

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**ESTUDIO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS A CONTROL MEDIANTE  
DELTA-V EN LÍNEA DE VAPOR Y CONDENSADO L1, CELULOSA  
NUEVA ALDEA.**

AUTORES:

- IGOR CEBALLOS LABRAÑA
- SERGIO ALEJANDRO DIAZ MUÑOZ

SEMINARIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL EN AUTOMATIZACION

CONCEPCION-CHILE  
2009

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ESTUDIO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS A CONTROL MEDIANTE DELTA-V  
EN LÍNEA DE VAPOR Y CONDENSADO L1, CELULOSA NUEVA  
ALDEA.

AUTORES:

- IGOR CEBALLOS LABRAÑA
- SERGIO ALEJANDRO DIAZ MUÑOZ

DOCENTE PATROCINANTE:

- SR. CRISTHIAN AGUILERA CARRASCO

DOCENTE CORRECTOR:

- SR. JUAN ANTIPIL IBAÑEZ

## **Agradecimientos**

A nuestras familias:

Por su entendimiento y apoyo continuo durante el largo proceso vivido. Nadie mejor que ellos puede saber lo arduo que fue este proceso, y su apoyo incondicional durante este fue una bendición.

A nuestras parejas:

Por apoyarnos durante el proceso y no rendirse ante nuestros continuos cambios de estado de ánimo y la poca y a veces nula disponibilidad de tiempo, con su compañía, alegría y entendimiento nos han dado muchas veces el pequeño empujoncito que hace falta para seguir luchando.

A nuestros amigos:

Que pacientemente han comprendido nuestra ausencia y que incondicionalmente han estado ahí para nosotros, gracias a ellos es que muchas veces pudimos liberar el stress y quejarnos como con nadie más fue posible.

A los funcionarios de Arauco:

A ellos por todo el soporte brindado y la buena voluntad en todo momento para brindarnos la información necesaria y una excelente convivencia durante los cinco extrañaremos y recordaremos por siempre.

## Índice

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>i</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>3</b>
<b>Capítulo 1: Proceso productivo .....</b>	<b>7</b>
1.1.- Vapor y Condensado .....	7
1.2.- Preparación de maderas.....	8
1.3.- Línea de debobinado .....	9
1.4.- Línea de secado.....	9
1.5.- Línea de composición .....	10
1.6.- Línea de armado.....	11
1.7.- Línea de prensado .....	12
1.8.- Línea de terminación.....	13
<b>Capítulo 2: Descripción del proceso .....</b>	<b>15</b>
2.1.- Preparación de la Madera .....	16
2.1.1.- Recepción y almacenamiento .....	16
2.1.2.- Macerado.....	17
2.2.- Línea de secado.....	18
2.2.1.- Secado .....	18
2.3.- Línea de prensado .....	21
2.3.1.- Pre-prensado.....	21
2.3.2.- Prensado .....	23
2.4.- Procesos donde interviene la línea de vapor y condensado .....	28
2.4.1.- Macerado.....	28
2.4.2.- Secado .....	29
2.4.3.- Prensado .....	30

2.5.- Vapor y condensado en línea 1.....	30
2.5.1.- Sistema de control.....	31
<b>Capítulo 3: Detalles del proceso de vapor y condensado .....</b>	<b>33</b>
3.1.- Proceso .....	33
3.1.1.- Temperatura .....	33
3.1.2.- Presión .....	34
3.1.3.- Nivel .....	34
3.1.4.- Otros .....	34
3.2.- Lazos de control .....	35
3.3.- Buses de campo .....	36
3.4.- Control.....	38
3.4.1.- Módulos controladores.....	40
3.4.2.- Módulos Fieldbus Series 2, H1 .....	40
3.4.3.- Módulos Profibus-DP Series 2, H1.....	42
3.4.4.- Módulos Hart Analog-In Series 2.....	46
3.4.5.- Módulos Hart Analog-Out Series 2.....	46
3.4.6.- Módulos Discrete-in (24VDC) Dry Contact Series 2.....	46
3.4.7.- Módulos Discrete-in (120VAC) Isolated.....	47
3.4.8.- Módulos Discrete-Out (120/230 VAC) isolated.....	47
<b>Capítulo 4: Análisis de la situación actual.....</b>	<b>48</b>
4.1.- Análisis situacional .....	48
4.1.1.- Exclusividad de los servicios y proveedores .....	48
4.1.2.- Personal especializado .....	48
4.1.3.- Accesibilidad al operador .....	49
4.1.4.- Poca factibilidad de recambio .....	49
4.1.5.- Sistema Ciego .....	50
4.1.6.- Tiempo de respuesta ante falla .....	50
4.1.7.- Costos de mantención.....	50
4.2.- Análisis de causa y efecto .....	52

<b>Capítulo 5: Aspectos generales.....</b>	<b>53</b>
5.1.- Identificación de beneficios y costos .....	53
5.2.- Características deseadas por la empresa .....	54
5.3.- Necesidades a satisfacer .....	54
5.4.- Tecnología Siemens S7-400 .....	55
5.5.- Manejo en tiempo de diseño.....	56
5.6.- Minimización de costos de mantención.....	56
5.7.- Rendimiento .....	57
5.8.- Reducción de tiempos perdidos .....	57
5.9.- Objetivos del estudio .....	57
5.10.- Prestaciones.....	58
5.11.- Justificación e importancia .....	58
5.12.- Metodología .....	59
<b>Capítulo 6: Mercado.....</b>	<b>61</b>
6.1.- Análisis de la situación del sector .....	61
6.1.1.- Los proveedores .....	61
6.1.2.- Los sustitutos .....	62
6.2.- Características de los sustitutos.....	63
6.2.1.- Schneider .....	63
6.2.2.- Rockwell Automation .....	67
6.2.3.- Siemens.....	72
6.3.- Resumen de las características de cada PLC.....	76
6.4.- Alternativas de solución .....	77
<b>Capítulo 7: Pre-evaluación de las alternativas.....</b>	<b>78</b>
7.1.- Situación base optimizada .....	78
7.2.- Cambio en el bus de campo.....	81
7.3.- Utilización de convertidores de protocolo.....	83
7.4.- Alternativas electas.....	85
7.5.- Análisis CAE.....	85

<b>Capítulo 8: Estudio de factibilidad técnica.....</b>	<b>87</b>
8.1.- Instalaciones físicas.....	87
8.2.- Maquinaria y equipos.....	87
8.3.- Características técnicas .....	88
8.4.- Servicios de mantenimiento .....	89
8.5.- Recursos humanos .....	89
<b>Capítulo 9 Plan económico Financiero .....</b>	<b>91</b>
9.1- Plan Económico Financiero .....	91
9.2- Cronograma de ejecución de inversiones .....	95
9.3- Costos de Operación .....	96
<b>Capítulo 10 Estudio factibilidad económica .....</b>	<b>97</b>
10.1- Estados financieros proyectados .....	97
10.1.1- Estado de ganancia y pérdidas .....	97
10.1.2- Proyecto Puro .....	97
10.2- Indicador de la Inversión .....	100
<b>Capítulo 11 Conclusiones y comentarios .....</b>	<b>102</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>106</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>107</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>108</b>
Anexo A: Diagrama P&ID proceso vapor y condesado Línea 1.....	108
Anexo B: Interfaz hombre-máquina(HMI) proceso vapor y condesado Línea 1 .....	109
Anexo C: Hoja de datos instrumentación .....	110
Anexo D: Cotización curso capacitación Delta-V .....	124
Anexo E: Cotización Meiss Ingeniería, Integrador Allen-Bradley.....	126
Anexo F: Cotización Implementación mediante Siemens empresa Asinpro.....	127
Anexo G: Tablas, Depreciaciones y valores de salvamento .....	131
Anexo H: Carta Gantt Allen-Bradley.....	132

## **Resumen**

Paneles Arauco S.A planta Nueva Aldea, en busca de mejoras para el rendimiento en el proceso de tableros contrachapados, tomó en consideración realizar un estudio sobre el reemplazo del controlador Delta-V presente en la sala de vapor y condensado.

La justificación del reemplazo se basó en la poca expertiz del personal en este controlador. Eso llevo a la contratación de una empresa externa, Ineco que se encarga de la implementación, mantención y regulación de este controlador, eso acarrea costos y tiempos de espera por falla potencialmente altos. Se buscó con este estudio que en el corto plazo disminuyan los costos de mantención de este y eliminar así la dependencia con la empresa contratista.

Los puntos más importantes para la realización de este proyecto, en los cuales se basan las decisiones son: mejoras en el manejo en tiempo de diseño, minimización de costos de mantención, rendimiento del nuevo equipo igual o superior al Delta-V, reducción de tiempo debido a fallas, arquitectura de control, entre otros.

Para resolver el problema se proponen tres alternativas, las que corresponden a: Capacitar al personal del taller de electro-control en el funcionamiento del Delta-V, Reemplazar el Bus de instrumentación Foundation Fieldbus por Hart junto con implementar PLCs y el uso de convertidores de protocolo donde en este último se estudiaron dos posibilidades, que consisten en reemplazar el sistema de control por una plataforma S7-400 de Siemens o por una plataforma ControlLogix de Allen Bradley.

En una primera etapa se realizó una pre-evaluación de las alternativas anteriormente expuestas, en donde los criterios de decisión son los que requiere la empresa.

Luego las alternativas que cumplan con estos criterios se analizaron desde el punto de vista de sus costos mediante CAE (costo anual equivalente) luego se realizó un estudio técnico y económico de la alternativa más conveniente.

Finalmente la alternativa que resultó con menor costo, fue implementar la plataforma ControlLogix a través de un convertor de protocolo.



A esta alternativa se le realizó un estudio de factibilidad técnica donde se expone si cumple con los requisitos del área de vapor y condensado. También se muestran los materiales y equipos a usar para su implementación.

Luego se realizó el plan económico financiero en donde se presenta el cronograma de ejecución de la inversión y sus costos de operación asociados a la implementación del controlador ControlLogix. Finalizando con el estudio de factibilidad económica que muestra que el cambio es factible debido a la gran amortización de la inversión, debido al valor de salvamento del controlador Delta-V.

## ***Introducción***

En la actualidad la tecnología juega un rol importantísimo en las vidas de los seres humanos, llegando a un punto de dependencia casi total dada la inmersión de esta en los aspectos más cotidianos y su rol dentro de los productos de uso común. Uno de los lugares donde mayor tecnología existe es en las plantas de producción industrial, donde finalmente convergen y se originan la mayoría de los avances modernos.

Una empresa como Paneles Arauco no escapa a esta afirmación, siendo en sus orígenes (2004), la planta más moderna de Chile, posee una enorme cantidad de procesos funcionando en forma conjunta, totalmente coordinados para lograr una producción continua de paneles o contrachapados llegando a niveles de venta de más de US\$197.100.000 y con una producción anual de más de 474.500 mts<sup>3</sup> en paneles.

Es de esperar encontrar en ella una enorme complejidad y una gran cantidad de maquinaria dedicada a la producción y operación de una gama de procesos, siendo algunos de ellos de gran importancia dentro de la línea de producción y en su mayoría vitales para una producción continúa.

Dentro estos muchos procesos se encuentra el objetivo de este estudio. El proceso de vapor y condensado juega un rol vital para la producción de una forma indirecta ya que de él dependen tres procesos básicos para la línea de producción, estos son los de Macerado, Secado y Prensado, si uno de ellos llegara a detenerse la producción se vería reducida en una gran escala.

El proceso de vapor y condensado por tanto, y a pesar de ser un proceso pequeño, debe funcionar de forma continua ya que de él depende cerca de un 50% de la producción. Es necesario aclarar que este tipo de detención no es aceptable y por tanto el riesgo de que esto ocurra se debe minimizar al máximo.

El control de procesos en su mayoría es efectuado mediante controladores lógicos programables PLCs en donde la gran mayoría de esos controladores son pertenecientes a la gamma Siemens, en ellos recae el papel de la operación inteligente de los procesos presentes en la planta. En cambio el proceso de vapor y condensado es controlado a través de un DCS de nombre Delta-V el cual es dependiente en tanto soporte como en capacidad de respuestas ante fallas.

Es por tanto de importancia la confiabilidad que ofrezca el proceso y por tanto la confiabilidad en una amplia gama de aspectos que ofrezca el controlador Delta-V.

En la actualidad la monitorización del funcionamiento y mantenciones en profundidad junto con la respuesta a fallas para el proceso de vapor y condensado está a cargo de la empresa contratista Ineco, la cual posee un vasto conocimiento del sistema dando soporte telefónico en caso de fallas menores y de configuración, sin embargo en la eventualidad de un fallo mayor es necesaria la presencia de un equipo especialista en Delta-V.

Dados los altos tiempos de respuesta de la empresa encargada del soporte Delta-V, por razones geográficas y de disponibilidad horaria se crea una problemática potencial, debido al poco conocimiento en planta de este sistema, por tanto originando una vulnerabilidad poco deseada.

Es por esto que la empresa Paneles Arauco, plantea un estudio de las soluciones posibles a esta potencial problemática, originando a este estudio de factibilidad técnico-económica.

A continuación se presenta una descripción de cada capítulo:

En el *Capítulo 1* se presenta una breve descripción del proceso de fabricación de paneles.

En el *Capítulo 2* se describe en detalle el proceso de fabricación de paneles. Destacando las áreas, subprocesos y control relacionados al proceso de la sala de Vapor y Condensado.

En el *Capítulo 3* se describe el proceso de vapor y condensado junto con su topología de control e instrumentación asociada. Junto con esto se describen las variables que maneja el controlador Delta-V.

En el *Capítulo 4* se muestran las bases para asentar el estudio de factibilidad, exponiendo la problemática presente junto con las falencias que presenta el controlador ya sea directa o indirectamente. Finalizando con un análisis de causa-efecto para diagnosticar el problema principal, y así corroborar la necesidad de cambio.

En el *Capítulo 5* se enmarca la situación que engloba la realización del estudio para este proyecto, enfatizando los puntos de interés para la empresa y para el proyecto en sí. De esta forma se trazan las directrices que regirán la realización de este estudio. Finalizando con el planteamiento de la metodología que regirá el estudio.

En el *Capítulo 6* se analizan las opciones que ofrece el mercado para la solución de esta problemática. Se muestran los diferentes proveedores que poseen la tecnología capaz de realizar una sustitución satisfactoria. Finaliza con las características deseadas con las que cumple cada marca y modelo para luego determinar cuáles serán las estudiadas.

En el *Capítulo 7* se analizan las alternativas propuestas como posibles mostrando las ventajas y desventajas de cada una para luego concluir su aceptación o rechazo.

En el *Capítulo 8* se muestra la realización del estudio de factibilidad técnica de la alternativa de mejor resultado CAE en base a lo expuesto en el capítulo anterior. Este consiste en de los distintos aspectos técnicos a considerar para definir la viabilidad de la implementación mediante Allen-Bradley.

En el *Capítulo 9* se muestran los precios y costos asociados a la depreciación de activos y a los activos tangibles e intangibles respectivamente. Se concluye con el cronograma de ejecución de inversiones.

En el *Capítulo 10* se detallan los costos asociados a la implementación de la solución.

En el *Capítulo 11* se muestran los resultados arrojados por el estudio.

En el *Capítulo 12* se presentan las conclusiones obtenidas del estudio y del proyecto.

## **Perfil del estudio**

El estudio consiste en el análisis de una gama de opciones, que serán evaluadas en los aspectos claves para las necesidades que se deben satisfacer, para luego estimar la factibilidad técnico-económica de la opción que mejores resultados obtenga; y que por tanto resulte factible para el reemplazo del sistema de control actualmente implementado en la sala de vapor N°1 mediante Delta-V.

## **Objetivo general**

Solucionar la situación actual de costos y complejidad en la manipulación del controlador Delta-V.

## **Objetivo específico**

- Definir en base a los resultados de factibilidad técnico-económica de cada alternativa, cuál será el más apropiado para el proceso de Vapor y Condensado en Línea L1 y para los requerimientos que impone la empresa.
- Realizar la ingeniería de diseño de la solución electa.

## Capítulo 1: Proceso productivo

### 1.1. VAPOR Y CONDENSADO

El proceso que convierte troncos en tableros contrachapados es muy complejo y tarda más de un día, desde que entra a la línea de producción. Dentro de esta línea de producción existen varios procesos como se muestra en el cuadro a continuación.

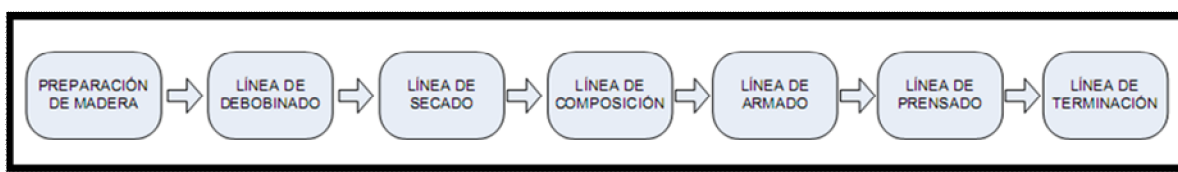


Figura N°1.1: Diagrama en bloques, proceso de fabricación de contrachapados.

Dentro de algunos de estos procesos está el que nos interesa, *Vapor y Condensado*, este es un proceso relativamente pequeño y que consiste en el control de válvulas y motores ON/OFF y el monitoreo de las variables más importantes de los procesos de *macerado*, *secado* y *prensado*, cada una dentro de las etapas de *Preparación de la madera*, *Línea de secado* y *Línea de armado* respectivamente.

Por lo tanto, el proceso de vapor y condensado es parte de 3 etapas importantes en la fabricación de tableros contrachapados.

