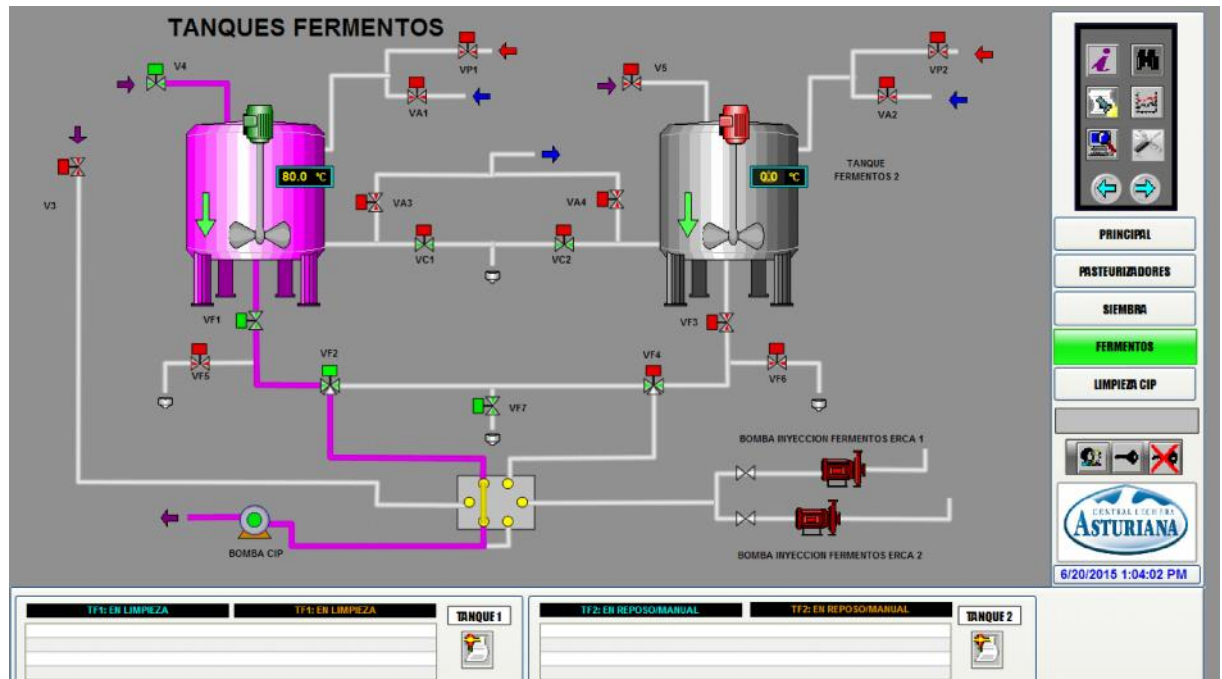


Ilustración 60: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Limpieza –Iniciando Recirculación de Material de Limpieza con Bomba CIP

### 6.3 Modo Preparación de Fermentos

El modo de Preparación de Fermentos habilita el inicio de la secuencia de elaboración del cultivo de fermentos (siempre y cuando cumpla con condiciones de marcha).

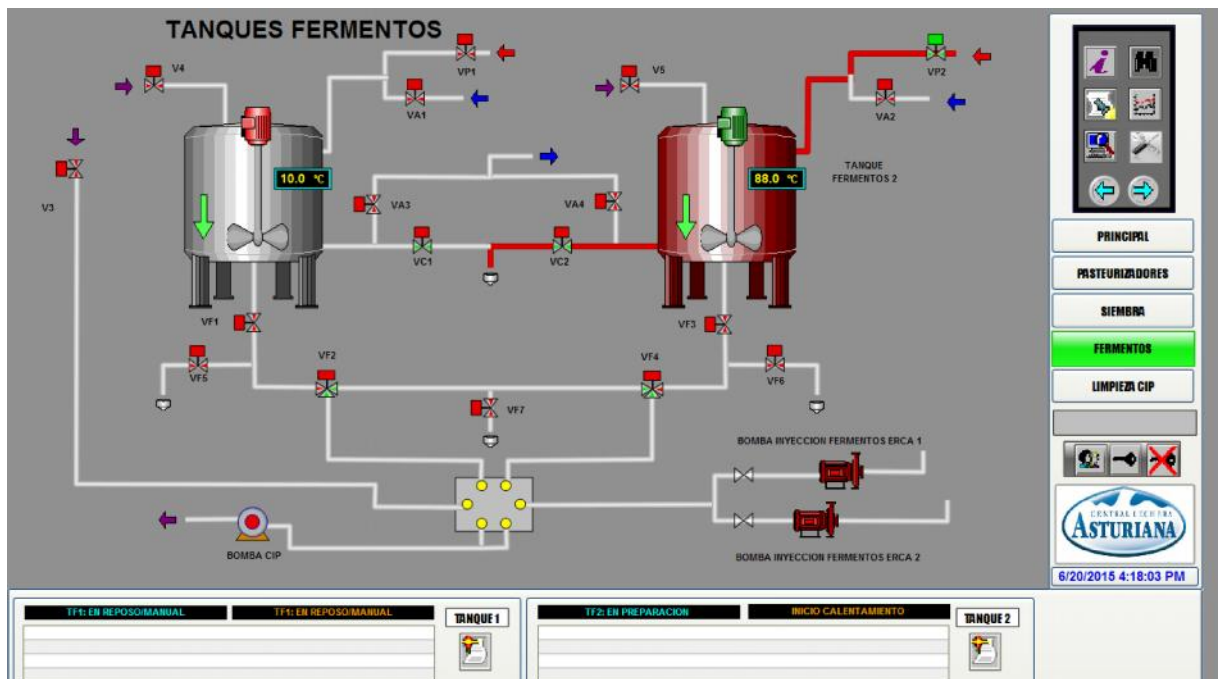
Durante este modo de funcionamiento se han definido una serie de pasos como parte del proceso de elaboración donde, también existe la interacción del operario para validar acciones manuales que debe realizar el operador (Verter Fermentos y Medir pH del fermento).



**Ilustración 61: Botones de Marcha/Paro de Modo Preparación de Fermento en Línea de Cultivo de Fermentos N°2**

Al iniciar la secuencia de preparación, se calienta el tanque que se supone que debe estar preparado y lleno de cierta cantidad de agua y otras composiciones lácteas. Se visualiza el estado “Inicio Calentamiento” en donde el tanque deberá ir aumentando su temperatura hasta estabilizarse a una temperatura de referencia contenida en el PLC (Por Defecto 90 °C). En esta etapa, el tanque será de color rojo

Una vez alcanzada la temperatura, se regulara la temperatura de la misma durante un tiempo de calentamiento (Por Defecto 30 minutos).

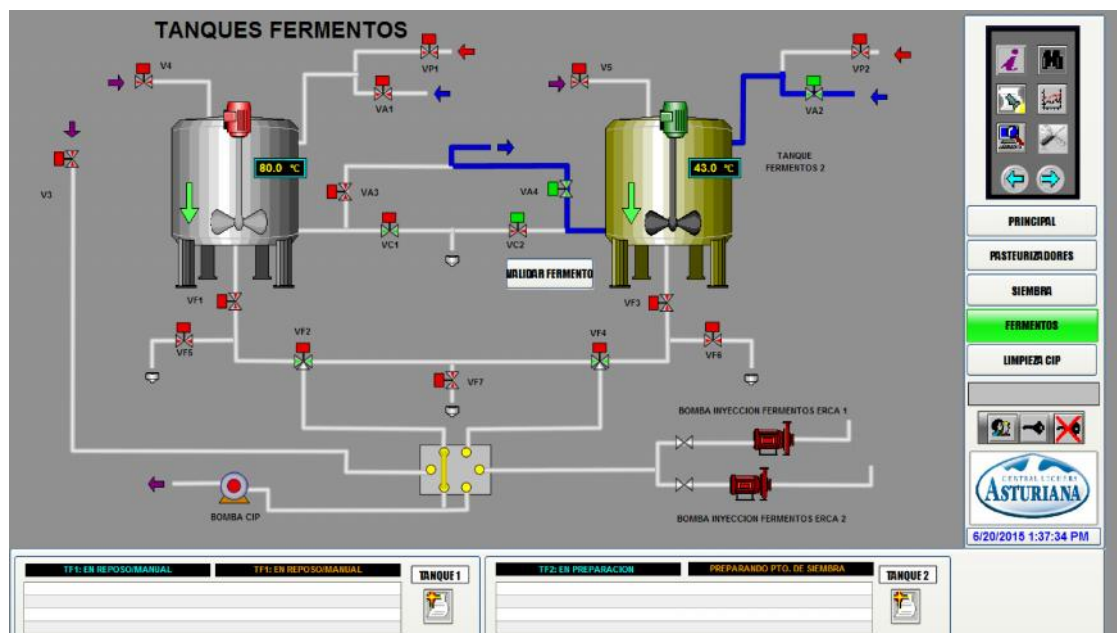


**Ilustración 62: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Inicio de Calentamiento del Tanque**



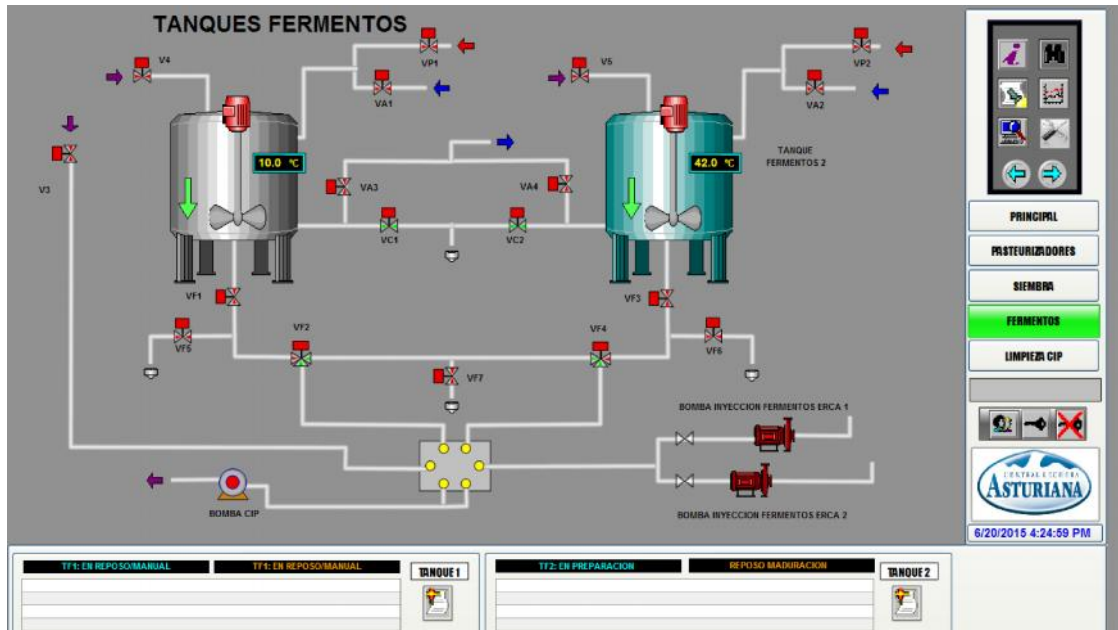
Una vez cumplido el tiempo de calentamiento, se procede a descender la temperatura del tanque para la preparación del punto de siembra de su contenido. Se visualiza el estado “*Preparando Pto de Siembra*” en donde el tanque deberá ir descendiendo su temperatura hasta estabilizarse a una temperatura de referencia contenida en el PLC (Por Defecto 42±1 °C). En esta etapa el tanque será de color verde opaco.

Al alcanzar dicho rango de temperatura, se envía una notificación al operario para que valide el ingreso manual del material de cultivo o fermento madre.



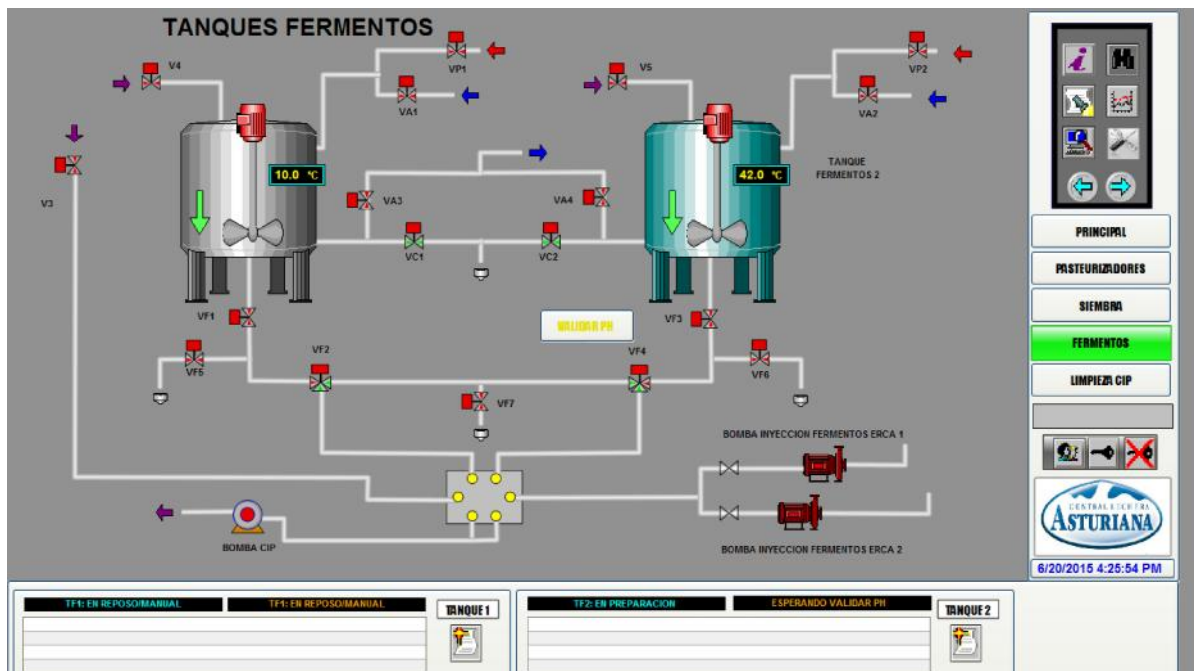
**Ilustración 63: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Preparación de Punto de Siembra- Esperando Validación**

Una vez el operario añade el material en el tanque, deberá proceder a hacer click en el botón “*Validar Fermento*” para así ir al siguiente estado “*Reposo Maduración*” en donde se deja madurar el fermento durante un tiempo de referencia contenida en el PLC (Por Defecto 5 Horas). El tanque cambia a color azul claro durante esta etapa.