El proceso de Vapor y Condensado provee de estos elementos a distintas etapas del proceso de fabricación tableros de contrachapados. *Ver figura N°2.1 Detalle proceso de fabricación de contrachapados.*

Mediante un *separador de gotas*<sup>1</sup> se separa el vapor sobrecalentado<sup>2</sup> que proviene del turbogenerador<sup>3</sup> en condensado y aire caliente mediante fuerza centrífuga o impacto, el aire se encuentra a 207°C y es enviado al área de secadores en donde se secan las chapas, por otro lado el condensado se envía al *estanque de condensado*<sup>4</sup> donde se almacena y se mantiene a una temperatura constante, este condensado se utiliza para humedecer la madera en el área de macerado mediante duchas de agua a alta temperatura, esto forma un ciclo de condensado en donde una parte es devuelta al estanque de condensado y otra vuelve al turbogenerador para convertirse en vapor nuevamente. Finalmente el área de prensado requiere de condensado a alrededor de 174°C, este proviene del *estanque de condensado*. La distribución de vapor y condensado la hace un grupo de bombas y válvulas que añaden la presión necesaria para la llegada de este condensado al grupo de prensas.

Debido que para conocer un proceso es necesario entender los procesos que lo rodean, es importante una descripción en detalle de estos. Se describen a continuación las 7 etapas que componen a grandes rasgos la fabricación de tableros contrachapados.

## 1.2. PREPARACIÓN DE MADERAS:

En una primera etapa la materia prima es seleccionada y almacenada de acuerdo a las especificaciones del proceso estas son ordenadas en las canchas de acopio de acuerdo a su calidad, largo u algo otro atributo específico que permita separar la madera seleccionada la madera es sometida a riego permanente por aspersión con agua fría para no perder la humedad de la madera y evitar la aparición de hongos. Luego la madera pasa a depósitos de macerado donde mediante la aplicación de calor se generan condiciones de

---

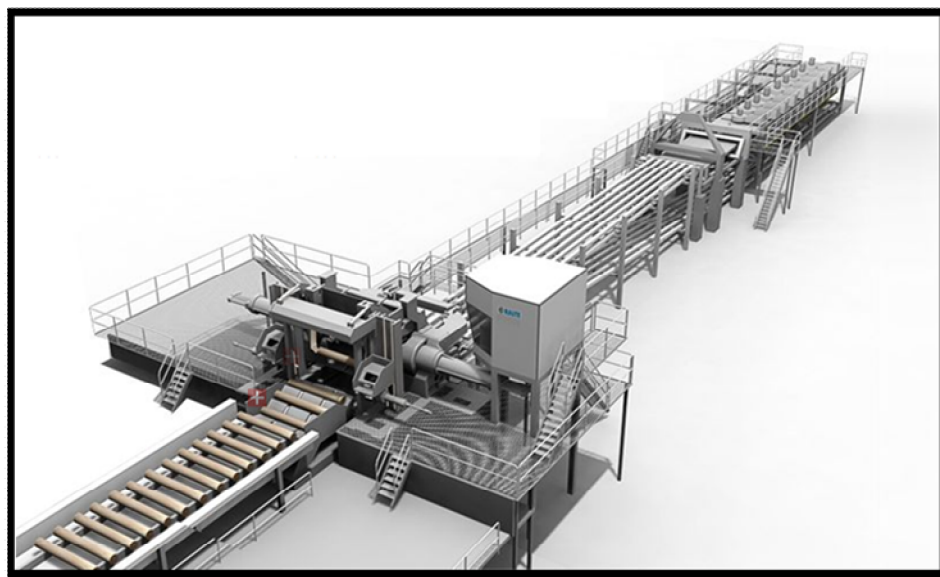
<sup>1</sup> Separador de gotas: Instrumento utilizado en la separación del vapor sobrecalentado en agua y aire.

<sup>2</sup> Vapor sobrecalentado: Al elevar la temperatura del agua por sobre los 100°C se genera vapor sobrecalentado. Dado que no es posible mantener las partículas de agua unidas a las de aire, por su alta actividad molecular debido a la inyección de calor, esta se debe mantener a una presión elevada para así conservar su estado gaseoso.

<sup>3</sup> Turbogenerador: Área de la planta dedicada a la producción de vapor sobrecalentado y presión de aire para las distintas secciones que componen a la planta de Paneles. El vapor sobrecalentado que provee esta área es vendido a las demás secciones de la planta.

<sup>4</sup> Estanque de condensado: Estanque de 5x10 [mts] aprox. cilíndrico dedicado al almacenamiento de vapor proveniente del Turbogenerador.

plasticidad y ablandamiento de los trozos de madera para a si facilitar la penetración del cuchillo, este proceso es realizado para obtener unas chapas de mejor calidad.



*Figura N° 1.2: Proceso de descortezado de troncos.*

### 1.3. **LÍNEA DE DE BOBINADO:**

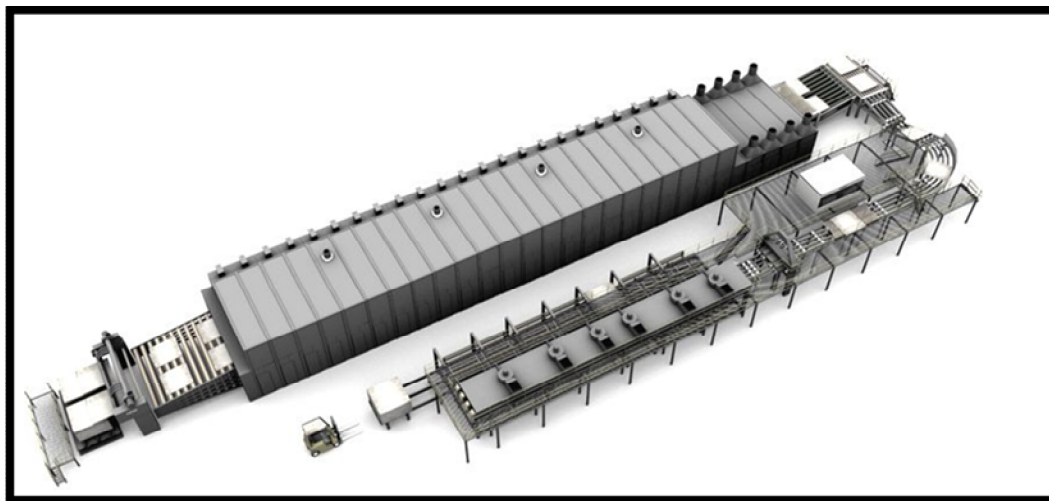
Luego los trozos de 2.6m de largo se dividen en trozos de 1.3m para ser utilizados en los tornos, los cuales producen las chapas de madera a través de un debobinado del trozo, obteniendo así las chapas de madera para la fabricación de tableros contrachapados. Luego estas pasan a la cortadora rotatoria la cual elimina los defectos que están fuera de las especificaciones que presenta el paño, dimensionando así la chapa según los tamaños requeridos. Para luego pasar a la Clasificación y apilado donde se clasifican y apilan las chapas debobinadas según criterios de humedad y formato.

### 1.4. **LÍNEA DE SECADO:**

Acá es donde se elimina el exceso de agua presente en la madera a fin de proveer chapas con un contenido de humedad lo más homogéneo posible que fluctúe entre CH% de 4 a un 7% (Contenido de humedad). Además las chapas deben salir con una temperatura del orden de los 30 a 40 grados Celsius para satisfacer el proceso del contrachapado. Luego las



chapas son clasificadas según su calidad superficial y humedad donde son apiladas y transportadas a las canchas de chapa seca. Luego de secadas y clasificadas las chapas.

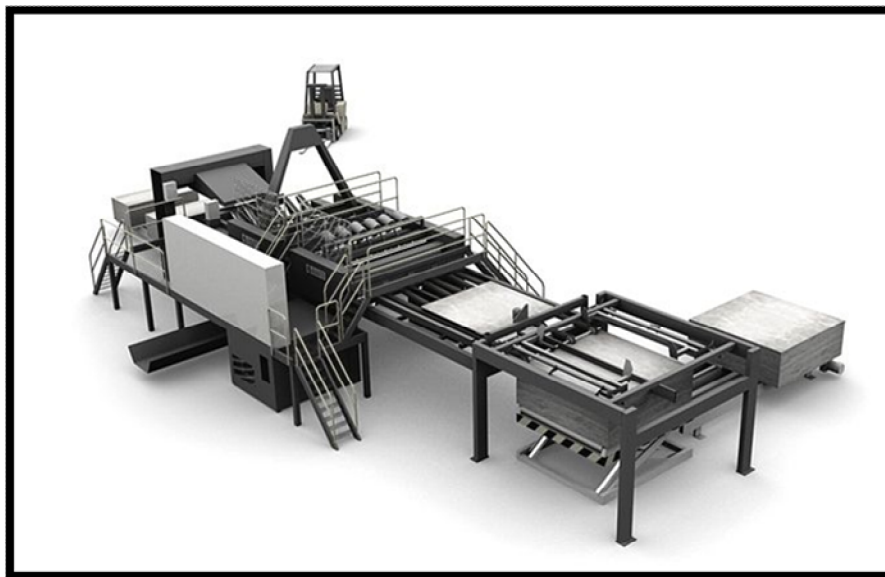


*Figura N° 1.3: Proceso de secado de chapas.*

#### 1.5. LÍNEA DE COMPOSICIÓN:

Aquí una ensambladora produce chapa corta a partir de pedazos de chapa o con chapas fuera de especificación, convirtiéndolas en chapa apta para ser encoladas. También, si es necesario, puede producir chapa larga para ser utilizada como interior largo. La materia prima utilizada es chapa de ancho menor al estándar (pero mayor a 300 mm de ancho) y chapas enteras con defectos que las dejan fuera de norma como hoyos, grietas, rajaduras, bolsas de resina, etc. Estos defectos son detectados por una cámara exploradora que envía la señal a un PLC que controla el avance de la chapa y el corte realizado por un par de cuchillos. Posteriormente estos trozos sin defectos son unidos con puntos de cola e hilos adhesivos termofundentes formando un paño continuo para ser dimensionada por un cuchillo formando una chapa de 8x8' y luego a 2 chapas de 4x8' por una sierra circular. Este proceso ayuda a aumentar el rendimiento de la madera y a generar disponibilidad de chapa corta para el proceso de armado (encolado). En seguida una parchadora elimina los defectos de la chapa como nudos, bolsillos de resinas y orificios, reemplazándolos por

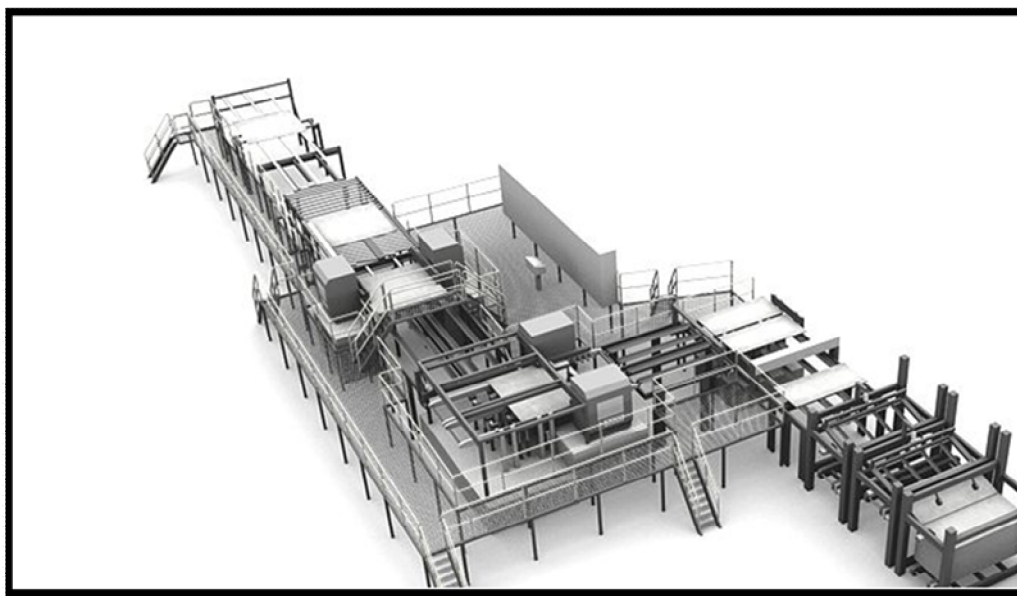
parches calzados de chapa con el fin de subir el grado de calidad de la chapa, quedando ésta en condiciones de ser utilizadas en el tablero contrachapado como Cara o trancaras.



*Figura N° 1.4: Proceso de composición de chapas.*

#### 1.6. **LÍNEA DE ARMADO:**

Esta se encarga del almacenamiento de adhesivos donde cuya función es la de suministrar de forma permanente adhesivos fenólicos, que permitan el abastecimiento a las encoladoras automáticas y manuales, necesarios para la elaboración de tableros contrachapados dentro de la línea de armado se encuentra la encoladora manual donde su función es la de realizar tableros en relación al espesor y calidad requeridos según el programa de producción. Entonces mediante las maquinas encoladoras se aplica adhesivo a la superficie de las chapas , procediendo a armar en forma manual el tablero, juntando las chapa corta y la chapa larga siguiendo el orden establecido con respecto a la configuración laminar predeterminada para casa tipo de tablero , también se encuentra una encoladora automática esta consta de 2 encoladoras ubicadas en forma paralela donde su función es aplicar el adhesivo en la superficie de todas las chapas que se utilizan para el armado de un tablero el adhesivo se aplica en forma homogénea en toda la chapa luego la maquina va armando los tableros a la salida de la encoladora, con cada una de las chapas encoladas.



*Figura N° 1.5: Proceso de escuadrado de planchas.*

### 1.7. **LÍNEA DE PRENSADO:**

La función de la pre-prensa es efectuar el refuerzo del tablero a través de la aplicación de presión en una primera etapa. Luego se pasa a una segunda etapa donde pasan a prensado en caliente donde el objetivo es acelerar las reacciones fisio-químicas que conducen el fraguado de la mezcla adhesiva, logrando una unión resistente y definitiva entre las chapas de madera lo que produce el contrachapado en distintos espesores y formatos según los programas de producción.

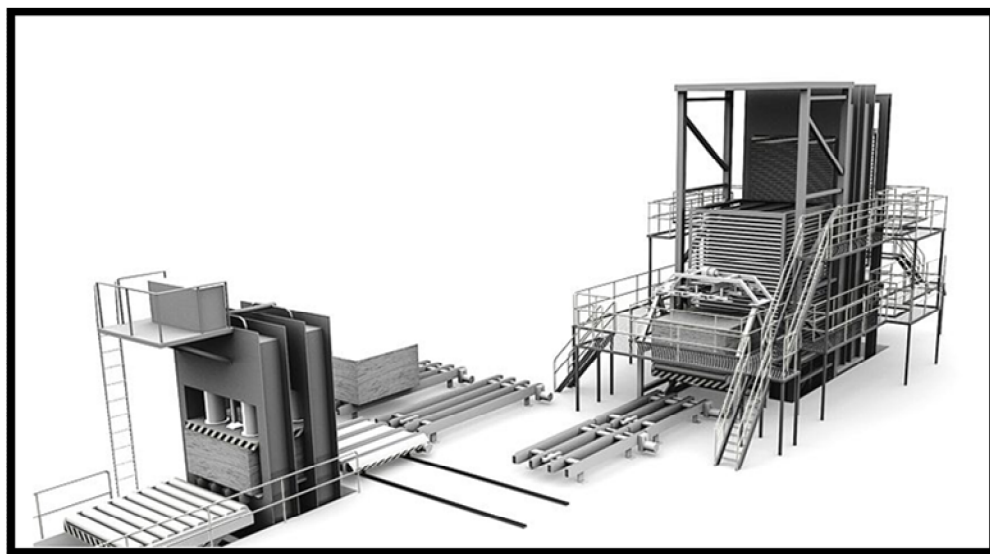


Figura N° 1.6: Proceso de prensado de chapas.

#### 1.8. LÍNEA DE TERMINACIÓN:

Aquí se aumenta la calidad de la chapas a través de una reparación sintética donde a través del uso de mezclas sintética a base de poliuretano y químicos especiales se aplican en todos los defectos observados tanto en la cara como en la trascara de los tableros, de acuerdo a la norma de clasificación existente en la planta luego pasan por el escuadrador donde su función es la de escuadrar los tableros, luego pasas por las lijadora donde se hacen los acabados a la superficie de los tableros por medios de bandas de lijas de distintos granos, accionados por rodillos determinando así el espesor final y la calidad superficial de los tableros luego ya listo el contrachapado pasa al empaque donde se asegura y protege mediante un embalaje adecuado a las chapas y tableros contrachapados producidos en la planta este empaque asegura protección ante el clima y faenas de manipulación durante los movimientos de carga y descarga en su traslado a los distintos mercados.

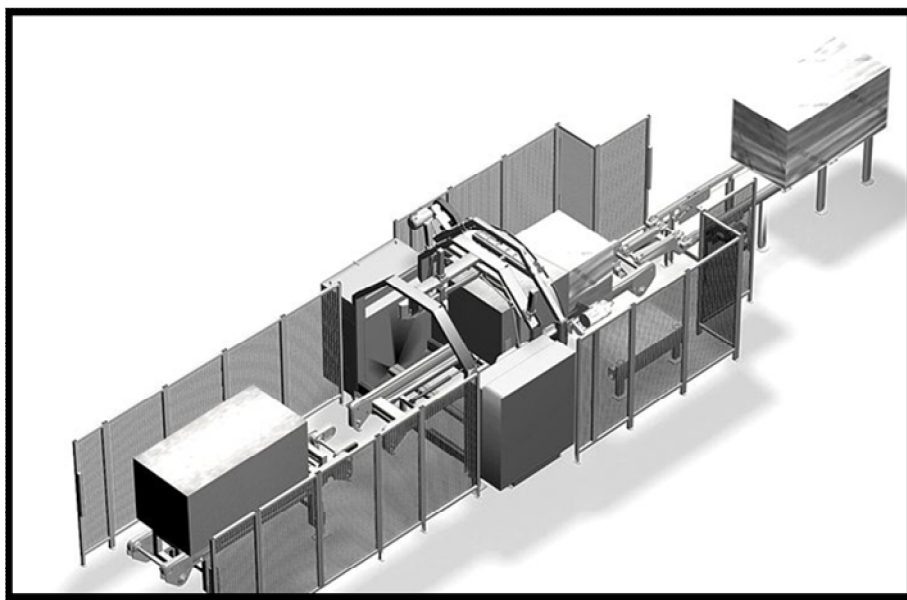


Figura N° 1.7: *Empaquetado producto final*

## Capítulo 2: Descripción del proceso y sus partes

Como se dijo en el capítulo anterior, las partes del proceso de fabricación de contrachapados son 7, Preparación de la Madera, Línea de Bobinado, Línea de Secado, Línea de Composición, Línea de Armado, Línea de Prensado y Línea de Terminación. Cada una de ellas compuesta por subprocesos como se muestra en la *Figura 2.1*.