**Ilustración 64: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Reposo del Fermento para su Maduración**

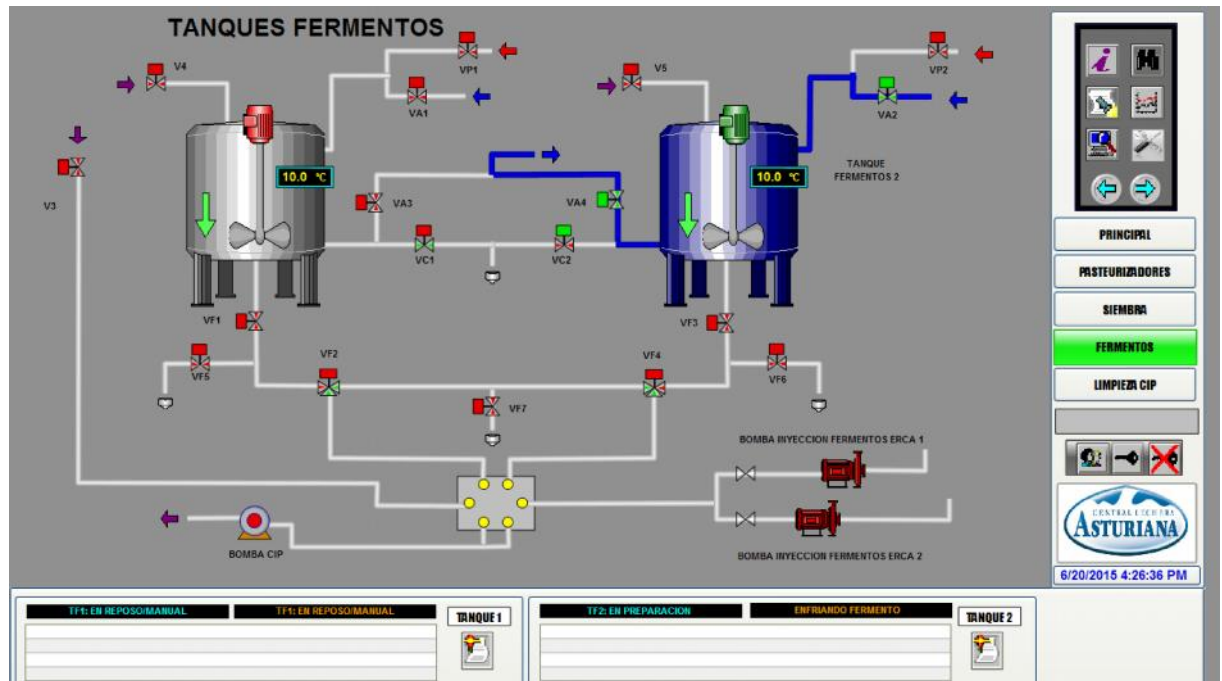
Al cumplirse el tiempo de maduración establecido, se muestra un boton de validación con el fin de que el operario válide (luego de medir manualmente el pH en el desposito) que se ha alcanzado una maduración correcta del fermento.



**Ilustración 65: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Esperando Validación de pH del Fermento Madurado**



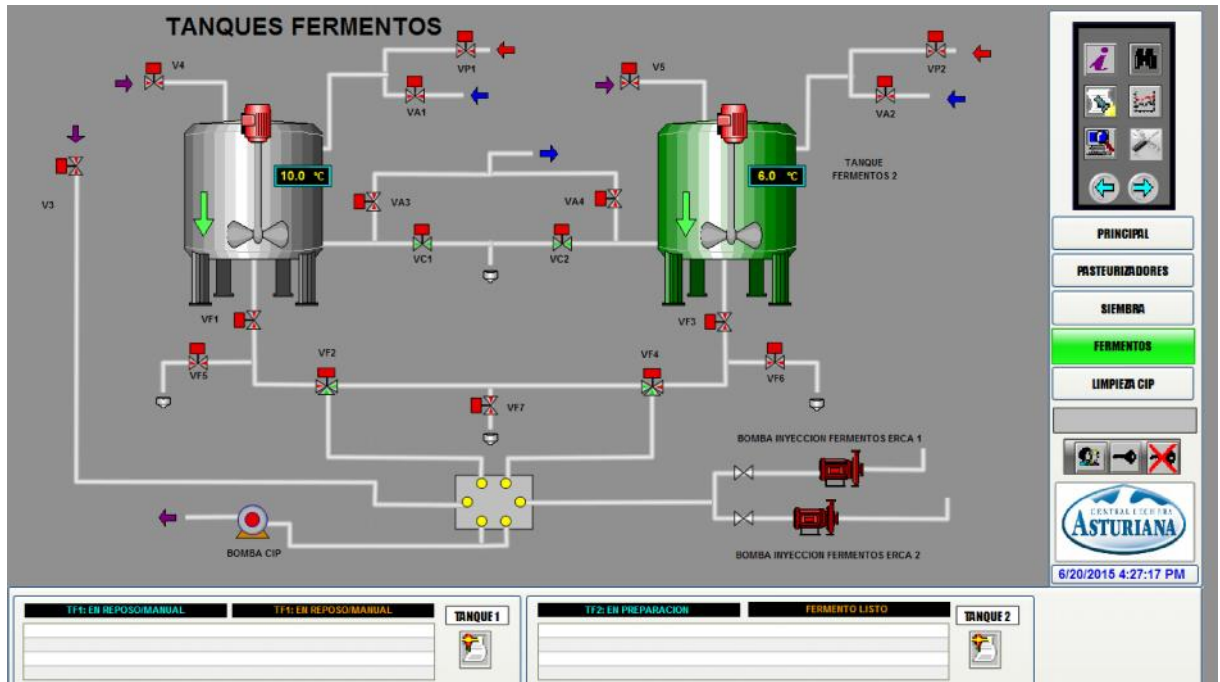
Una vez el operario verifique que el pH es adecuado, debera proceder a hacer click en el boton “Validar PH” para así ir al siguiente estado “Enfriando Fermento” donde, se descende la temperatura del tanque a una referencia contenida en el PLC (Por Defecto 6 °C). Durante esta etapa, el tanque se encontrara en color azul marino.



**Ilustración 66: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento-Enfriamiento del Fermento Madurado**

Una vez alcanzada una temperatura de enfriado del fermento, el fermento se encuentra preparado y pasa al estado “*Fermentos Listo*”. Durante este estado, se podrá visualizar periodicamente el encendido/ apagado del agitador para evitar la sedimentación de material en la parte baja del tanque y mantener el lote de fermento lo más homogéneo posible previamente a su utilización.

En este punto, el tanque se encuentra listo para ser vaciado y utilizado por las líneas de siembra de fermento.



**Ilustración 67: Visualización de Línea de Cultivo en Modo Preparación de Fermento- Fermento Listo para ser Utilizado**

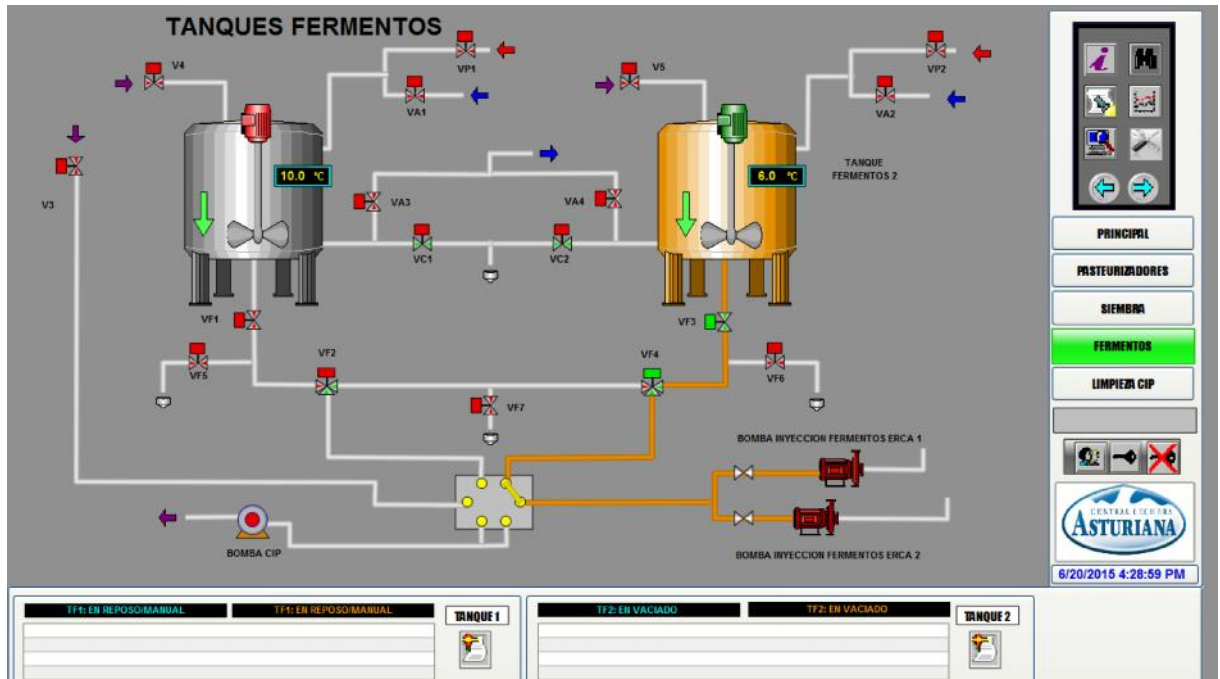
## 6.4 Modo Vaciado de Fermentos

El modo de vaciado de fermentos habilita el inicio de vaciado de un lote de fermentos preparado en el tanque (siempre y cuando cumpla con condiciones de marcha). El vaciado acciona las válvulas que distribuyen el cultivo de fermento hacia las bombas de inyección de fermento, habilitando así la producción en las líneas de siembra N°1 y N°2.



**Ilustración 68: Botones de Marcha/Paro de Modo Vaciado de Fermento en Línea de Cultivo de Fermentos N°2**

Cuando se activa este modo de funcionamiento, se pasa a un estado “En Vaciado” y que mantiene el agitador activo y abre las válvulas correspondientes para la distribución. El tanque y circuito por donde circula el cultivo se identificara por el color naranja.



**Ilustración 69: Visualización de Línea de Cultivo N°2 en Modo Vaciado de Fermento-  
Tanque Habilitado para Suministro de Fermento**

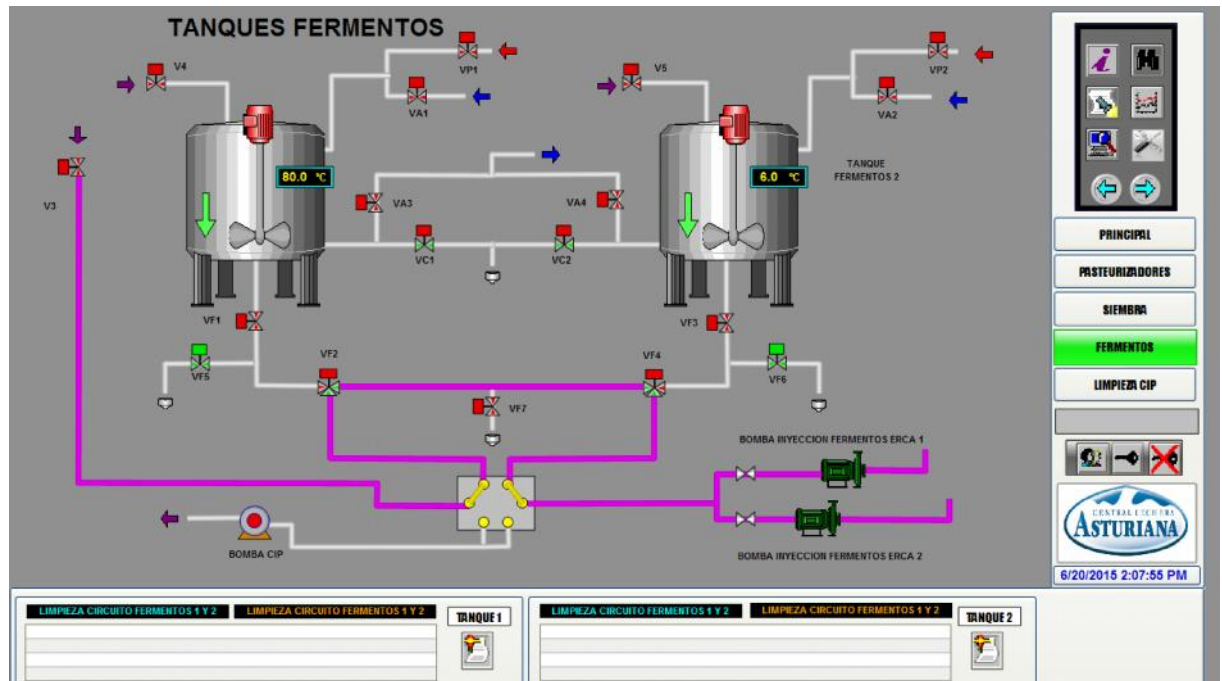
## 6.5 Modo Limpieza Circuito de Fermentos

El modo de limpieza de circuito de fermentos habilita el inicio de limpieza del circuito de inyección de fermentos desde las líneas de cultivo de fermento hasta las líneas de siembra (siempre y cuando cumpla con condiciones de marcha). La limpieza acciona las válvulas y bombas que inyectan el cultivo hacia las líneas de siembra N°1 y N°2.



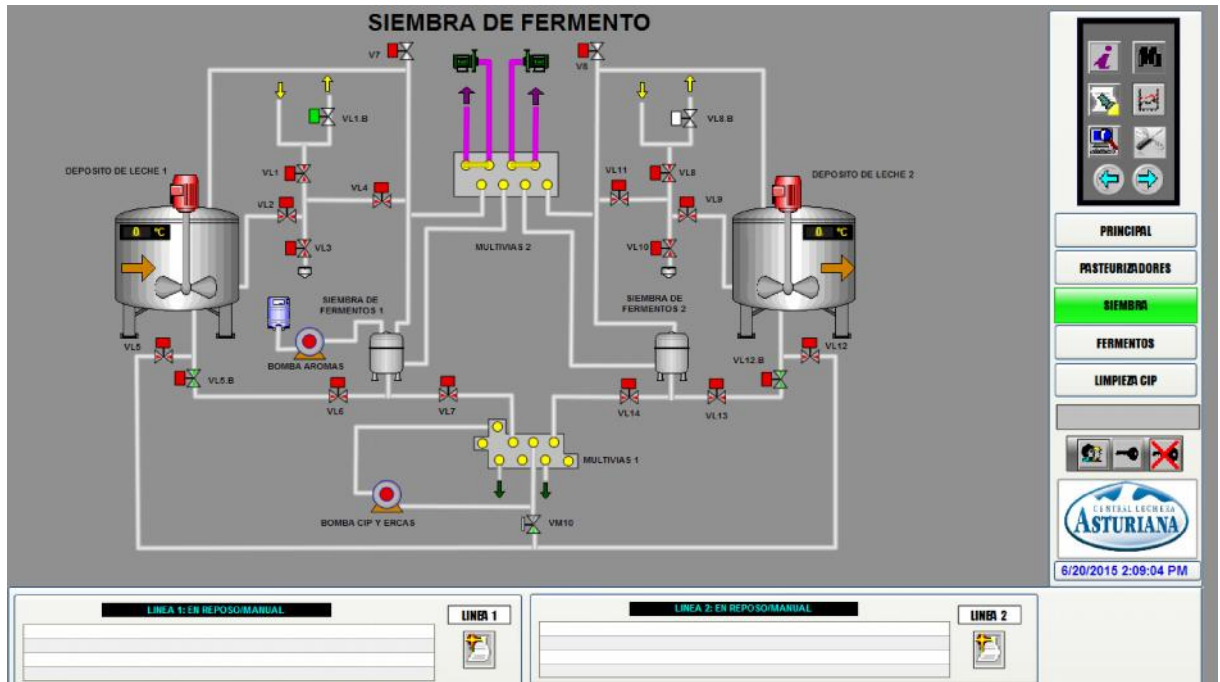
**Ilustración 70: Botones de Marcha/Paro de Modo Limpieza Circuito de Inyección de  
Fermentos de Líneas de Cultivo y Siembra**

Al activar este modo de funcionamiento, se pasa a un estado “Limpieza Circuito Fermentos 1 y 2” que abre las válvulas y bombas correspondientes para circular el material de limpieza proveniente de la CIP. El circuito por donde circula la limpieza se identificara por el color morado.