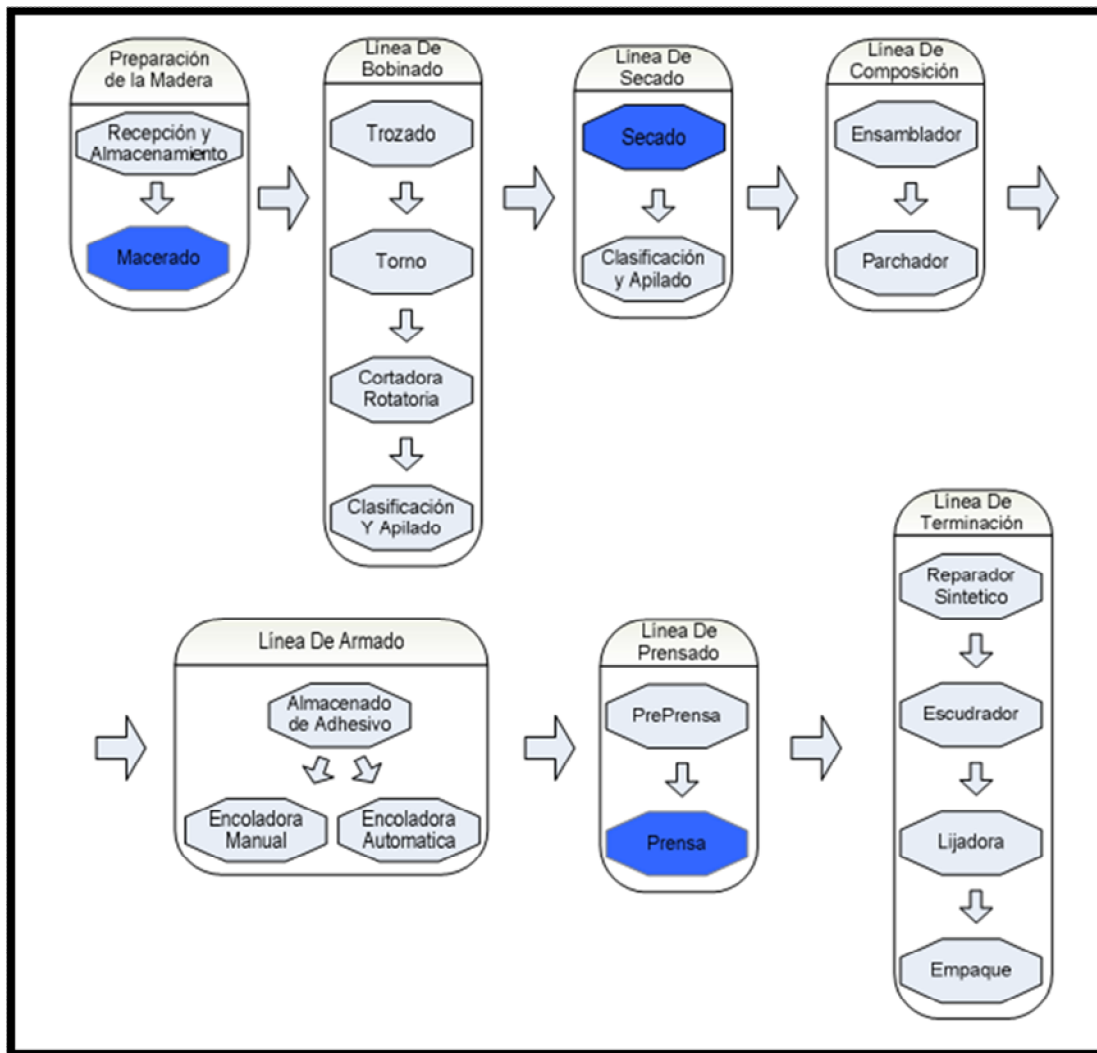


Figura N° 2.1: Detalle proceso de fabricación de contrachapados.

En la figura, se destacan los subprocesos donde interviene la línea de vapor y condensado.

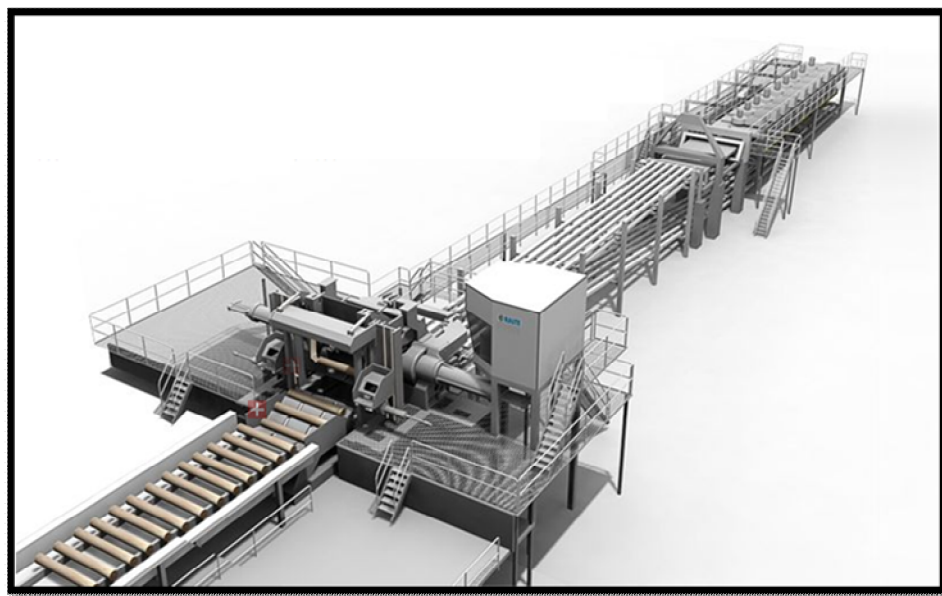
Estos procesos juegan un rol crítico en la operación de las etapas mencionadas. Dada la alta necesidad de efectividad y funcionalidad requerida para la línea de vapor y condensado, ésta no puede fallar bajo ninguna circunstancia. Por esto en caso de fallas se requiere de un sistema conocido, que permita al personal de planta su manejo adecuado, y pronto diagnóstico de posibles fallas.

Para un entendimiento más a fondo del proceso de vapor y condensado se pasará a describir en detalle a los procesos que lo componen.

## **2.1. PREPARACIÓN DE LA MADERA:**

### **2.1.1. Recepción y Almacenamiento:**

El principio de operación de esta etapa del proceso es recepcionar, clasificar, seleccionar y ordenar la materia prima de acuerdo a las especificaciones vigentes (Criterio Recepción de Rollizos) y en base a los programas de producción establecidos mensualmente. El control de la rotación de la madera es de acuerdo al sistema FIFO (First In, First Out) que contribuye a que las condiciones ambientales no alteren las propiedades físicas de la madera y se mantenga en las mejores condiciones de preservación al mantener controlada la rotación del stock, cabe destacar que los rollizos se recepcionan y almacenan sin corteza, lo que facilita la pérdida de humedad, aparición de hongos como los que generan la mancha azul y que más tarde producen degradación de la madera (Pudrición). Todos los ataques anteriores se disminuyen con la aspersión permanente de agua fría sobre la madera almacenada, manteniendo saturado el ambiente y eliminando una de las condiciones necesarias para la proliferación de los hongos que es el Oxígeno. La madera almacenada, luego será procesada en los Túneles de Macerado iniciándose así el proceso de Fabricación de Tableros Contrachapados.



*Figura N° 2.2: Proceso de descortezado de troncos.*

#### 2.1.2. **Macerado:**

El objetivo del proceso de Macerado es que se saturan las células con agua caliente (85°C) hasta su parte más interna con el fin de lograr su ablandamiento y aumentar la plasticidad de los Trozos. Este objetivo se logra a través del calentamiento paulatino de los trozos, alcanzando uniformemente la temperatura deseada en todo el largo y diámetro de éste, mediante la aplicación en forma de ducha de agua caliente a 85°C aprox., durante un periodo de 18 a 20 horas.

El tiempo de Macerado está determinado por la calidad y largo de los Trozos es por esta razón que siempre se alimenta un solo producto por cada Túnel y su descarga a las mesas de alimentación de los Tornos, se hace con el sistema de rotación FIFO.

Las condiciones de hermeticidad de cada túnel facilitan el Macerado, ya que aíslan la madera del medio ambiente que está más frío.



## 2.2. LÍNEA DE SECADO

### 2.2.1. Secado:

Este proceso busca la obtención de un secado de calidad y en el menor tiempo posible para ello.

Las chapas son previamente clasificadas según los siguientes parámetros: Contenido de humedad similar, dimensiones iguales (espesor, largo), similar calidad trozo. Además las chapas no deben tener grandes diferencias en sus fechas de producción.

El proceso comienza con la alimentación de chapas al transportador Almacenador, el cual cumple la función de almacenaje intermedio y la alineación de las pilas de chapas.

Después que el Transportador Almacenador ingresa las pilas, estas se posicionan sobre la plataforma de alimentación las que suben la pila hasta lograr la distancia adecuada entre la pila de chapas y el succionador, dicha distancia siempre se mantiene constante. Se debe emparejar la altura de las pilas de chapa para ser succionadas y alimentadas en cada uno de los niveles donde se transportan; dicha alimentación se produce cuando la chapa es levantada hasta los rodillos de alimentación los que la trasladan hasta el tope del distribuidor; en ese momento baja el rodillo presionador y pone en contacto la chapa con el rodillo de entrada, es ahí donde se produce la alimentación de las chapas a cada uno de los niveles del transportador de rodillos de entrada.

El ingreso a cualquiera de los niveles debe ser en orden para evitar sobreposiciones y desalineamientos de la chapa en el transporte por el interior del secador. La alimentación de chapas dependerá de la velocidad de secado y del largo de las chapas.

La cantidad de calor (temperatura) que se requiere para un determinado programa de secado se regula con la apertura o cierre de una válvula controladora de Temperatura (TCV), donde se determina el ingreso de vapor saturado a los radiadores del secador.

La transferencia de calor comienza con la inyección de vapor saturado en los radiadores, el aire que pasa a través de ellos se calienta generando un gradiente de temperatura al interior del equipo. Con esta temperatura se evapora el agua libre de la madera a la vez que el sustrato comienza a calentarse.

Producto de la pérdida de energía, el vapor se enfría y se transforma en condensado, el cual es recolectado en un ducto que lo lleva posteriormente al estanque acumulador.

La circulación de aire se consigue con los ventiladores, los que lo impulsan a través de cámaras presurizadas que acumulan el aire para distribuirlo por medio de las cajas chorro, donde se consigue una alta velocidad de circulación.

El aire se direcciona hacia la chapa a través de boquillas perforadas (toberas), de esta manera la madera en el transcurso de las secciones del secador van perdiendo paulatinamente su humedad por ambas caras en forma pareja.

El accionamiento principal del secador está equipado con un convertidor de frecuencia, lo que permite regular la velocidad de transporte de las chapas. Una cadena de accionamiento es la encargada de transmitir el movimiento a los rodillos de transporte interno en cada nivel que además cuenta con un sistema de lubricación automática para evitar desgastes y calentamientos producidos por el roce de metales.

La velocidad de secado en modo automático depende de la generación de chapa húmeda (% Re-Dry en medidor de humedad - controlador de velocidad), de la temperatura interna obtenida según la presión de vapor de suministro o de la regulación con potenciómetro desde la consola de operación.

El espesor de las chapas influye en forma proporcional en el tiempo de secado.

El aire de renovación para el proceso de secado de las chapas es tomado desde el exterior por las aberturas existentes entre los rodillos de alimentación y de salida del secador.

La humedad del aire del secador se mide con sensores de humedad, ubicados en las distintas zonas calientes. El sistema de control mantiene automáticamente el valor fijado de la humedad del aire dentro del secador, el cual se regula con la apertura y cierre del Damper de Principal y las ventilas locales que esta sobre el secador en los ductos de descarga. Existe la alternativa que esta regulación se haga en forma manual por el operador desde la consola de operación.

En el inicio y final del secador hay secciones de extracción de humo, cuya finalidad es expulsar a la atmósfera todos los gases (humos) generados por las altas temperaturas aplicadas a las chapas.

Luego del paso por las secciones calientes, las chapas son llevadas a la sección de enfriamiento para lograr obtener la temperatura de chapa de proceso.; en esta sección se impulsa aire del exterior que al entrar en contacto con las chapas calientes disminuyen la temperatura de esta, luego este aire caliente se elimina hacia el exterior. Son secciones conductos de admisión y descarga, con sus ventiladores respectivos y un damper que regula el flujo de admisión del aire.

Después de enfriadas las chapas salen del secador por un transportador de rodillos de seis niveles los que convergen en un transportador de cinta. No hay traslapes ni sobreposiciones en este punto por el control de las fotoceldas que regulan la salida de las chapas del transportador de rodillos al transportador de cinta.

El transportador de cinta conduce las chapas a la estación de cruce donde fotoceldas detectan la llegada de las chapas y con esta señal se levantan transportadores de cintas que cambian la dirección de transporte de las chapas en 90°. En general las secciones automáticas están destinadas a secar chapas enteras y los niveles manuales a procesar chapas aleatorias o chapas enteras de baja densidad.

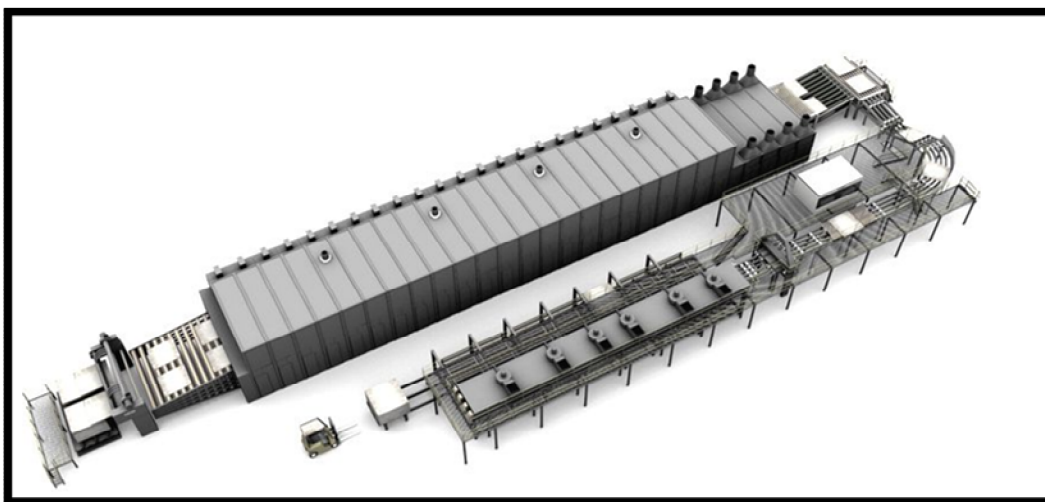


Figura N° 2.3: Proceso de secado de chapas.

## 2.3. LÍNEA DE PRENSADO

### 2.3.1. Pre-Prensado:

Este proceso cumple la función de efectuar la consolidación del tablero a través de la aplicación presión mediante prensas. A continuación se describe el proceso:

2.3.1.1. El traslado de los paquetes armados a través de transportadores de cadenas planas, con el fin de no destruir las chapas de las bases de las pilas. El movimiento se realiza en forma automática sincronizado por medio de fotoceldas que sirven de sensores de ubicación de los paquetes. Los pulmones neumáticos en el transportador de salida de encoladoras, permiten almacenar paquetes sin cambiar el sentido de avance de las cadenas, con eso evitan el movimiento extra de los paquetes y la destrucción de las chapas.

2.3.1.2. El traspaso desde el transportador de salida de las encoladoras hacia la traviesa n°1, se realiza por unos puentes de cadenas abatibles que posee la traviesa N° 1, y permiten suavizar el cambio de un transportador a otro y disminuir los riesgos de deterioro de la chapa de la base de los paquetes.

2.3.1.3. La traviesa tiene la opción de alimentar ambas pre-prensas, recorriendo por el riel que le permite posicionarse tanto en la descarga de los transportadores de las encoladoras como en la alimentación de las pre-prensas.

2.3.1.4. El traspaso del paquete desde la traviesa n°2.7.1, hacia el transportador de entrada de pre-prensa es por medio de un puente de cadenas abatibles que permiten disminuir el riesgo de daño de la chapa inferior del paquete. Las cadenas de transporte de la traviesa son planas con el mismo objetivo de cuidar la calidad de la chapa.

2.3.1.5. La alimentación a la pre-prensa también es a través de cadenas planas, una vez que el paquete está en el interior de la pre-prensa, se produce el proceso de pre-prensado.

2.4.1.6. El proceso de pre-prensado se efectúa por presión hidráulica a un máximo de 12 kg/cm<sup>2</sup> de superficie de tablero, el proceso es en frío y su objetivo es homogenizar la distribución de adhesivo en toda la superficie de la chapa, además permite consolidar el paquete de manera de sacar todas las bolsas de aire, permitiendo dar mayor vida al adhesivo y evitar que se seque prematuramente, con esto el manejo de los tableros en la entrada de la prensa es mucho más fácil.