**Ilustración 71: Visualización de Líneas de Cultivo de Fermento en Modo Limpieza de Circuito de Inyección de Fermentos**

Dado que la limpieza de circuitos de inyección de fermento atraviesa las líneas de cultivo y de siembra, también se observa el segmento del circuito por donde circula la limpieza en las líneas de siembra de fermento.

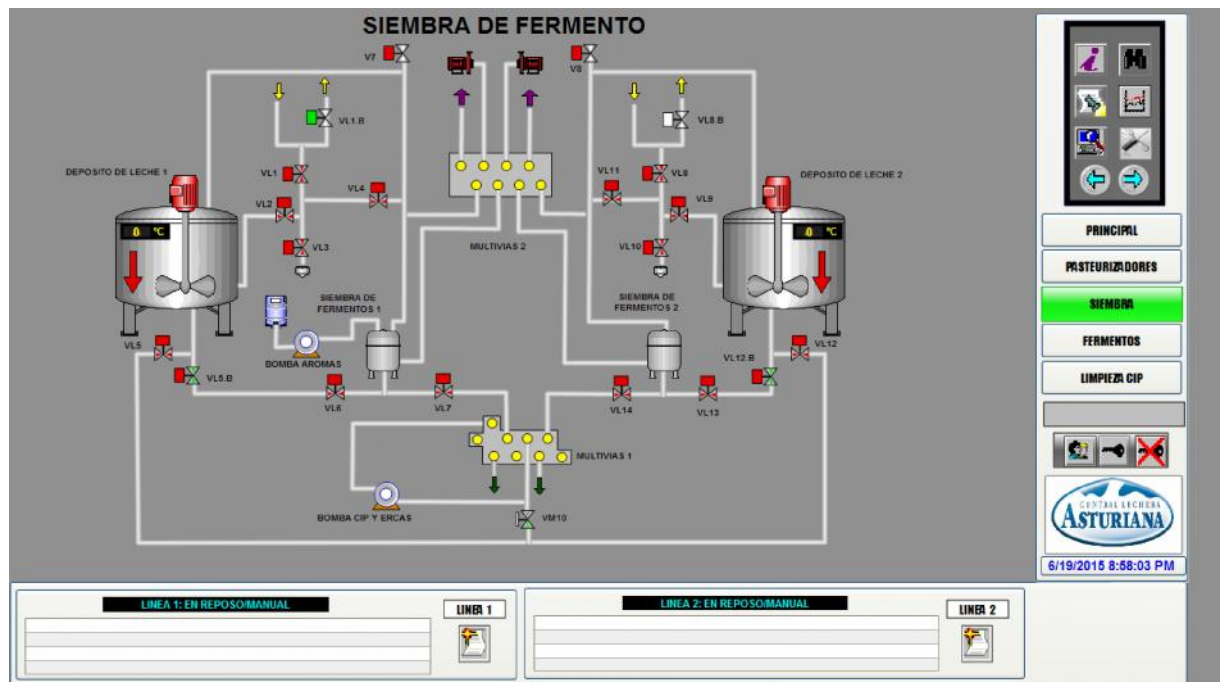


**Ilustración 72: Visualización de Líneas de Siembra de Fermento en Modo Limpieza de Circuito de Inyección de Fermentos**

## 7 PAGINA DE SIEMBRA DE FERMENTOS

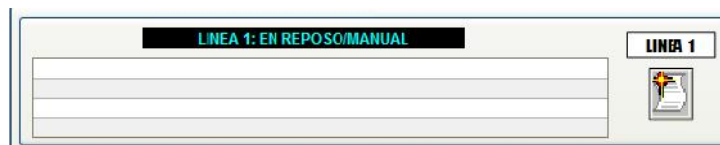
En la página de líneas de siembra de fermento podemos visualizar ambas líneas contempladas en este proyecto.

Dispone de los elementos ya explicados anteriormente, que permiten manipular la maquinaria de estas líneas.



**Ilustración 73: Página de Visualización de Líneas de Siembra de Fermento del SCADA**

Cuenta con unas barras de visualización del estado de cada línea según sea su modo de funcionamiento. Así como de botones de acceso y líneas de muestreo de alarmas que podrían ser configuradas de requerirse como una ampliación de este proyecto.



**Ilustración 74: Barra de Estado en Líneas de Siembra de Fermento**

## 7.1 Selección de Modos de Funcionamiento de las Líneas de Siembra de Fermento

Se ha elaborado una ventana que permite seleccionar y ejecutar los modos de funcionamiento de manera automatizada.

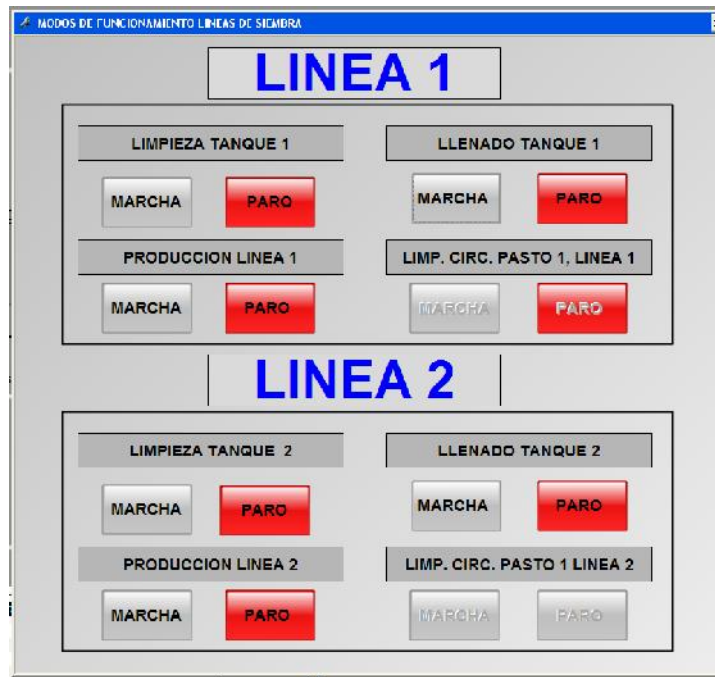


Ilustración 75: Ventana de Selección de Modos de Funcionamiento de Líneas de Siembra de Fermento