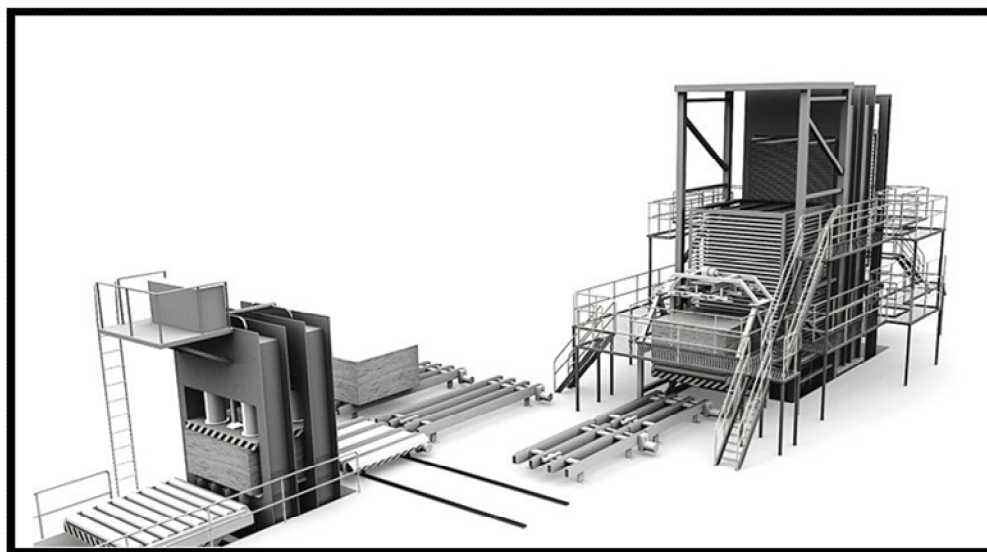
2.3.1.7. La fuerza es generada por una bomba hidráulica que bombea el aceite los 4 pistones, que mueven el plato superior de la prensa y ejerce una compresión del paquete. La presión aplicada varía de 6 a 8 [bar]. El tiempo de pre-prensado puede variar de 3 - 5 minutos, dependiendo de la condiciones del proceso.

2.4.1.8. La abertura máxima de los platos es de 1800 mm, la velocidad de cierre es de 100 mm/s y la velocidad de apertura es 75 mm/s. El tiempo de prensado es ajustable hasta 30 minutos.

2.3.1.9. Cuando el tiempo de pre-prensado se ha cumplido, el plato se abre automáticamente y el paquete es evacuado hacia el transportador de salida de la pre-prensa.

2.3.1.10. La traviesa N° 2, no cuenta con puentes de traspaso, ya que, el paquete luego de pre-prensado está bastante consolidado y pegado. Esta traviesa puede alimentar tanto la prensa N° 1 y prensa N° 2, dando flexibilidad al flujo de tableros.

## 2.3.2. **Prensado:**



*Figura N° 2.7: Proceso de prensado de chapas.*

Esta parte del proceso consiste en aplicar un prensado en caliente el cual tiene como objetivo acelerar las reacciones físico-químicas que conducen el fraguado. A continuación se describe el proceso:

2.3.2.1. La mezcla adhesiva fenólica, es el elemento que sirve de unión entre cada chapa que compone un tablero. Para asegurar un correcto y rápido fraguado de la resina dentro del tablero, es necesario que el tablero sea sometido a una cierta temperatura a una determinada presión durante un límite de tiempo. Son

estas tres variables que determinan un efectivo fraguado de la resina y por ende una buena calidad de adherencia entre cada chapa. El fraguado de la mezcla es irreversible y es producido por una polimerización del adhesivo el cual genera una adherencia estable en el tiempo.

2.3.2.2. Temperatura: el calentamiento de los platos de la Prensa se realiza con condensado proveniente del estanque de condensado, el cual ingresa a un cuadro de válvulas donde la Bomba de condensado lo impulsa hacia el Distribuidor que permite un ingreso constante y homogéneo de fluido a los Platos, generando así un calentamiento uniforme de estos. Este calor se transfiere a los tableros durante el ciclo de prensado. La temperatura favorece la penetración del adhesivo al disminuir la tensión superficial y genera la evaporación del solvente, con ello se aceleran las reacciones físico-químicas que conducen al fraguado de la mezcla adhesiva.

2.3.2.3. El Distribuidor, conduce el condensado a los Platos de la Prensa, mientras que el Colector del otro costado recibe el condensado que ha circulado por los Platos. Estos elementos se conectan a los Platos por medio de cañerías flexibles reforzadas con malla metálica.

2.4.2.4. Una vez que la temperatura pre-fijada se ha obtenido, la Válvula de Control regula el flujo, permitiendo así la salida de fluido en la proporción justa, para que la temperatura que esta seteada en el controlador se mantenga y la bomba recircule una cantidad que se mezcla con condensado externo con éste propósito. Si se requiere más temperatura, la Válvula de Control deja salir mayor cantidad de fluido, permitiendo de esta forma el ingreso de condensado a mayor temperatura desde la línea principal.

2.3.2.5. La temperatura de inicio de fraguado del adhesivo es 100 - 110° Celsius, por lo que el objetivo en la prensa, es que la línea del central del tablero llegue a los 100° Celsius, con esto asegura que el centro del tablero está completamente curado.

2.3.2.6. Luego la Presión es suministrada por la Unidad Hidráulica, que a su vez acciona el cargador, descargador y las Mesas de Levante de entrada y salida de la Prensa. La presión se transmite a los platos de la Prensa por medio de 4 cilindros o pistones de 254 mm de diámetro. La presión máxima de prensado sobre el producto es 15 [bar], pero puede variar entre 12 y 14 [bar], según el tipo de adhesivo, mientras que la presión hidráulica máxima es de 30 Mpa.

2.3.2.7. La presión permite un íntimo contacto entre las superficies a unir, elimina el aire y el exceso de adhesivo en la línea de cola, permite además que la resina fluya hacia el interior de la madera, de manera que los enlaces tengan un buen anclaje en el interior de las fibras de la madera. Cuando la presión es insuficiente sólo se logra un anclaje superficial y al ser muy alta se puede generar una sobre penetración de la cola en la madera. La velocidad de cierre de la prensa es de 273 mm/s y la velocidad de apertura es de 240 mm/s.

2.3.2.8. El tiempo de prensado está dado fundamentalmente en determinar la duración necesaria para que la línea central del tablero llegue a los 100° Celsius, para iniciar su proceso de curado. Conociendo ese tiempo se pueden construir las curvas de prensado para distintos tipos de tableros.

2.3.2.9. El tiempo permite además una buena evacuación de vapor de tablero, trabajando a menores presiones, de manera que no se generen defectos como tableros sopladados.

2.3.2.10. Cuando los tiempos son muy cortos, no se logra el fraguado de la resina, quedando una unión muy débil, al ser tiempos excesivos aumenta el riesgo de obtener tableros sopladados, pero además se pierde productividad al mantener bajo prensado un tablero ya curado.

2.3.2.11. El tiempo de prensado varía según la densidad de la madera, el contenido de humedad, el tipo de resina empleado, la distancia hasta la línea de cola más alejada de la fuente térmica y la temperatura de la prensa.



2.3.2.12. En definitiva existe un programa de prensado para cada espesor de tablero y tipo de mezcla adhesiva.

2.3.2.13. Los tableros pre-prensados son cargados uno a uno en el cargador de tableros, por medio del ascensor de carga.

2.3.2.14. El ascensor de carga se eleva por medio de un sistema hidráulico, y en la medida que va subiendo el operador va cargando los tableros. Este tiempo de carga debe ser suficiente para que cuando termine el ciclo de prensado de la carga que está en los platos, la nueva carga de tableros esté preparada para entrar, así no se generan pérdidas de tiempo en el sistema.

2.3.2.15. Los alineadores que posee el cargador, permiten que los tableros entren al interior de los platos de la prensa ordenados, evitando choque de los tableros con las estructuras del cargador o de la prensa.

2.3.2.16. Cuando la carga está completa, el cargador se ha cerca a la prensa, para prepararse a cargar los platos, el tiempo de acercamiento debe ser lo más cercano al término del ciclo de prensado, para no exponer los tableros a temperaturas que pueden secar el adhesivo prematuramente.

2.3.2.17. Una vez que la prensa se abre, se introducen las bandejas del cargador en el interior de los platos, llevando sobre ella los nuevos tableros y con el extremo de la bandeja empuja los tableros ya prensados, optimizando los tiempos de carga y descarga, llegando a 1 minuto por cada ciclo.

2.3.2.18. Cuando la bandeja está en el interior de los platos, se accionan los topes de retención de tableros, los cuales sujetan el canto del tablero y permite que las bandejas salgan hacia atrás y sólo queden los nuevos tableros en el interior de la prensa.

2.3.2.19. Inmediatamente la prensa debe ser cerrada, para evitar que la resina se seque al contacto con los platos calientes. El tiempo de cierre es de 12

segundos, accionado por una bomba de gran caudal, una vez que la prensa se cierra, entra en funcionamiento la bomba de presión, la cual mantiene la presión que se ha fijado para el ciclo de prensado.

2.3.2.20. Con la Prensa cerrada, comienza la fase de aumento de presión y el aceite es bombeado hacia los cilindros por las bombas de alta presión. Las bombas paran tan pronto como el valor de presión prefijado es alcanzado. El sistema de control regula que la presión sea mantenida con la ayuda de una válvula direccional en orden de mantener la presión de los cilindros a los valores fijados. Cuando la presión prefijada es alcanzada, dos transductores de posición lineal regulan el espesor de compresión. En caso que el espesor exceda el valor prefijado, la fase de alta presión continúa hasta alcanzar el valor de espesor prefijado.

2.3.2.21. El programa de presión tiene varias ventajas: se obtiene un espesor uniforme del tablero, el margen de lijado es mínimo, el número de tableros rechazados es reducido, la tensión del tablero es apropiada y se tiene un mejor aprovechamiento de la materia prima.

2.3.2.22. La presión de prensado se define en dos etapas, alta presión y baja presión dentro del mismo ciclo, donde la alta presión es un 70% de ciclo total, y su objetivo es asegurar el curado de las líneas centrales de los tableros. Posteriormente la presión decrece para ir evacuando los vapores generados por la liberación de agua de la resina.

2.3.2.23. Los tableros que son descargados uno a uno por medio de las correas de salida, son mojados por ambos lados, fundamentalmente para igualar humedades y liberar tensión superficial, logrando con ello, evitar deformaciones y torceduras que se denominan warping.

2.3.2.24. Los tableros son apilados y ordenados por los alineadores longitudinales y transversales.

2.3.2.25. Los rodillos de salida son gravitacionales y poseen unos frenos neumáticos que permiten almacenar hasta 3 paquetes en el transportador.

2.3.2.26. Los tableros son evacuados por la grúa horquilla y almacenados durante varios días para lograr una buena homogenización de humedad y estabilidad dimensional. Estos paquetes son almacenados con cargas de concreto, manteniendo los tableros planos y rectos.

## 2.4. PROCESOS DONDE INTERVIENE LA LÍNEA DE VAPOR Y CONDESADO

Ya que el proceso presente en la sala de Vapor N°1 es pequeño, con poca instrumentación asociada y solo un controlador Delta-V haciendo control, la mayoría de las variables relacionadas con los procesos de macerado, secado y prensado solo se monitorean para su visualización en HMI en panel de operador y en terreno. Referirse al *Anexo A: Diagrama P&ID* donde se muestra el P&ID de la sala de Vapor N°1, destacando la instrumentación y el control asociado a este. El proceso del vapor que llega desde el turbogenerador lo realiza el *estanque de condensado*. Es importante destacar también que el proceso de Vapor y Condensado realiza control de temperatura, de presión y de nivel.

Para una referencia más clara en cuanto a los valores de proceso de las variables controladas y/o monitoreadas, referirse al *Anexo B: Plano HMI*.

### 2.4.1. Macerado:

Al realizar la extracción del condensado del vapor que llega desde el turbogenerador, se tiene como resultado agua a alta temperatura, alrededor de 174°C, parte de esta se utiliza para el proceso de macerado en donde como ya se dijo, es aplicada agua caliente en forma de ducha a los troncos en túneles individuales durante un periodo de 18 a 20 horas.

En este proceso solo se monitorean las variables de temperatura y presión de entrada de condensado mediante TI-9010 y PI-9015 respectivamente, y de temperatura y presión en el retorno de condensado mediante TI-9021 y PI-9022 a la línea de vapor y condensado,

tanto TI-9010, PI-9015 como TI-9021 y PI-9022 son vistas solo en terreno. Existe un segundo retorno de condensado que puede ir de vuelta al turbogenerador o bien de vuelta a *Macerado*, esto lo decide el controlador de temperatura TIC-9011 que controla el grupo de válvulas 9011A, 9011B y 9011C.

#### 2.4.2. **Secado:**

Para la obtención de un secado de calidad y en el menor tiempo posible las chapas deben ser cargadas y previamente clasificadas según los siguientes parámetros:

- ✓ Contenido de humedad similar,
- ✓ dimensiones iguales (espesor, largo),
- ✓ similar calidad de trozo.

La cantidad de calor (temperatura) que se requiere para un programa de secado se regula con la apertura o cierre de una válvula controladora de Temperatura (TCV), independiente al proceso de Vapor y Condensado, donde se determina el ingreso de vapor saturado a los radiadores del secador.

La transferencia de calor comienza con la inyección de vapor saturado en los radiadores desde el Turbogenerador, el aire que pasa a través de ellos se calienta generando un gradiente de temperatura al interior del equipo. Se monitorea la temperatura, presión y el flujo de llegada de vapor mediante TI-9003 PI-9002 y FI-9001 respectivamente, normalmente a 19[bar] de presión, 250°C y con un flujo de 50.4 [t/h<sup>5</sup>], donde también se monitorea el envío de este a otro sector de la planta mediante PI-9001. Posteriormente este vapor pasa a un atemperador que se encarga de disminuir la temperatura a 207.1°C y luego a un Separador de Gotas<sup>6</sup> que se encarga de eliminar la humedad del vapor, quedando esta cerca de un 99.8%, porcentaje suficiente para la realización de un secado exitoso. Luego se monitorea la temperatura de entrada al área de secado mediante TI-9005.

---

<sup>5</sup> [t/h]: Toneladas por Hora.

<sup>6</sup> **Separador de Gotas:** Separación de gotas o nieblas micrónicas o submicrónicas contenidas en una corriente de vapor. Se basa en la separación por fuerza centrífuga, inercia, impacto o movimiento browniano.

Con esta temperatura se evapora el agua libre de la madera a la vez que el sustrato comienza a calentarse.

Producto de la pérdida de energía, el vapor se enfría y se transforma en condensado, el cual es recolectado en un ducto que lo lleva posteriormente al estanque de condensado.

#### 2.4.3. **Prensado:**

Las Prensas deben ser calentadas con el condensado proveniente del *estanque de condensado* el cual ingresa por la bombas de cada línea que permiten un flujo homogéneo y constante.

Este condensado circula hasta otro colector donde es enfriado. Debe llegar a las prensas a una temperatura de 174°C para luego aplicar presión a la chapas y acelerar las reacciones fisicoquímicas que conducen el fraguado de la mezcla adhesiva.

En este proceso solo se monitorean las variables de temperatura de salida del condensado mediante TI-9045 y TI-9041, y se controlan la bombas BOM-001, BOM-002, BOM-003, BOM-004 que hacen ingresar el condensado a la planchas de prensado.

### 2.5. **VAPOR Y CONDENSADO LÍNEA 1**

El proceso consiste en la distribución de vapor y condensado a 3 aéreas muy importantes de la planta, dada esta dependencia y las características de proceso intermedio que este posee, su funcionamiento óptimo es crítico.

Es de mucho interés el reducir al máximo las posibilidades de falla y dado que no es posible predecir fallas se deben prever los puntos vulnerables del sistema. Es así como este proceso se convierte en una parte vital de la operación de la planta y por tanto de la producción de paneles.

Tanta importancia tiene este proceso que de ocurrir una detención de este las repercusiones en los niveles de producción de paneles alcanzarían cerca del 50%,

ocasionando pérdidas millonarias. Dados los tiempos de respuesta actuales, es posible que una falla referente al sistema Delta-V no sea reparada hasta por 3 días.

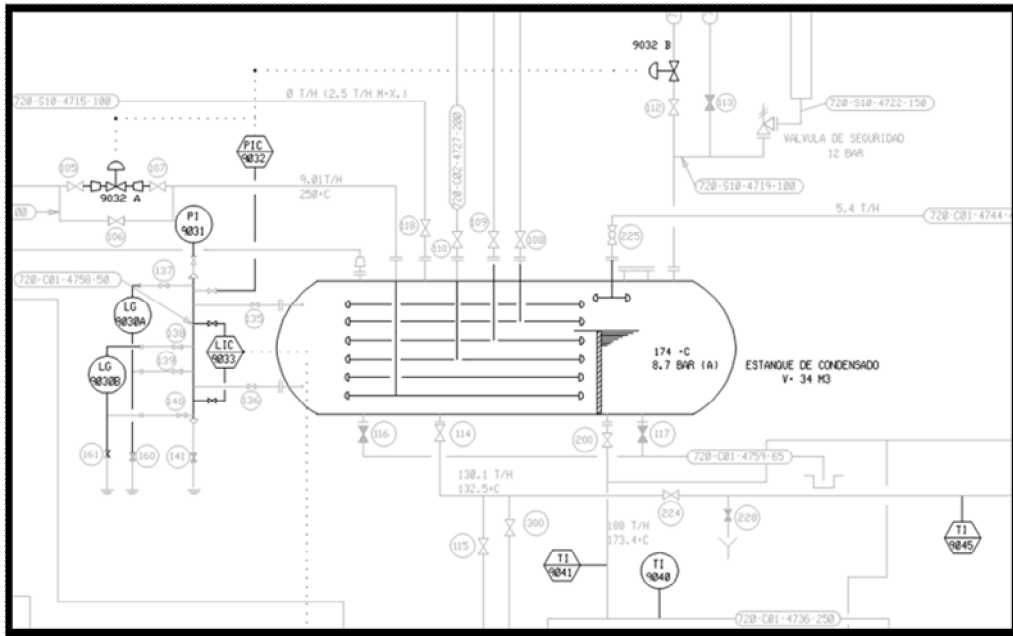


Figura N° 2.10: Vista parcial P&ID proceso de Vapor y Condensado, estanque de condensado.