## 7.2 Modo Automatizado para la Limpieza de Línea de Siembra

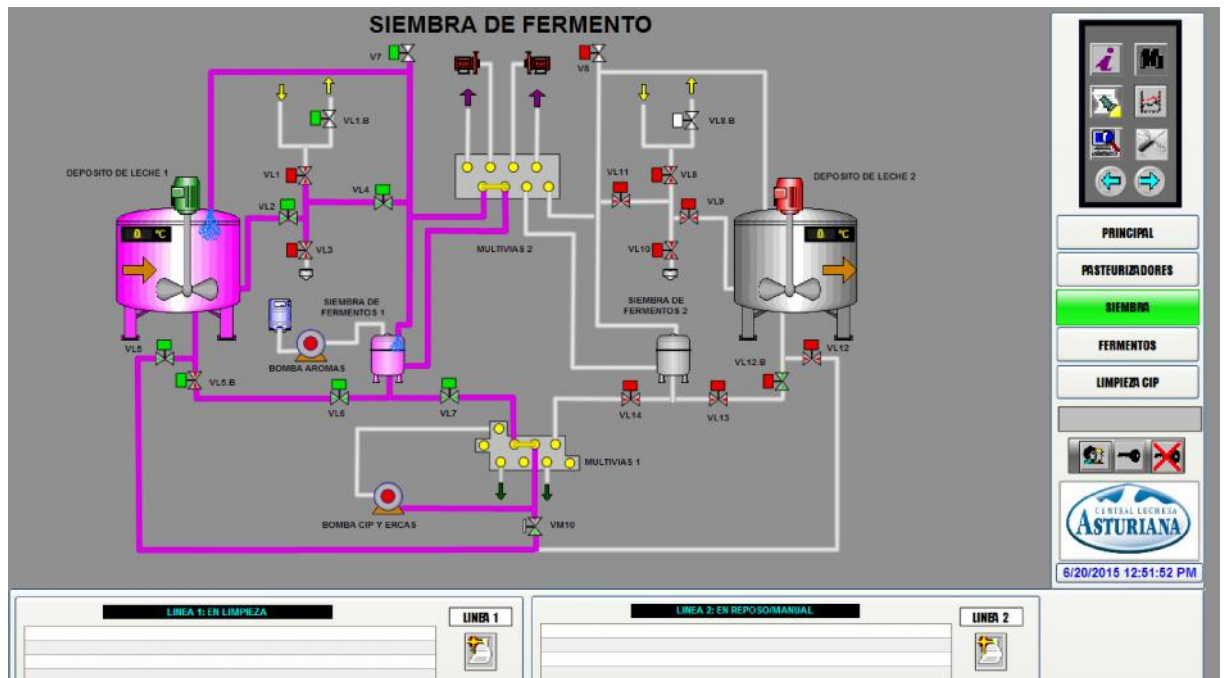
El modo de Limpieza de Líneas de Siembra habilita o deshabilita la entrada de Limpieza CIP (siempre y cuando no este siendo utilizada por otra Línea y cumpla con condiciones de marcha). Durante este modo de limpieza existen pulsos que periódicamente abren y cierran las válvulas para limpiar los asentamientos de las mismas.





**Ilustración 76: Botones de Marcha/Paro de Modo Limpieza en Línea de Siembra de Fermentos N°1**

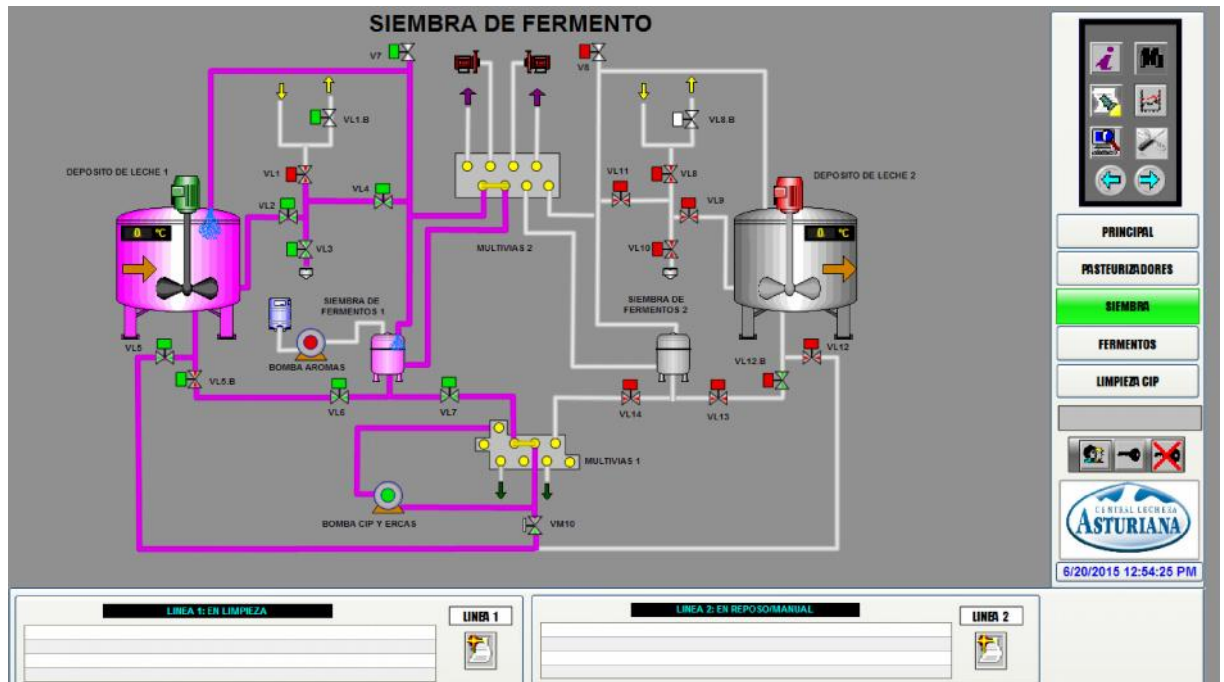
Durante la activación de este modo de funcionamiento, se observaran los equipos accionados en color verde y el color de las tuberías por donde pasa el material de limpieza y el tanque relacionado será de color morado.



**Ilustración 77: Visualización de Línea de Siembra de Fermento N°1 en Modo Limpieza – Iniciando Ingreso de Material de Limpieza**

Al iniciarse la limpieza de cualquiera de los tanques de siembra de fermento, se espera siempre un tiempo y señal de nivel con el fin de garantizar que exista una cantidad de material de limpieza suficiente en las tuberías antes de accionar la bomba de empuje para la recirculación del material.





**Ilustración 78: Visualización de Línea de Siembra de Fermentos N°1 en Modo Limpieza – Iniciando Recirculación de Material de Limpieza con Bomba CIP**

### 7.3 Modo Automatizado para el Llenado de Tanque de Almacenamiento de Leche Pasteurizada

El modo de Llenado de Tanque de Almacenamiento de Leche pasteurizada habilita el ingreso de leche proveniente de la línea de pasteurizado conectada a la línea de siembra (siempre y cuando cumpla con condiciones de marcha). Durante este modo de funcionamiento se abren o cierran las válvulas para ingresar la leche pasteurizada al tanque siempre que no haya alcanzado un nivel máximo.



**Ilustración 79: Botones de Marcha/Paro de Modo de Llenado de Tanque de Almacenamiento de Leche Pasteurizada**

Al activar este modo de funcionamiento, se pasa a un estado “En Llenado” que identifica el circuito de tuberías y tanque de almacenamiento habilitado por donde circula la leche que se identificara por el color amarillo.