En la figura se puede observar el plano de la línea L1 de vapor y condensado el cual es controlado mediante Delta V, este proceso suministra de vapor y condensado a los subprocesos de Macerado, Secado y Prensado.

### 2.5.1. Sistema de control:

El sistema de control utilizado en la línea 1 de vapor y condensado es un DSC (sistema de control distribuido) encabezado por el controlador diseñado por Fisher-Rosemount Delta-V para el control de la línea de vapor N°1, este controlador además monitorea las variables finales de control de los subprocesos de Macerado, Secado y Prensado. En el capítulo 3 se detalla el sistema de control y del procesamiento realizado por el controlador con mayor detalle.

El controlador Delta-V es considerado para aplicaciones de gamma alta, siendo capaz de manejar una gran cantidad de variables en una red distribuida de control en conjunto con otros controladores.

Una de las características más innovadoras de este controlador, es que su funcionamiento deja atrás al ciclo de verificación de entradas/salidas, conocido como “Ciclo de Scan”, presentando un nuevo tipo de lectura de entrada/salidas en el que estas mismas “avisan” al controlador que han cambiado el valor leído, descongestionando de esta forma las redes de instrumentación presentes y optimizando de manera drástica situaciones que para los tradicionales PLCs serían imposibles de llevar a cabo.

Es importante destacar que Delta-V es un controlador de muy alta tecnología, y que sus fabricantes pretenden con él estandarizar por un lado la instrumentación existente en sus bases de datos, y por otro extender la capacidad “plug and play” de los instrumentos que se patrocinen en conjunto con el dispositivo.

La presencia de este controlador en una planta indica un alto nivel tecnológico que supone técnicas muy avanzadas de control. Por otro lado al estar dedicado a la realización de control muy complejo y para una gran cantidad de variables, su mantención, configuración y operación, deben ser realizados por un especialista, lo que acarrea costos y pérdidas de tiempo innecesarios en un área tan pequeña como lo es la de *vapor y condensado*.



Fig

ura N° 2.11: Delta V.

## **Capítulo 3: Detalles del proceso de vapor y condensado**

En el presente capítulo se describe la instrumentación, comunicación y equipos asociados al control Delta-V que maneja el proceso de vapor y condensado.

Este controlador se ubica físicamente un piso más arriba del proceso en una sala eléctrica llamada Sala Eléctrica N°1. Por otro lado el proceso de vapor y condensado, se localiza en la sala llamada Sala de Vapor N°1, en ella está instalada la mayoría de la instrumentación asociada al Delta-V, y es donde este cumple la función de controlador.

Ya que se desea evaluar alternativas al control mediante Delta-V, es muy importante conocer las características de la comunicación existentes, considerando por sobretodo los protocolos que se utilizan a nivel de arquitectura DCS actualmente en la Planta Paneles. La alternativa deberá ser completamente compatible con ella, siendo esta la principal característica para que una solución sea considerada.

### **3.1. PROCESO**

El proceso consiste en el control de 3 variables, temperatura, presión y nivel en un menor grado. Referirse a los *Anexos A y B* para mayor detalle en cuanto al control, la función y la instrumentación.

#### **3.1.1. Temperatura**

El control y monitoreo de temperatura se encarga básicamente de 2 tareas; Mantener las temperaturas de entrada a los procesos de Macerado, Prensado y Secado, en el rango de 140°C a 190°C, esto dado que es importante mantener el vapor de entrada a estos proceso en su condición de sobrecalentado, para así lograr con facilidad una vez que este salga de las tuberías, la separación de partículas de agua de las de aire; monitorear la temperatura de entrada de vapor desde el



turbogenerador para mantener la temperatura en el estanque de condensado superior a los 150°C. A esto contribuye también la acción de un Atemperador que se encarga de bajar los niveles de temperatura en caso de que sea necesario.

### 3.1.2. **Presión**

El control y monitoreo de presión es crítico dentro del proceso, ya que de este depende mantener la presión dentro del estanque de condensado en niveles que no representen un riesgo para la planta ni para el personal, en este caso a 9 [bar].

Cabe mencionar que este estanque es de grande dimensiones, por lo que su riesgo potencial es muy alto, debido a esto el proceso cuenta con una salida directa de vapor a la atmosfera mediante chimenea, para así disminuir los niveles de presión en casos de emergencia.

### 3.1.3. **Nivel**

El control de nivel está asociado al estanque de vapor, y se encarga de mantener el nivel de vapor del estanque dentro de los límites, permitiendo en casos de exceso retornar vapor al turbogenerador para reducir los costos asociados al turbogenerador ya que a pesar de que los procesos de Planta Térmica y de Planta Paneles están muy entrelazados, Planta Térmica cobra por la entrega de vapor, siendo este retorno de vapor un factor de ayuda importante en los gastos de la Planta Paneles.

### 3.1.4. **Otros**

Otros elementos presentes en el proceso que si bien son muy importantes, no consisten en elementos de control ni de sensaje, estos son el atemperador y el separador de gotas, el primero asociado al intercambio de calor del vapor sobrecalentado para la mantención de la temperatura de entrada a los Secadores. El separador de gotas se encarga de retirar toda la humedad del vapor sobrecalentado

mediante una pantalla de vidrio donde el vapor “choca” y así gracias a la gravedad separa el agua del aire caliente, siendo este ultimo el necesario en los secadores.

### 3.2. LAZOS DE CONTROL

A continuación se muestran los lazos de control presentes en todo el proceso, estos consisten en su mayoría de pocos instrumentos y/o elementos finales de control, haciendo de este un proceso relativamente simple y pequeño, pero sin embargo de vital importancia para procesos de gran envergadura como lo son los de *macerado*, *prensado* y *secado*.

Tabla N° 3.1: Lazos de control, tag y función.

Lazo	Descripción de servicio		
	Instrumento	Descripción del Instrumento	
<b>9001</b>	<b>FLUJO DE VAPOR DESDE EL TURBOGENERADOR</b>		
	FT	Transmisor de flujo tipo dP	
	PT	Transmisor de presión	
	TT	Transmisor de temperatura	
<b>9002</b>	<b>INDICACION DE PRESION DE VAPOR DEL TURBOGENERADOR</b>		
	PI	Manómetro	
<b>9005</b>	<b>TEMPERATURA DE VAPOR SATURADO A SECADORES</b>		
	TT	Transmisor de temperatura	
<b>9010</b>	<b>INDICACION DE TEMPERATURA DEL CONDENSADO A MACERADO</b>		
	TI	Termómetro	
<b>9011</b>	<b>TEMPERATURA DE CONDENSADO A MACERADO</b>		
	TT	Transmisor de temperatura	
	TV	Válvula de Control	
	TV	Válvula de Control	
	TV	Válvula de Control	
<b>9015</b>	<b>PRESION DE DRENAJE DE BOMBA VC1-BOM-005</b>		
	PI	Manómetro	
<b>9020</b>	<b>TEMPERATURA DE CONDENSADO DESDE MACERADO</b>		
	TT	Transmisor de temperatura	
<b>9021</b>	<b>INDICACION DE TEMPERATURA DE CONDENSADO DESDE MACERADO</b>		
	TI	Termómetro	
<b>9022</b>	<b>INDICACION DE PRESION DE CONDENSADO DESDE MACERADO</b>		
	PI	Manómetro	
<b>9025</b>	<b>RETORNAR FLUJO DE CONDENSADO</b>		
	FT	Transmisor de flujo tipo dP	
<b>9026</b>	<b>INDICACION DE PRESION DE CONDENSADO DE RETORNO</b>		
	PI	Manómetro	
<b>9027</b>	<b>INDICACION DE TEMPERATURA DE CONDESANDO DE RETORNO</b>		
	TI	Termómetro	

<b>9030</b>	<b>NIVEL DEL ESTANQUE DE CONDENSADO VC1-TKS-011</b>	
	LG	Vidrio de nivel
	LG	Vidrio de nivel
<b>9031</b>	<b>INDICACION DE PRESION DE ESTANQUE DE CONDENSADO VC1-TKS-011</b>	
	PI	Manómetro
<b>9032</b>	<b>PRESION DE ESTANQUE DE CONDENSADO VC1-TKS-011</b>	
	PT	Transmisor de presión
	PV	Válvula de control
	PV	Válvula de control
<b>9033</b>	<b>NIVEL DE CONDENSADO EN ESTANQUE VC1-TKS-011</b>	
	LT	Transmisor de nivel
	LV	Válvula de control
<b>9040</b>	<b>INDICACION DE TEMP. DEL CONDENSADO A LA BOMBA DE PRESION</b>	
	TI	Termómetro
<b>9041</b>	<b>TEMPERATURA DEL CONDENSADO A LA BOMBA DE PRESION</b>	
	TT	Transmisor de temperatura
<b>9042</b>	<b>PRESION DE DRENAJE DE LA BOMBA VC1-BOM-002</b>	
	PI	Manómetro
<b>9045</b>	<b>TEMPERATURA DE CONDENSADO DE LINEA DE RETORNO DE PRENSA</b>	
	TT	Transmisor de temperatura
<b>9049</b>	<b>PRESION DE DRENAJE DE LA BOMBA VC1-BOM-002</b>	
	PI	Manómetro

Una característica importante de los elementos finales de control es que la gran mayoría soportan Foundation Fieldbus y Hart (excepto los posicionadores de las válvulas que solo soportan Hart), haciendo plausible la posibilidad de un cambio en el bus de campo por Hart. Para información más detallada en cuanto a datos de los instrumentos referirse al *Anexo C: hojas de datos instrumentación actual*.

### 3.3. BUSES DE CAMPO

Debido a la compatibilidad de Foundation Fieldbus con Delta V de Emerson, toda la instrumentación se encuentra conectada mediante éste, es así como la mayor parte de esta forma una red mediante Foundation Fieldbus. Por otro lado, Profibus DP también está presente en una menor escala en el proceso de vapor y condensado, y no por eso menos importante, jugando un rol en el control de bombas, secadores, ventiladores y motores en general.

Dadas las altas prestaciones que presenta la utilización de estos dos buses de campo, se planea hacer uso de la mayor cantidad de los elementos existentes posible, siendo la instrumentación y los buses de campo los más deseables de conservar.

El bus de campo utilizado en la arquitectura DCS es Profibus DP, mediante éste se interconecta la mayoría de los PLCs y módulos controladores Delta-V que operan en la Planta Paneles.

Gracias a la arquitectura maestro-esclavo que utiliza Profibus, es posible anidar varios nodos de control, facilitando así el decomisionado de variables y el control de estas por cada nodo.

En muchas secciones de la planta se puede encontrar PLCs haciendo control y comunicando variables a otros nodos Delta-V o directamente al nodo principal. Las marcas de PLCs presentes varían mucho, siendo algunos de los más usados, los modelos de Simatic S7-400 de Siemens y en segundo lugar ControlLogix de Rockwell Automation. Todos conectados ya sean por Profibus o por Ethernet.

A nivel de instrumentación se encuentra en gran medida Foundation Fieldbus, formando redes de sensores interconectados, que transmiten información de estado junto con los valores de las mediciones y/o acciones que efectúan, siendo esta una de las prestaciones importantes que no se desean perder.

Para el control de bombas y motores, se concentra la información de llegada de los Contactos Auxiliares<sup>7</sup> en un modulo esclavo Profibus DP marca *Bekhoff*<sup>8</sup> para ser enviada al Delta-V mediante Profibus DP.

Existe también la llegada de señales de otras áreas de la planta como se menciona en el *Capítulo 3 sección 3.4.3 módulos C05 y C06*. Estas son áreas que no dependen de la Sala de Vapor N°1, y que contribuyen con datos importantes para el mejor manejo del proceso.

---

<sup>7</sup> *Contactos Auxiliares*: Indican el estado de los contactores de activación de las bombas

<sup>8</sup> *Modulo esclavo Profibus DP marca Bekhoff*: Modulo especial que convierte varias señales digitales de entrada en una salida Profibus, ahorrando así el cableado.

La llegada de estas variables es mediante Profibus DP desde un PLC Simatic S7-400 en el caso de ambos módulos.

### 3.4. CONTROL

Actualmente el control de la sala de vapor y condensado de la línea 1 se encuentra operado por el equipo de control distribuido DCS Delta-V, físicamente ubicado encima de la sala da Vapor N°1:



Figura N° 3.1: Delta V, y módulos Foundation Fieldbus y Profibus DP.



Figura N° 3.2: Delta-V, módulos de entrada/salida análogos y digitales

En el siguiente esquema se muestra la arquitectura de control del proceso de vapor y condensado con todas sus partes, apoyado mediante el *Anexo B*.

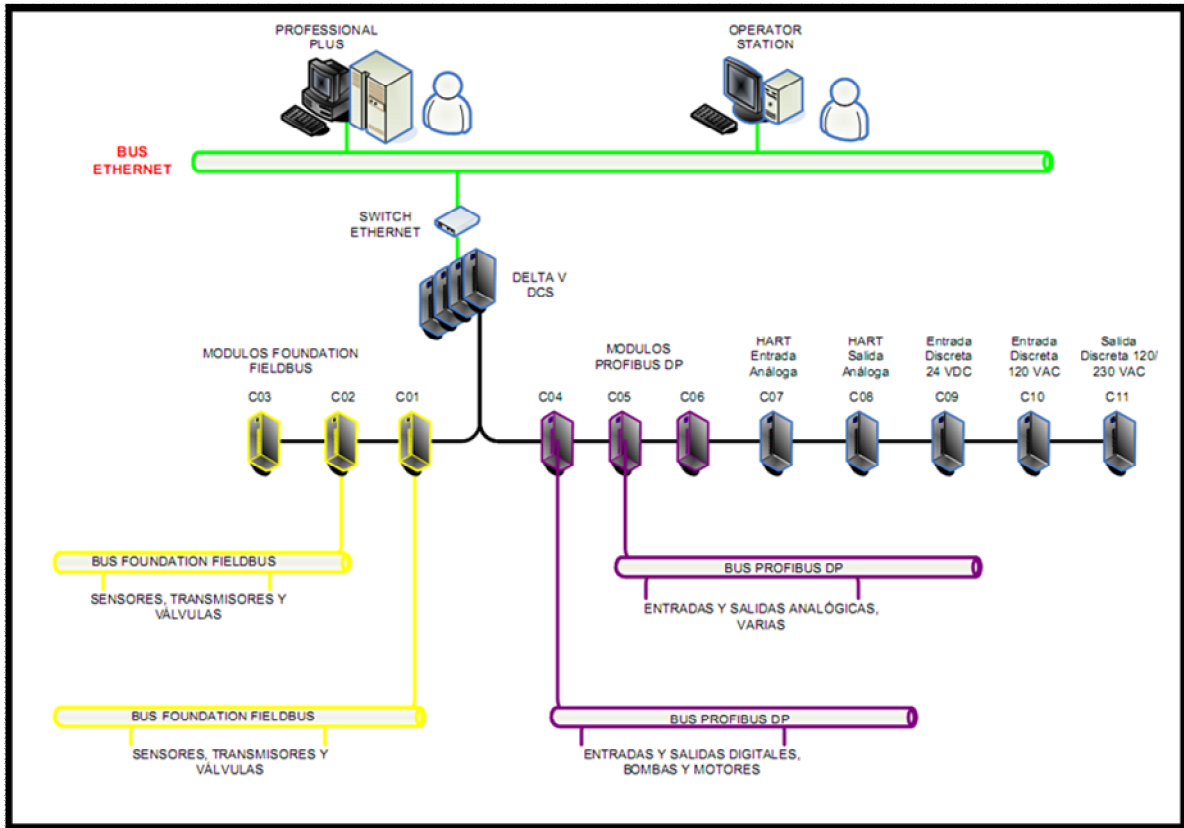


Figura N° 3.3: Arquitectura de control controlador Delta-V.

Como se puede observar en el esquema del controlador Delta-V, este cuenta con los siguientes módulos:

- Módulo Controlador.
- Módulos Fieldbus series 2 H1
- Módulos Profibus serie 2 H1
- Modulo Hart Analog-In Serie 2
- Modulo Hart Analog-Out Serie 2
- Módulo Discrete-in (24VDC) Dry Contact Serie 2
- Módulo Discrete-in (120VAC) Isolated
- Módulo Discrete-Out (120/230 VAC) isolated

A continuación se describen las características generales y la instrumentación asociada a cada uno de los módulos.

#### 3.4.1. **Módulos Controladores:**

Los controladores del Delta-V soportan avanzadas estrategias de control. Estas pueden ser redundantes si el cliente lo desea (El control de área de vapor y condensado no es redundante).

El controlador al ser conectado se identifica automáticamente en la red, en donde la estación de trabajo delta-V le asigna una dirección y permite que la información del controlador esté disponible para todos los nodos de la red de control.

#### 3.4.2. **Módulos Fieldbus series 2, H1:**

Este modulo se comunica digitalmente con los dispositivos de campo mediante el protocolo de comunicación industrial Foundation Fieldbus. Con este modulo se puede acceder a la información de dispositivos inteligentes obteniendo su diagnostico, auto calibración y monitoreo del dispositivo entre otros.

Como se puede observar en la *Figura 3.1* el controlador Delta-V cuenta con 3 módulos Fieldbus y donde cada uno tiene una instrumentación asignada como se describe a continuación.

##### *Módulo C01:*

Modulo destinado a la comunicación con la red de sensores y actuadores ubicada en la sala de Vapor N° 1, en ella se encuentra toda la instrumentación mostrada en la siguiente figura.