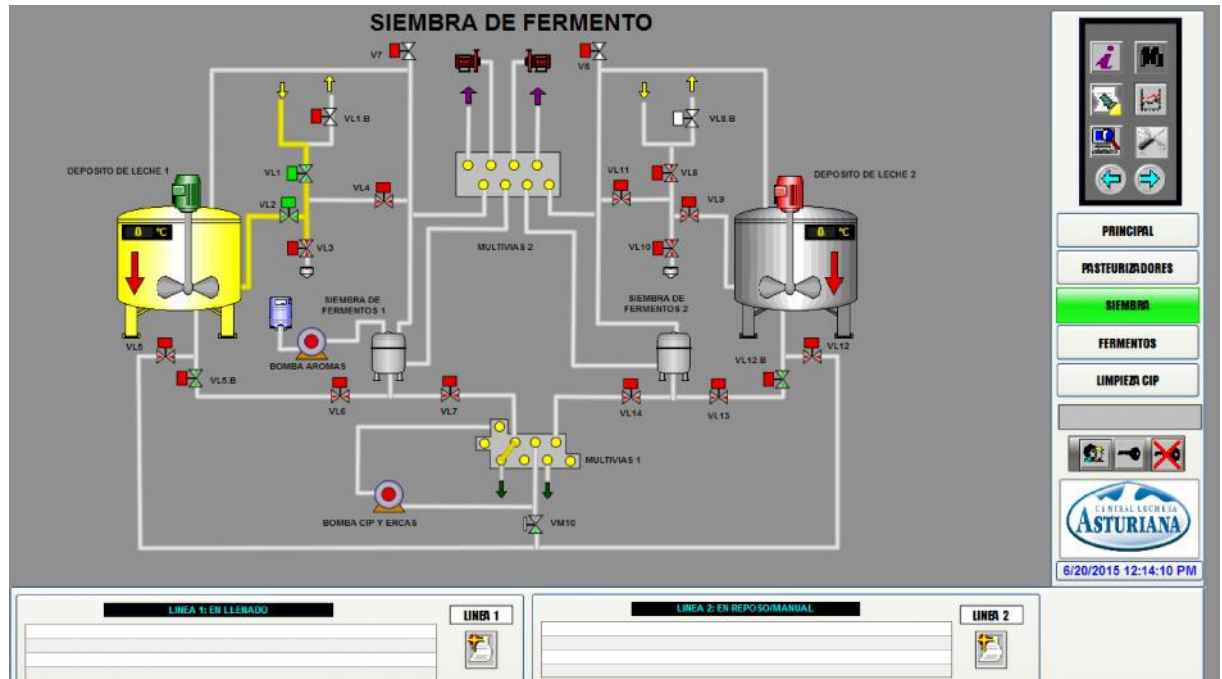


Ilustración 80: Visualización de Línea de Siembra de Fermentos N°1 en Modo Llenado de Tanque de Leche N°1 – Ingresando Leche de Línea de Pasteurizado N°1 al Tanque Pulmón

## 7.4 Modo Automatizado de Siembra de Fermentos para la Producción de Yogurt Firme

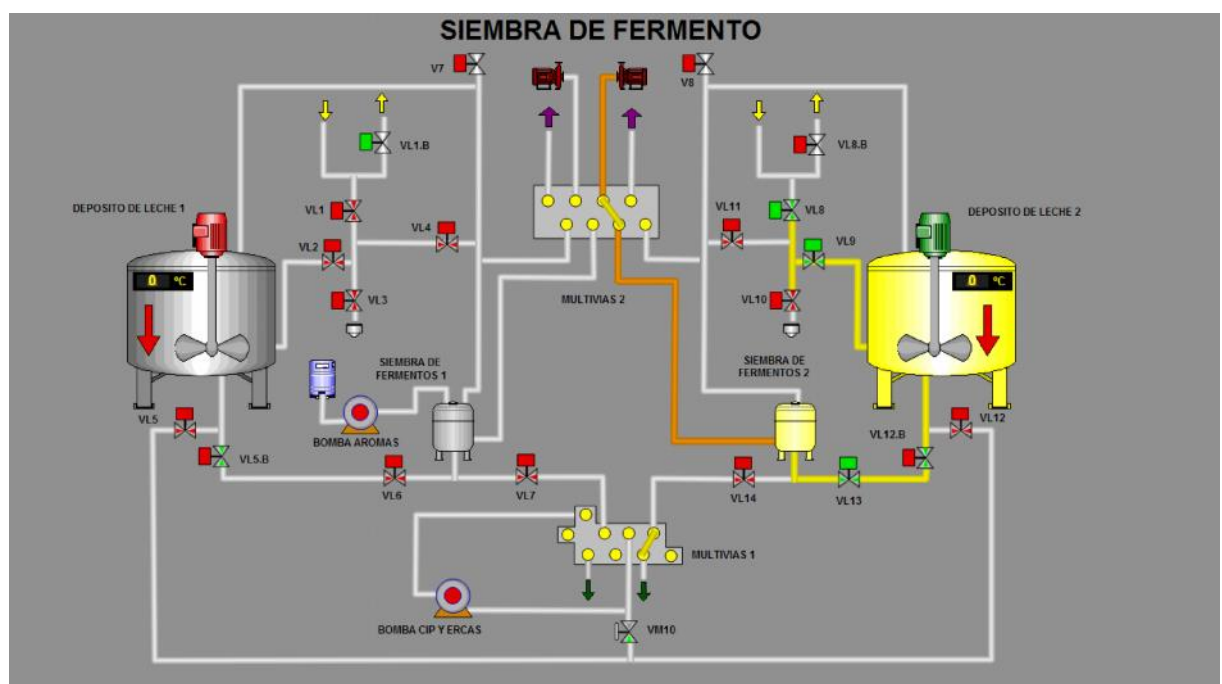
El modo de Producción Leche pasteurizada habilita el inicio del ciclo de siembra (siempre y cuando cumpla con condiciones de marcha) que da inicio a la obtención de yogurt y como parte previa a al envasado.



Ilustración 81: Botones de Marcha/Paro de Modo de Producción o Siembra de Fermentos

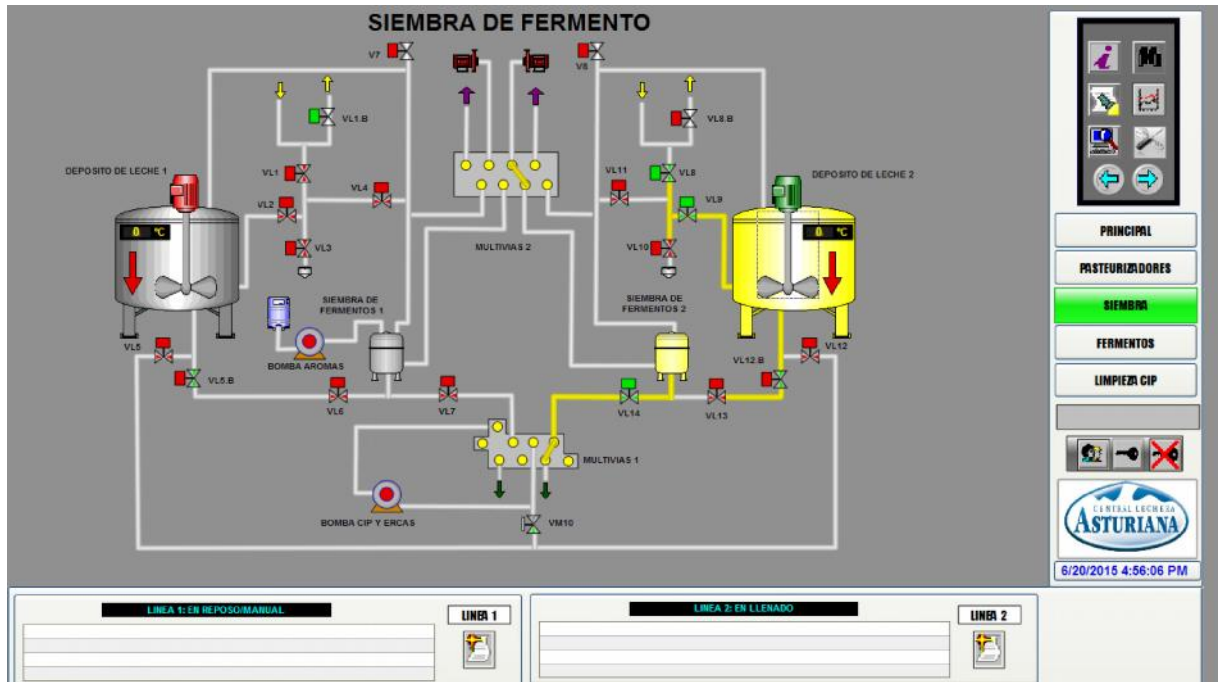
Durante este modo de funcionamiento, se pasa al estado “Producción” y se inicia la secuencia de siembra. Primero se abren las válvulas para ingresar la leche pasteurizada hacia al depósito de siembra y paralelamente se realiza la inyección del fermento durante un tiempo determinado. En el caso de la línea N°1 también puede inyectar aromas al depósito en caso de que haya sido seleccionada la opción de agregar aromas.

Una vez alcanzado el nivel máximo de capacidad del depósito de siembra, cierra el ingreso de leche. El circuito por donde circula la leche se identifica por el color amarillo y el circuito por donde pasa el fermento se identificara por el color naranja .