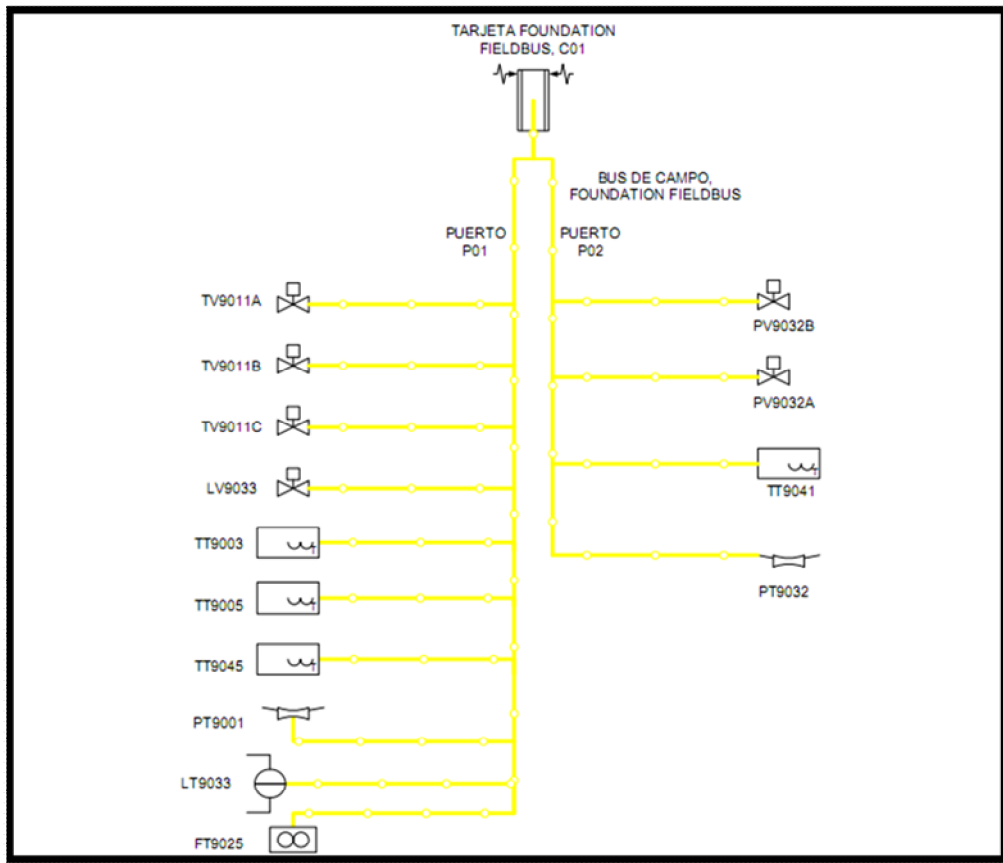


Figura N° 3.4: Esquema de instrumentación asociada al modulo FF C01.

Para mayor detalle en la función de cada instrumento referirse a la *Sección 3.2*

*Módulo C02:*

Como se puede apreciar este modulo corresponde a la continuación del bus anterior.



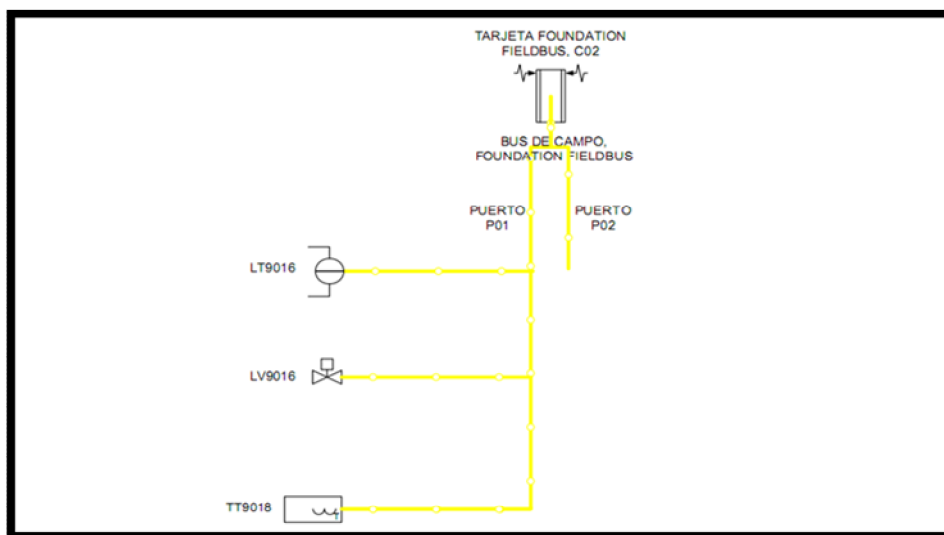


Figura N° 3.5: Esquema de instrumentación asociada al módulo FF C02.

### Módulo C03:

No tiene instrumentación asociada.

### 3.4.3. Módulos Profibus-DP, series 2, H1:

Este modulo se comunica digitalmente con los dispositivos de campo mediante el protocolo de comunicación industrial Profibus-DP. Este modulo es fácil de usar e instalar.

Una de las características principales de este modulo es que permite fácil integración al centro de control de motores y accionamientos evitando así extensos cableados con sus respectivos costos de instalación.

Como se puede observar en la *Figura 3.1* el controlador Delta-V cuenta con 3 módulos Profibus-DP y donde cada uno tiene una instrumentación asignada como se describe a continuación.

**Módulo C04:**

Este modulo es la puerta de entrada/salida de las señales de las bombas que impulsan el vapor a las distintas áreas que lo requieren, por ende la comunicación Profibus-DP se encuentra asociada a los contactos auxiliares que indican el estado de los contactores encargados de activar las bombas en distintas aéreas de la planta. Señales de estado RUN y FAIL se reciben de las 6 bombas pertenecientes a la sala de Vapor N°1 y de una bomba y un CLT que provienen de un proceso muy pequeño que no se encuentra operativo ubicado en el área 410 de la planta y que consiste en el monitoreo de agua industrial a alta temperatura. Se envían además señales de partida “CMD” a estos 8 motores.

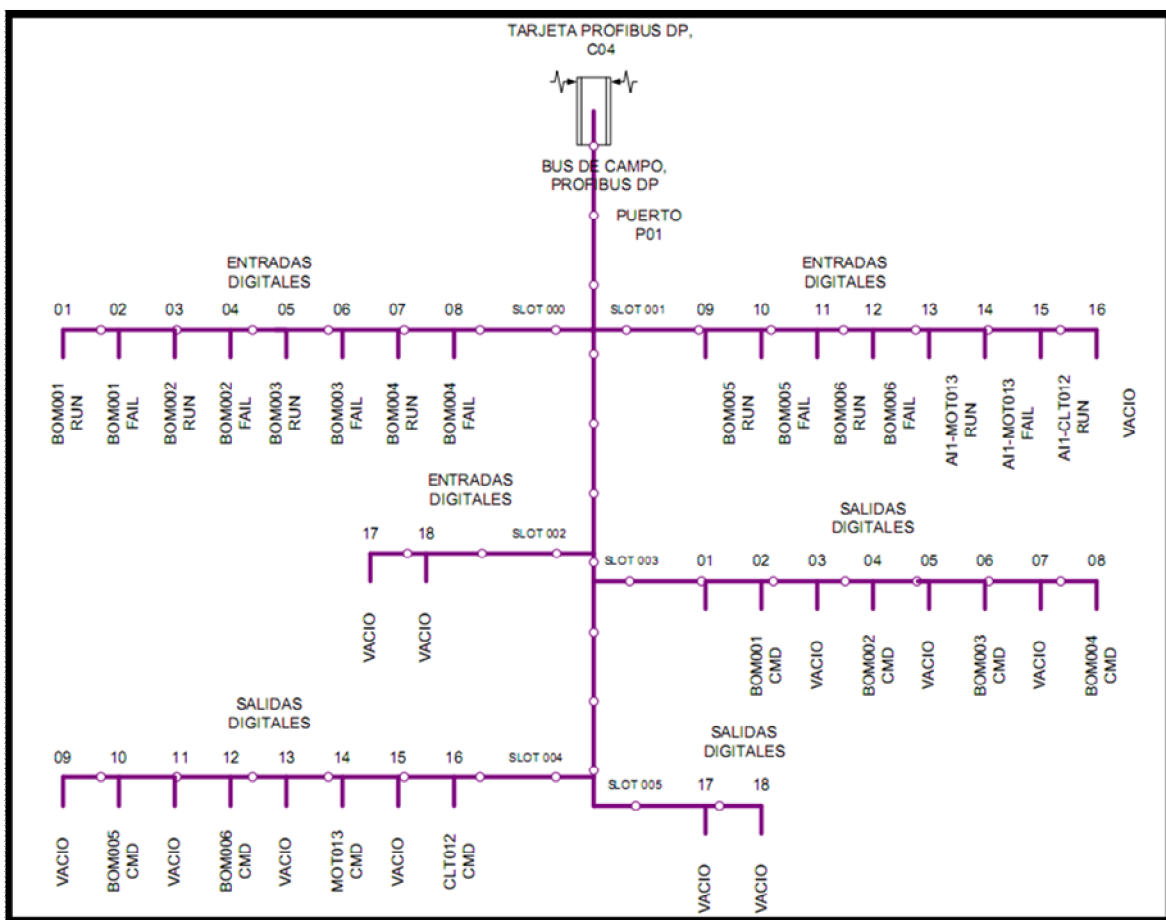


Figura N° 3.6: Esquema de instrumentación asociada al módulo Profibus DP C04.

La señales digitales de entrada/salida de este modulo son convertidas previamente por un modulo de 24 VDC a Profibus DP marca BEKHOFF modelo BK3120.

**Módulo C05:**

Este modulo se encuentra asociado a variables provenientes de otros sitios de la planta Paneles alejados físicamente de la sala de Vapor N°1. Estas señales son enviadas por un PLC Siemens S7-400, CPU 414-2 ubicado en la sala Eléctrica N°3. Dentro de las variables recibidas, se encuentran las pertenecientes a las áreas 465 Turbogenerador, 470 Línea vapor y condensado, 410 Agua industrial y 314 Cámaras de macerado.

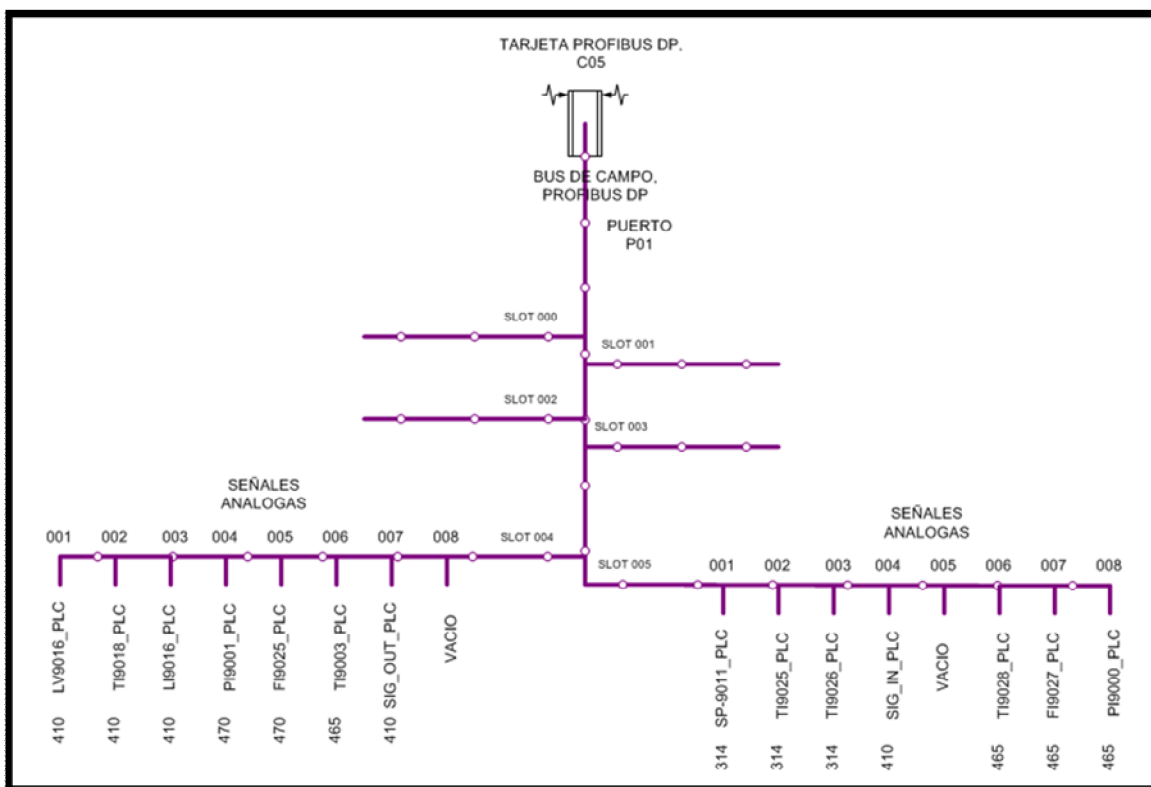


Figura N° 3.7: Esquema de instrumentación asociada al módulo Profibus DP C05.

La llegada de estas señales a este nodo tiene que ver con la necesidad del operador de monitorear condiciones de proceso de estas otras áreas, con este propósito es que se crea esta entrada para su visualización junto con información

interna para el funcionamiento correcto de la indicación que hace el PLC mediante las entradas SIG\_OUT<sup>9</sup> y SIG\_IN<sup>10</sup>.

**Módulo C06:**

Este modulo recibe información de un estanque de agua tratada perteneciente a la red de incendio. Las señales de llegada se utilizan para su monitoreo de estado en la oficina del jefe de turno. A estas acompañan señales de indicación de nivel bajo y muy bajo, junto con una alarma.

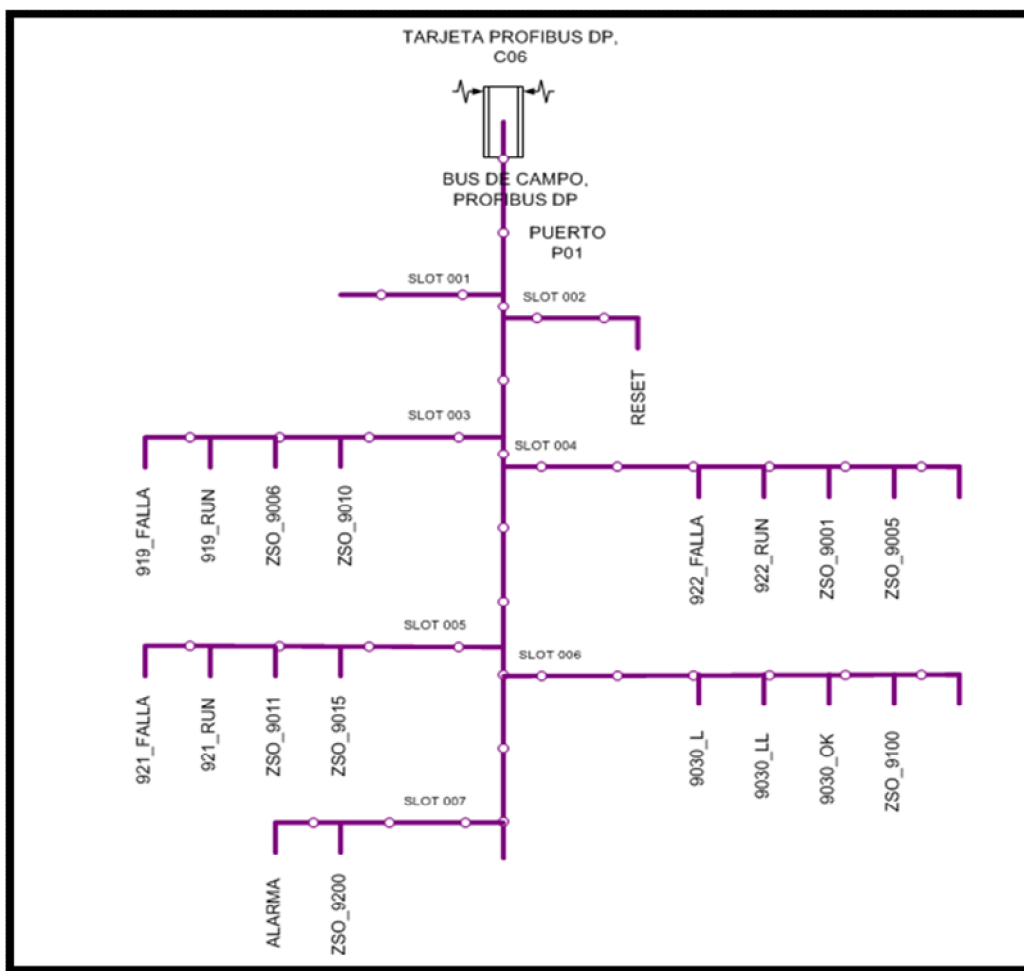


Figura N° 3.8: Esquema de instrumentación asociada al módulo Profibus DP C06.

<sup>9</sup> Sign Out: fin de sesión del PLC o del usuario a la red DCS mediante identificación apropiada.

<sup>10</sup> Sign In: inicio de sesión del PLC o del usuario a la red DCS mediante identificación apropiada.

3.4.4. **Módulo Hart Analog-In Series 2:**

*Módulo C08:*

Este modulo no está activado y no tiene dispositivos asociados.

3.4.5. **Módulo Hart Analog-Out Series 2:**

*Módulo C09:*

Este modulo no está activado y no tiene dispositivos asociados.

3.4.6. **Módulo Discrete-in (24 Vdc) Dry Contact Series 2:**

*Módulo C10:*

Este modulo recibe información de los contactores auxiliares, indica el estado de los interruptores manuales de las bombas (HSM) de el proceso del área 410 Agua Industrial, de las fuentes que alimentan el rack y de los interruptores de temperatura muy alta.