**Ilustración 82: Visualización de Línea de Siembra de Fermentos N°2 en Modo Producción  
– Llenado de Deposito de Siembra con Leche e Inyección de Fermento.**

Una vez cerrado el ingreso de leche al depósito y registrarse un nivel máximo, se pasa al siguiente paso que consiste en vaciar el depósito de siembra. Para ello se habilita la apertura de otro canal de tubería que desemboca en un distribuidor hacia otro depósito pulmón ubicado en las maquinas llenadoras ( esta deposito no se visualiza en el SCADA).



**Ilustración 83: Visualización de Línea de Siembra de Fermentos N°2 en Modo Producción – Vaciado de Deposito de Siembra con hacia las máquinas llenadoras.**

## 8 PAGINA DE DISTRIBUCIÓN DE LIMPIEZA CIP

En la página de distribución de limpieza podemos visualizar las líneas y válvulas que habilitan la limpieza hacia cada línea de siembra y cultivo de fermentos.

Dispone de los elementos ya explicados anteriormente, que permiten manipular las válvulas que distribuyen la limpieza CIP y selección de funcionamientos.

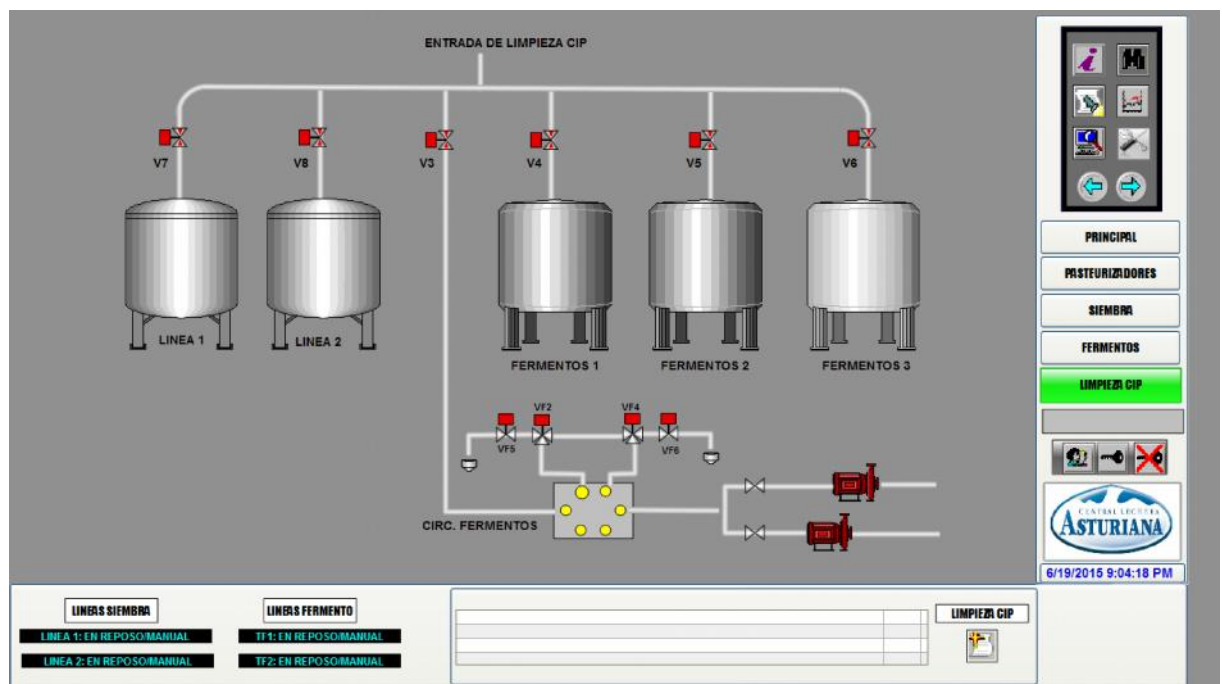


Ilustración 84: Página de Visualización de Distribución de Limpieza CIP del SCADA

Cuenta con unas barras de visualización del estado de cada línea según sea el modo de funcionamiento automatizado en que se encuentren, además de botones de acceso y líneas de muestreo de alarmas que podrían ser configuradas de requerirse como una ampliación de este proyecto.



Ilustración 85: Barra de Estado en Página de Distribución de Limpieza CIP

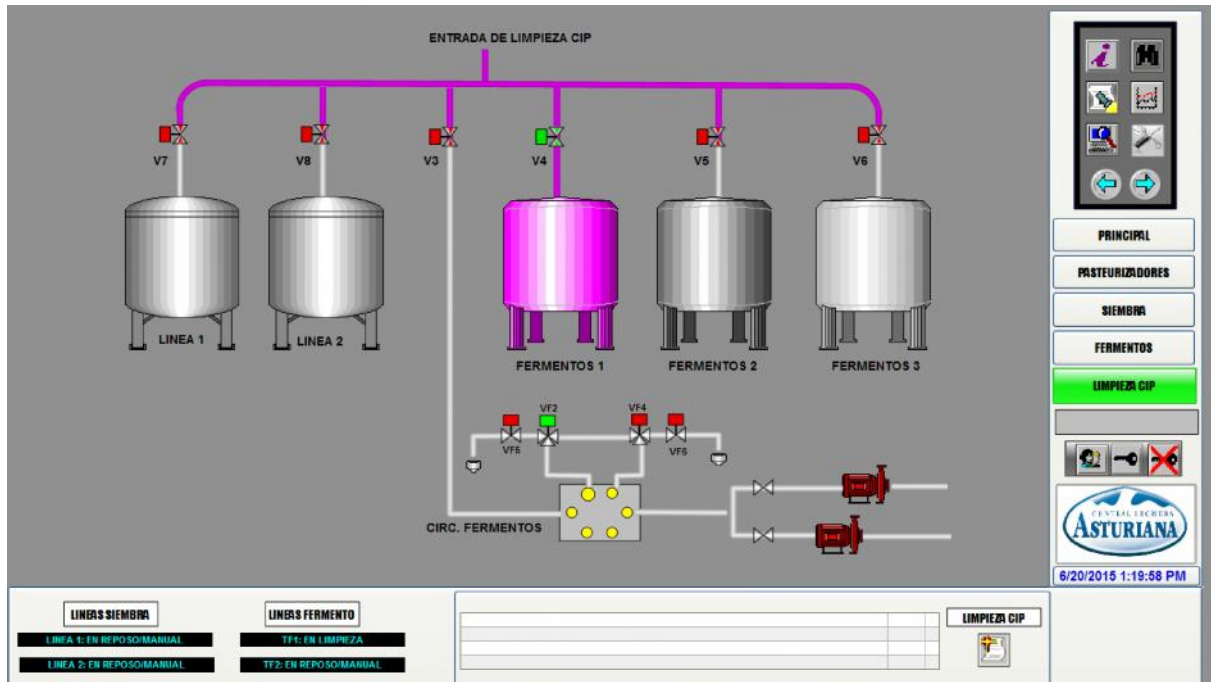
## 8.1 Selección de Modos de Funcionamiento de Limpieza de Líneas

Se ha elaborado una ventana que permite seleccionar y ejecutar los modos de funcionamiento exclusivamente para la limpieza. En este caso, la limpieza de una determinada línea puede ser administrada desde aquí o desde su propia página en el SCADA. No obstante, esta página nos permite enfocar al operario en saber cuál línea está ejecutando una limpieza, ya que por limitaciones del sistema solo se permite la limpieza de una línea a la vez.



**Ilustración 86: Ventana de Selección de Modos de Funcionamiento de Suministro de Limpieza CIP**

Los modos de limpieza corresponden con los descritos anteriormente para cada línea del proceso. En esta página se puede observar cual línea está distribuyendo la limpieza CIP, denotando el circuito y el tanque principal de la línea en limpieza de un color morado.



**Ilustración 87: Visualización de Distribución de Limpieza CIP durante la limpieza de la Línea de Cultivo de Fermentos N°1**