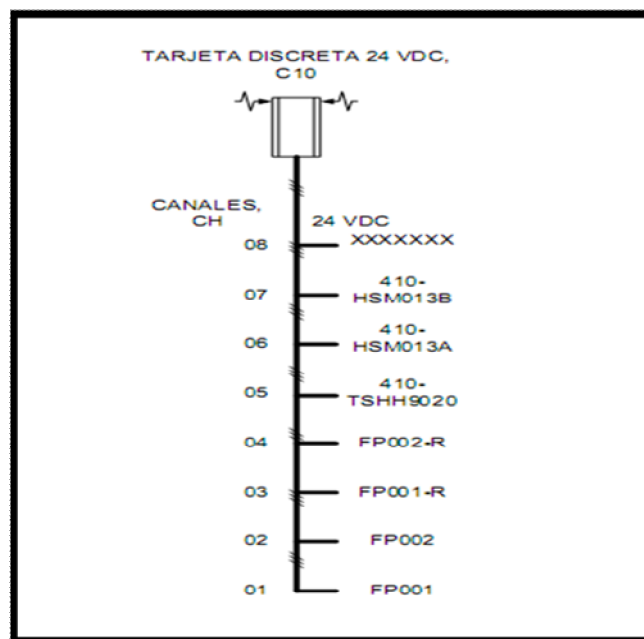


Figura N° 3.9: Esquema de instrumentación asociada al modulo Discreto 24Vdc.

**3.4.7. Módulo Discrete-in (120 Vac) Isolated:**

*Módulo C11:*

Este modulo no está activado y no tiene dispositivos asociados.

**3.4.8. Módulo Discrete-Out (120/230 Vac) isolated:**

*Módulo C12:*

Este modulo no está activado y no tiene dispositivos asociados.

Dentro de la sala eléctrica N°1 se encuentra el computador central que va enlazado al controlador Delta-V mediante el protocolo Ethernet. Este computador contiene la base de datos centralizada del proceso como también la estrategia de control mediante una programación orientada a objetos.

Además esta estación contiene un conjunto de funcionamientos de diagnóstico y herramientas de ingeniera para ver el procedimiento completo del proceso.

## **Capítulo 4: Análisis de la situación actual**

En el siguiente capítulo se exponen los aspectos analizados para asentar las bases del estudio.

### **4.1. ANÁLISIS SITUACIONAL**

A continuación se exponen los puntos que hacen necesario este estudio.

#### **4.1.1. Exclusividad de los servicios y proveedores:**

Dado que el sistema Delta-V es relativamente nuevo en Chile, son muy pocas las empresas contratistas que se han arriesgado a trabajar con él, y por lo tanto son pocos los que están capacitados a hacer mantenciones e instalaciones del sistema de control Delta-V.

El principal, si no el único, proveedor de Delta-V en Chile y Argentina es INECO, empresa contratista encargada actualmente de las mantenciones y actualizaciones relacionadas con Delta-V en la plantas Arauco.

Este tipo de “exclusividad” que posee INECO sobre la marca le permite fijar costos elevados en comparación con otras empresas contratistas que trabajan con marcas similares.

#### **4.1.2. Personal especializado:**

La planta Paneles no cuenta con profesionales capacitados para la mantención del equipo de control Delta-V y es por esta razón que ante cualquier falla del sistema de control deben recurrir a la Empresa Contratista INECO, lo que implica retrasos en la línea de producción y gastos adicionales por los servicios requeridos. Estos gastos se pueden observar en la *Tabla 4.1*.

También debido a que no existe personal capacitado en el sistema Delta-V no se puede modificar la programación del controlador y por ende no se pueden incluir o eliminar variables al proceso.

#### 4.1.3. **Accesibilidad del operador:**

Una de las características del sistema Delta V es que tiene la capacidad de trabajar con múltiples estaciones de trabajos. La funcionalidad y el uso de aplicaciones para cada estación de trabajo están determinados con sus respectivas licencias.

El problema radica en que cada estación de control y por tanto cada operador tiene cierta cantidad de privilegios y restricciones, la estación de control principal se encuentra distante de la línea N°1 de vapor y condensado, por ende si el operario que se encuentra en terreno desea modificar una variable por ejemplo el set point de una válvula este debe solicitar a la estación principal los cambios requeridos, resultando en un trabajo más engorroso de lo necesario.

#### 4.1.4. **Poca factibilidad de recambio:**

Dado que la instrumentación presente posee una específica relación de modelo y fabricante con el controlador Delta-V, no existen alternativas de cambio, cada vez que ocurran fallos en la instrumentación, esta deberá ser reemplazada exactamente por el mismo modelo.

El esquema de programación Delta-V posee como una de sus grandes prestaciones la identificación de toda la instrumentación gracias a la capacidad del bus Foundation Fieldbus de transferir información acerca del modelo del instrumento, por lo que esta es incluida durante la programación y configuración del sistema. Esta situación si bien favorable, presenta una desventaja al momento de falla, ya que requiere la existencia de instrumentación de repuesto no solo de las mismas características sino que también del mismo modelo y versión que la que se va a reemplazar, de lo contrario se deberá contratar



los servicios del contratista encargado de la mantención para una reconfiguración del sistema Delta-V.

#### 4.1.5. Sistema Ciego

En la planta paneles existe una red Ethernet de información de todos los PLCs Siemens presentes en la planta, esta red llega al taller de electro-control donde mediante un PG marca Siemens se monitorean, editan y modifican las variables contenidas en los programas presentes de estos PLCs. El problema radica en que el PG solo cuenta con las licencias para ver los programas de PLC Siemens y es por esto que el controlador Delta-V no se puede modificar ni monitorear desde la sala de electro-control lo cual implica que el técnico encargado tiene que acudir a la sala de vapor y condensado a monitorear las variables.

#### 4.1.6. Tiempo de respuesta ante falla

Siendo tal vez uno de los aspectos más críticos, el proceso actual implementado con control mediante Delta-V posee una enorme latencia en los tiempos de respuesta a eventualidades, debido principalmente a 3 factores:

- Lejanía del contratista
- Poco conocimiento del sistema
- Servicios del contratista disponibles solo en días de semana

Dada la situación mencionada, es muy importante sopesar las repercusiones que esto puede traer. En primer lugar, dada la importancia del proceso, este no puede detenerse ya que implicara una disminución de cerca del 50% de la producción.

#### 4.1.7. Costos de Mantenimiento

Como se menciono anteriormente el sistema de control Delta-V es dependiente de la empresa contratista INECO. Esta tiene un contrato con la empresa Paneles Arauco donde están acordados los precios de mantenimiento del equipo Delta-V los cuales se detallan a continuación.

Tabla N° 4.1: Planilla de costos mantención Delta-V.

CATEGORÍA	Cantidad	Precio Total UF \$
DESCRIPCIÓN		
<b>Precios Por especialista</b>		
Día especialista Delta-V, Modalidad contrato mantención	1	12
Extra Especialista Delta-V	1	2,4
Adicional Especialista Delta V	1	1,4
Día especialista instrumentación Foundation Fieldbus	1	7
Contrato especialista instrumentación Foundation Fieldbus	1	0,7
Extra Especialista Fieldbus Foundation	1	1,4
Adicional Especialista Foundation Fieldbus	1	0,9
<b>Contrato de Mantención</b>		
Contrato Mantención Anual, Especialista Delta-V + Especialista Instrumentación Foundation Fieldbus	1	456
Contrato Mantención Mensual Especialista Delta-V + Especialista Instrumentación Foundation Fieldbus	1	38
<b>Contrato de Mantención por parada de planta</b>		
Contrato Mantención Anual Especialista Delta-V + Especialistas Instrumentación HART y Foundation Fieldbus + Especialista Instrumentación Foundation Fieldbus	1	594
Contrato Mantención Mensual Especialista Delta-V + Especialistas Instrumentación HART y Foundation Fieldbus + Especialista Instrumentación Foundation Fieldbus	1	49,5
<b>Resumen Contrato de Mantención Mensual más Parada de Planta</b>		
Contrato de Mantención	1	456
Contrato de Mantención por parada de planta	1	594
	<b>Total Anual</b>	1050
	<b>Total Mensual</b>	87,5

En base a la problemática de control, mantención y costos planteada y en consideración con el tamaño del proceso y por su naturaleza vital en cuanto a operación y su simplicidad en el control, la empresa se plantea el cambio en el control de este, manteniendo el esquema de control pero con el objetivo de mejorar las falencias, disminuir los costos asociados a la mantención y reducir los tiempos de latencia en la calibración y pruebas manuales que se puedan hacer, implementando un nuevo control mediante alguna arquitectura más familiar y más accesible al personal de la planta.

- ✓ Minimizar los costos de mantención
- ✓ Mejora en el manejo del sistema

La minimización de los costos será permanente, esta consistirá en la eliminación de los costos asociados a la mantención del Delta-V a cargo de una empresa contratista externa.

Las mejoras en el manejo aportaran simplicidad a los procesos de mantención facilitando el acceso a la programación y reprogramación de la lógica de control.

#### 4.2. **ANÁLISIS DE CAUSA-EFECTO**

En base al análisis del estado actual de la situación presente, y mediante el método de árbol de causa y efecto se determinaron las siguientes causas:

- Falta información acerca del sistema
- Falta de personal especialista en Delta-V
- Dependencia de Ineco

Por otro lado los efectos más importantes:

- Poca confiabilidad
- Altos costos de mantención
- Alta latencia en tiempos de respuesta
- Acceso limitado

Finalmente se determino que el poco conocimiento y soporte limitado, consisten en el problema principal.

## **Capítulo 5: Aspectos generales**

En este capítulo se describen en términos generales los aspectos más relevantes a tener en cuenta en el presente estudio.

Esta sección permite enmarcar la situación que engloba la realización del estudio para este proyecto, enfatizando los puntos de interés para la empresa y para el proyecto en sí. De esta forma se trazan las directrices que regirán la realización de este estudio.

### **5.1. IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS Y COSTOS**

En el marco que rodea a este escenario resaltan 2 principales costos asociados al proceso de vapor y condensado:

- ✓ Costos asociados a la mantención periódica de los equipos.
- ✓ Costos asociados a la reparación de fallas o instalación de nuevos equipos.

Como es de esperar, al tratarse de un equipo de altas prestaciones, como lo es Delta-V, se deben asumir costos muy elevados dada la alta categoría en que este se encuentra y el poco conocimiento que hay acerca de esta tecnología en Chile. Generando lo que la empresa ve como un gasto innecesario y una complejidad adicional a un proceso relativamente sencillo.

Los beneficios corresponden en su mayoría a los que están relacionados con la poca mantención del área, no necesariamente debido a la presencia de la implementación Delta-V.

Por otro lado se tiene un valor de salvamento para la tecnología Delta-V

Los beneficios que aportara la realización de este proyecto son varios, y requieren de una presentación adecuada a través de los objetivos que se pretenden cumplir y de las necesidades que se pretenden satisfacer. En las siguientes secciones se exponen las necesidades presentes, los factores críticos y las falencias que se espera eliminar.

Para la obtención de precios industriales de lo cotizado, cuyo proveedor asegure la certificación bajo las normas de la empresa, de seguridad OHSAS-18000 y de medio ambiente ISO-14001, la mejor fuente de información fue la base de datos de la empresa Arauco SAP (*Systeme, Anwendungen und Produkte*), que contiene la información de casi toda la instrumentación y artículos de control, maquinarias, repuestos, accesorios, etc. presentes en todas las plantas que Arauco posee, junto con información de pedido y costo de referencia.

## 5.2. CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS POR LA EMPRESA

En esta sección se analizan las características que deberá cumplir el controlador que reemplazará al controlador Delta-V.

Por otra parte existe la opinión del personal de la empresa, en esta sección se verán los puntos de vista ofrecidos por los miembros del Departamento de Electro-control en conjunto con operadores de la planta cuya función habitual está relacionada al proceso de vapor y condensado en la sala de Vapor N° 1. Estas son:

- ✓ Uso de tecnología Siemens S7-400
- ✓ Mejoras en el manejo en tiempo de diseño
- ✓ Minimización de costos de operación actuales
- ✓ Rendimiento igual o mejor
- ✓ Reducción de tiempos perdidos debido a fallas

## 5.3. NECESIDADES A SATISFACER

En conjunto con la empresa Paneles Arauco se impusieron ciertos requisitos para la sustitución del equipo Delta-V en favor de no encarecer mucho las cotizaciones. A continuación se definen los límites de permisividad impuestas por la empresa y el proceso.

Se establece:

**Crítico:** Comunicación dentro del esquema de control, si esto no fuere posible se descartara la opción de inmediato.

**Crítico:** Mantener la mayor cantidad de la instrumentación asociada al proceso de vapor y condensado.

**Crítico:** Mantener las prestaciones; HMI, restricciones de acceso, tiempos de respuesta.

**Muy Importante:** Mantener la retroalimentación de información de estado asociada a cada instrumento. Si esto no fuere posible se evaluara la opinión de la empresa en cuanto a posibles prestaciones que pueda ofrecer la alternativa en reemplazo.

**Importante:** Minimizar cambios de protocolo a nivel de motores. Si esto no fuese posible se evaluara la opinión de la empresa en cuanto a posibilidades de reutilización de los equipos.

**Importancia baja:** Mantener protocolo de comunicación a nivel de instrumentación. Si esto no fuere posible deberá justificarse a través de la factibilidad técnico-económica, o por prestaciones equivalentes o adicionales.

Un aspecto Crítico es aquel que no pueda ser pasado por alto, y desde Muy Importante hasta de Baja importancia aquellos que podrían ser justificados.

#### 5.4. **TECNOLOGÍA SIEMENS S7-400**

Dada la familiaridad con este sistema, es muy deseada por la empresa la implementación de este proceso mediante esta tecnología.

En la actualidad el sobrecargado régimen de trabajo limita en demasía el tiempo muerto de los trabajadores, impidiendo la realización de capacitaciones y otras tareas de menor importancia en comparación con las continuas mantenciones y acelerado ritmo de fallas que ocurren en una planta de esta envergadura.

Se espera que con la implementación de tecnología S7-400 los tiempos de mantenciones y tareas regulares que se realizan en torno a la línea de vapor y condensado disminuyan dada la antes mencionada familiaridad con el sistema. Cabe destacar que es muy bajo el índice de conocimiento del sistema Delta-V en el taller de electro-control.

#### 5.5. MANEJO EN TIEMPO DE DISEÑO

Dado el caso anteriormente expuesto, la falta de conocimiento del sistema Delta-V es un inconveniente. Esta situación repercute directamente en los tiempos de revisión, monitoreo, y reparación de fallas en el sistema, ya que el desconocimiento obliga a la detención de toda la línea en la espera por el soporte externo.

Es por tanto muy importante la compensación de estos tiempos mediante mejoras asociadas al tiempo de diseño en el sistema.

#### 5.6. MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN

Los costos de operación actuales consisten principalmente en los asociados a la mantención que proporciona INECO, cuyos costos se especifican en la *Tabla 3.2: Planilla de costos de mantención Delta-V*. Es importante destacar que el control Delta-V en la planta es el único que recibe este tipo de mantención, y el único que no está a cargo de los departamentos de mantención eléctrica por el desconocimiento y desconfianza en el sistema.

El cambio de PLC se evidencia en este punto dado los costos de mantención de que posee INECO. Cualquier cambio que mantenga prestaciones y disminuya costos será deseable.



### 5.7. RENDIMIENTO

El rendimiento del sistema está directamente ligado al rendimiento de los 3 procesos de macerado, secado, y prensado.

Puesto que la detención de cualquiera de las líneas mencionadas anteriormente supondría la detención de la producción, se establece que el sistema debe mantener su rendimiento o mejorarlo.

### 5.8. REDUCCIÓN DE TIEMPOS PERDIDOS

Los tiempos perdidos ocasionados por fallas estarán ligados a los tiempos de respuesta del personal de INECO, ya que ningún funcionario de la planta está capacitado para la reparación ni el diagnóstico de fallas.

Esta situación es inaceptable, ya que una falla en la línea de vapor supone la detención de toda la producción de la planta Paneles, hasta que se repare la falla.

Se hace importante la compensación de esta situación dados los riesgos que presenta para la producción el depender de un controlador que se desconoce.

### 5.9. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Se plantea el estudio de alternativas de control que cumplan con los mismos objetivos que satisface en la actualidad el control implementado mediante Delta V.

El estudio comprenderá el análisis de factibilidad técnico-económica de las soluciones que se consideren adecuadas, para la sustitución del controlador.

### **OBJETIVO GENERAL**

Encontrar una alternativa viable desde el punto de vista técnico y económico solucionando así la problemática actual con el controlador Delta-V.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir en base a los resultados del estudio de factibilidad técnico-económica, cuál es la solución más apropiada para resolver la problemática del proceso de Vapor y Condensado en la Línea L1.
- Determinar el tiempo óptimo de inversión logrando así el menor costo de inversión.

#### **5.10. PRESTACIONES**

Los servicios que se obtendrán al finalizar la implementación del proyecto deberán ser los siguientes:

- ✓ Topología de control similar
- ✓ Características de operación similares
- ✓ Mejores prestaciones al momento de realizar mantenciones
- ✓ Velocidades similares.
- ✓ Prestaciones de instrumentación similares.
- ✓ Mejoras de acceso a la programación.
- ✓ Familiarización del personal con el sistema.
- ✓ Disminución en los costos de mantención.

#### **5.11. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Dada la situación mostrada, en que la empresa carece de personal capacitado para programar y/o diagnosticar situaciones potenciales de riesgo, una alta vulnerabilidad de la producción frente a una falla en el sistema Delta-V, junto con las características de costos asociadas a la empresa contratista, es de interés para la empresa buscar posibilidades de mejora.

El proyecto posee la capacidad de suplir ambas necesidades y mejorar la situación actual. A través de la implementación, se buscará mejorar o mantener las prestaciones con respecto al control, facilitando las mantenciones y por ende agilizando los procesos de mantención y de diagnóstico de fallas.

#### 5.12. **METODOLOGÍA**

La metodología que se emplea en el análisis corresponde a la indicada por el Ministerio de Planificación (MIDEPLAN), “Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Reemplazo de Equipos”. El documento especifica la mejor forma de evaluar ventajas entre varias soluciones alternativas entre sí, y que no generan un ingreso o beneficio directo ni una mejora de capacidad con respecto a la situación actual, sino más bien una renovación o reposición en los equipos.

El esquema del estudio y evaluación será el siguiente:

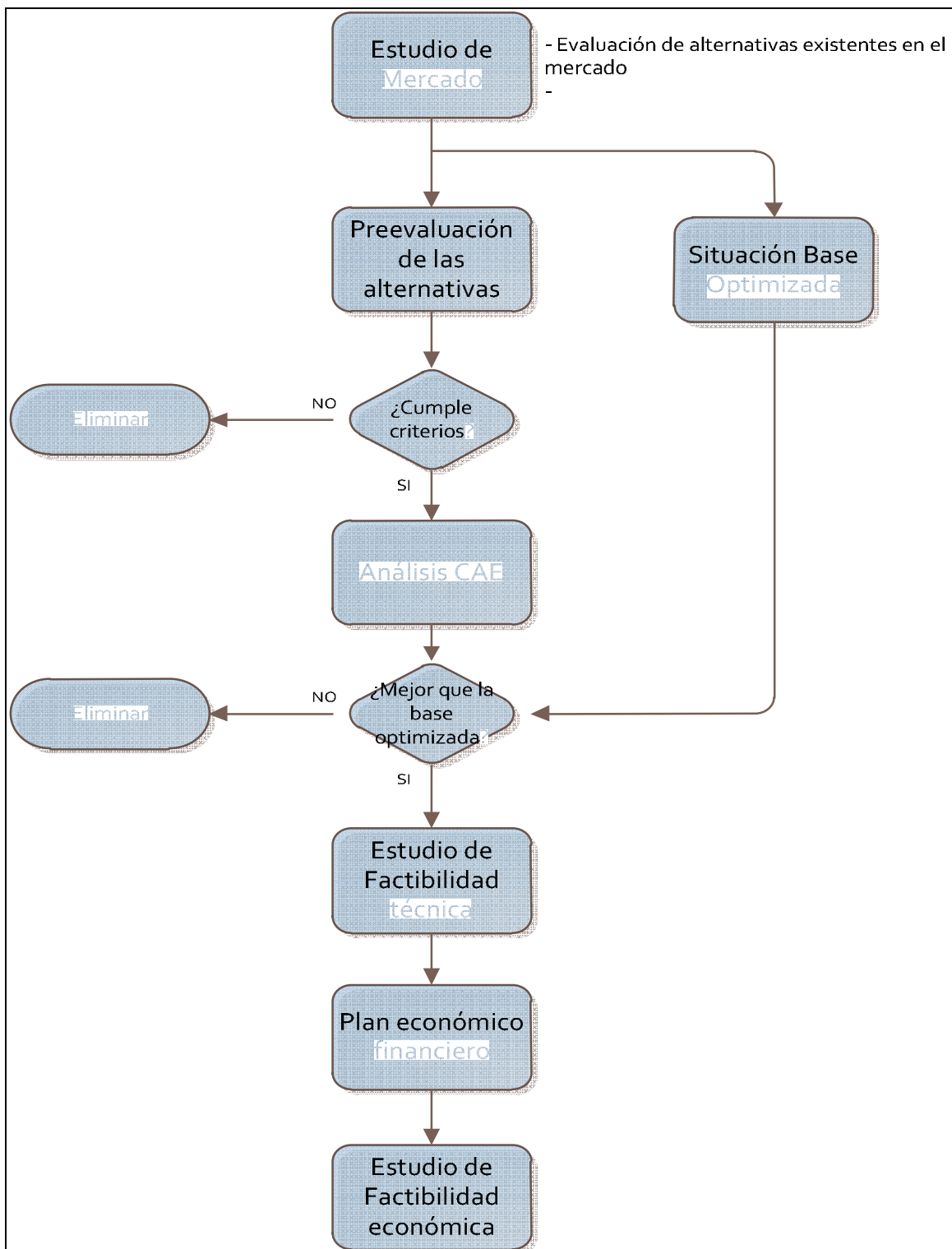


Figura 5.1: Estructura del estudio

## **Capítulo 6: Mercado**

Este proyecto se caracteriza por no poseer un mercado ya que no consiste en un producto ni un bien comercializable, por tanto los aspectos de mercado relevantes consisten en el análisis de competencias entre proveedores y las posibilidades de sustitutos.

### **6.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL SECTOR.**

#### **6.1.1. Los proveedores**

En el estudio de alternativas PLC se enfrenta un enorme mercado, con una amplia gama de modelos y marcas capaces de cumplir los requerimientos del proceso en cuestión.

En base a las características generales de cada solución y considerando las cualidades más relevantes se seleccionaran soluciones de acuerdo a dos tipos de orientación:

- ✓ Orientadas a integrarse con la topología actual de bus de campo presente en la instrumentación de sala de vapor y condensado.
- ✓ Implementación de una topología de bus de campo nueva y acorde a la que requiera la solución, y que por ende requiera del reemplazo de la instrumentación total o parcial.

Siendo descartadas las alternativas que no cumplan las características requeridas para encajar en alguna de las opciones mostradas.

Los proveedores aptos para su análisis en este estudio son los siguientes:

- Schneider
- Rockwell Automation
- Siemens

Dentro del análisis de las posibles marcas a utilizar, se debe considerar un aspecto muy importante, y es la competencia.

La competencia juega un rol de poder de negociación de diversas maneras, suben precios, desmejoran calidad, restringen el crédito, imponen condiciones más severas de pago, etc.

#### 6.1.2. **Los sustitutos**

La presencia de sustitutos en el mercado juega un rol muy importante, limitando el rango de precios, y limitando por otro lado la rentabilidad y crecimiento del sector.

El mercado provee de una gran cantidad de PLC enfocados a cumplir la tarea que se desea estudiar, algunas de ellas dominan gran parte del mercado, como lo es Siemens gracias a su gran renombre y familiaridad en el rubro, de cerca le sigue Allen Bradley mostrando un gran incremento de ventas en los últimos años.

En cuanto a los buses de campo, su uso está delimitado por la marca de PLC que se elija, y en parte es determinante la actual instrumentación mediante bus de campo presente en la sala de vapor y condensado. Esto elimina la opción de elección de un bus cualquiera y por tanto de un PLC cualquiera para la implementación deseada, reflejando una complejidad en la elección de plcs y en la búsqueda de compatibilidad con los buses actualmente en uso.

A continuación se presentan los controladores preseleccionados, con sus características respectivas.

#### **SCHNEIDER:**

Línea de PLC y control distribuido mediante la gamma de PLC MODICON, que comprende los modelos:

- Modicon Quantum – 140
- Modicon Premium – TSX 57

**ROCKWELL AUTOMATION:**

Línea de PLC Allen Bradley para lógica de control de procesos y control distribuido

- ControlLogix
- CompactLogix

**SIEMENS:**

Línea de PLC SIMATIC, para aplicaciones de lógica de control y control distribuido

- S7-400
- S7-300
- S7-200

**6.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUSTITUTOS****6.2.1. Schneider:**

Schneider Electric ofrece una amplia gama de soluciones a los distintos problemas de control de la industria. A pesar del poco conocimiento y uso de la línea de PLCs Modicon en Chile, estos no se quedan atrás, proponiendo una línea de PLCs donde incluso se puede programar en lenguaje C y hasta utilizar la lógica difusa.

**Arquitectura**

Los buses de campo más utilizados por la línea de PLCs Schneider son:

- **Ethernet TCP/IP:** Es un estándar para la implementación de interconexiones en redes industriales abiertas que admite la transmisión de mensajes en tiempo real de E/S como el intercambio de mensajes.
- **Modbus:** Modbus puede implementarse sobre cualquier línea de comunicación serie y permite la comunicación por medio de tramas binarias o ASCII con un

proceso interrogación-respuesta simple. Debido a que fue incluido en PLCs Modicon en 1979, ha resultado un estándar de facto para el enlace serie entre dispositivos industriales. Modbus Plus define un completo bus de campo basado en técnica de paso de testigo. Se utiliza como soporte físico el par-trenzado o fibra óptica. En la actualidad Modbus es soportado por el grupo Schneider.

- **Fipio:** El bus FIPIO es un bus industrial abierto conforme a la norma FIP. FIP es impulsada por fabricantes y organismos industriales franceses. FIPIO fue creado por Telemecanique. El bus permite que se conecten hasta un máximo de 127 agentes. La dirección 0 está reservada al gestor y la dirección 63 a la terminal de programación. El bus permite la gestión como máximo de 32 agentes por segmento de bus. Velocidad de transmisión del bus es de 1Mbit/segundo.
- **Profibus DP:** En Profibus DP se distingue entre; maestro clase 1 (estaciones de monitorización y diagnóstico), maestro clase 2 (elementos centralizadores de información como PLCs, PCs, etc.), esclavo (sensores, actuadores). Prescinde de los niveles ISO 3 al 6 y la capa de aplicación ofrece una amplia gama de servicios de diagnóstico, seguridad o protecciones. Es una capa de aplicación relativamente compleja debido a la necesidad de mantener integridad en el proceso de paso de testigo (solo 1 testigo).
- **InterBus:** Utiliza una topología en anillo y comunicación mediante un registro de desplazamiento en cada nodo. Se pueden entrelazar buses periféricos al principal. Capa física basada en RS-485. Cada dispositivo actúa como repetidor. Así se puede alcanzar una distancia entre nodos de 400 [mts] para 500 [Kbps] y una distancia total de 12 Km. Es posible utilizar también enlaces de fibra óptica. Capa de transporte basada en una trama única que circula por el anillo (trama de suma). Es muy sensible a corte completo de comunicación al abrirse el anillo en cualquiera de los nodos. Por otra parte, la estructura en anillo permite una fácil localización de fallos y diagnóstico.



## Software

Software de programación Unity Pro Large o Extra Large. Este software es compatible con las plataformas Premium y Quantum.

Software especialista Unity Application Generator para modelar y generar aplicaciones de proceso.

Software de herramientas Unity EFB para desarrollar librerías de bloques de función EF y EFB en lenguaje C.

Software Unity SFC View para observar y diagnosticar aplicaciones escritas en lenguaje de grafico de funciones secuenciales (SFC) o Grafcet.

### 6.2.1.1. **Modicon Quantum-140**

Las CPUs para la plataforma Modicon Quantum están basadas en los procesadores de alto rendimiento Pentium, y son compatibles con el software Unity Pro.

Numerosas funciones son incluidas como estándares en las CPUs Quantum: Tiempos de Scan superiores y adquisición rápida de I/O; Habilidad de manejar interrupciones, temporizadas y basadas en I/O; Manejo de tarea Rápida, y también tarea Maestra. Expansión de memoria a través de las tarjetas PCMCIA; Múltiples puertos de comunicación integrados en la CPU. Facilidad de los diagnósticos y la mantención mediante el display LCD en el panel frontal de las CPUs.

Las CPUs poseen distintas capacidades de memoria, velocidades de procesado y opciones de comunicación.

Como es común la CPU almacena el programa de aplicación en RAM respaldada por una batería. Esta batería está localizada en el frente de la CPU y puede ser reemplazada mientras la CPU está corriendo.

## **Buses de campo**

Este modulo hace posible la comunicación de una arquitectura implementada mediante Quantum-140 con Profibus-DP, por tanto asegura su compatibilidad.

El modulo consiste en el modelo ProSoft Technology PTQ-PDPMV1.

Cada modulo PTQ-PDPMV1 monitorea el bus Profibus DP y comunica el estado del bus al otro PTQ-PDPMV1 mediante la conexión Ethernet Integrada. Al mismo tiempo, la aplicación del PLC está también informada mediante los registros en los módulos PTQ-PDPMV1.

Es responsabilidad de la aplicación del PLC el manejar estos datos de estado y también de iniciar el intercambio de la CPU por medio de los registros de comandos si es necesario.

Monitoreo de la aplicación de los módulos maestros activo(primario) y pasivo (secundario) por medio de las palabras de estado.

Detección de ruptura de cable con la información de el numero de esclavos en los dos segmentos del bus roto.

### **6.2.1.2. Modicon TSX Premium**

Con una amplia gama de modelos, y una larga trayectoria, las series de procesadores TSX-P57...4M, TSX-P57...34M y TSX-H...4M han jugado un rol permanente en el mercado, destacando por su fácil manejo y programación simple.

Dependiendo del modelo pueden incluir: 1 a 16 racks, 192 a 2040 entradas/salidas discretas, 12 a 512 entradas salidas/análogas, 4 a 64 canales específicos de aplicación, 1 a 4 redes (Ethernet Modbus/TCP, Fipway, Modbus Plus, Ethway), 1 a 8 buses AS-Interface, 0 o 1 bus Fipio, 0 o 1 buses CANopen o Modbus Plus y 0 a 5 InterBus o Profibus DP como

buses de campo. 0 a 30 canales de control de proceso con cada canal soportando hasta 3 lazos.

### **Buses de campo**

Como es sabido Profibus DP es un bus lineal con un procedimiento de acceso centralizado del tipo Maestro/Esclavo. Solo las estaciones maestras, también conocidas como estaciones activas, poseen permisos de acceso al bus. El esclavo o estación pasiva solo puede responder a peticiones. Los diálogos entre Maestros también son posibles desde algunas estaciones por medio de un protocolo basado en paso de testigo.

Profibus DP es configurado mediante el software dedicado SyCon, que debe ser ordenado por separado. Este es usado para generar el archivo que incluirá la información relacionada a los dispositivos conectados, que será enviado mediante el software de programación Unity Pro o PL7 Junior/Pro.

#### **6.2.2. Rockwell Automation:**

Una de las soluciones a considerar serán los PLCs de Rockwell Automation, debido a sus grandes prestaciones en la industria.

Estos proporcionan una arquitectura de control integrada para el control discreto de procesos, también proporcionan una maquina de control, un entorno de software de programación y compatibilidad de comunicación a través de varias plataformas de hardware.

Todos estos controladores funcionan con un sistema operativo de multitarea y multiprocesamiento el cual acepta varios lenguajes de programación. El paquete de software de programación lo compone el RSlogixTM5000.

Estos controladores incorporan arquitectura de red abierta NetLinx para comunicarse a través de redes EtherNet/IP, ControlNET y DeviceNET.

Los de PLC de Rockwell Automation se dividen en tres gamas, dependiendo de la complejidad del proceso, los cuales se mencionan a continuación:

- **ControlLogix:** Este sistema es para aplicaciones de gama media a alta.
- **CompactLogix:** Este sistema es para aplicaciones de la gama baja a media
- **MicroLogix:** Este sistema es para aplicaciones de gama baja. Este controlador no estará en el estudio debido a que no cuenta con las prestaciones mínimas para el proceso.

### **Arquitectura:**

La arquitectura de redes abierta de Rockwell Automation es una estrategia que consiste en implementar la tecnología de interconexión en redes abiertas para poder lograr una integración total del sistema. Esta arquitectura NetLinx está compuesta por los buses de campo DeviceNet, ControlNet y EtherNet/IP, las cuales utilizan un mismo lenguaje y comparten un conjunto de servicios de comunicación.

- **EtherNet/IP:** La red EtherNet/IP es un estándar para la implementación de interconexiones en redes industriales abiertas que admite la transmisión de mensajes en tiempo real de E/S como el intercambio de mensajes.
- **ControlNet:** La red ControlNet Permite que los dispositivos de control inteligente de alta velocidad compartan la información en tiempo real para el control de supervisión. Esta red usa el protocolo CIP, probado para combinar la funcionalidad de E/S y una red entre dispositivos similares. La velocidad es de 5Mbps y la distancia máxima que puede tener es de hasta 5Km.
- **DeviceNet:** La red DeviceNet es una red abierta de nivel bajo que proporciona conexiones entre dispositivos industriales simples (detectores, accionadores) y dispositivos de nivel más alto (computadoras y controladores PLC). La red DeviceNet utiliza el protocolo de control industrial (CIP) probado para ofrecer

control, configuración y recogida de datos para dispositivos industriales. Esta red ofrece acceso a datos de la planta a gran velocidad que va desde 125Kbps a 500Kbps en distancias de 100 a 500 m.

## Software:

El software RSLogix 5000 Enterprise Series es un paquete de software que cumple con la normativa IEC 61131-3 y ofrece editores de lógica de escalera de relés, texto estructurado, diagramas de bloques de funciones y diagramas de función secuencial para el desarrollo de programas de aplicación. El software RSLogix 5000 admite configuración y programación de ejes para el control de movimiento.

### 6.2.2.1 ControlLogix:

La gama de controladores ControlLogix proporciona control secuencial, de movimiento y variador, además de comunicaciones y E/S. Estos controladores son modulares.

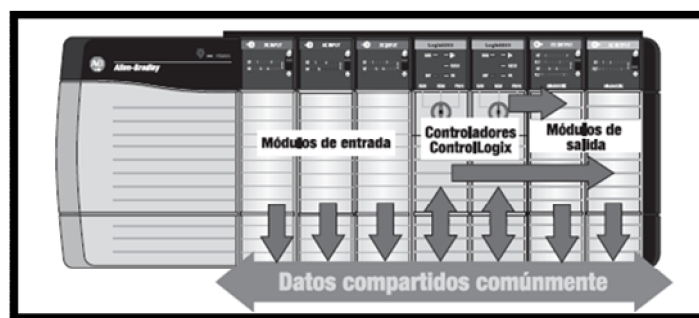


Figura 6.1: Controlador y módulos ControlLogix.

Este controlador integra buses de campo como Ethernet/IP, ControlNet, DeviceNet, Modbus, Foundation Fieldbus y Profibus DP.

El controlador ControlLogix es capaz de direccionar una gran cantidad de E/S (máximo 128 digitales y 4000 análogos).

Estos controladores monitorean y controlan las E/S a través del del backplane. Además estos se pueden comunicar con computadores y procesadores a través de RS-232-C y las redes DeviceNet, DH+, ControlNet y Ethernet/IP.

**Buses de campo:**

Como se menciona anteriormente las comunicaciones de red se hacen a través de Ethernet/IP, ControlNet y DeviceNet.

Pero además da la posibilidad de poder conectarse a una red Profibus DP y a una red Foundation Fieldbus esta última es a través de una interface con la red ControlNet o una red Ethernet/IP. Esta característica es importante debido a que la instrumentación asociada al área de vapor y condensado esta enlazada con el bus de campo Foundation Fieldbus.

**Foundation Fieldbus mediante red ControlNet:** Para enlazar una red Foundation Fieldbus con una red ControlNet se utiliza el dispositivo 1757-FFLDCx el cual crea un puente entre estos 2 buses.

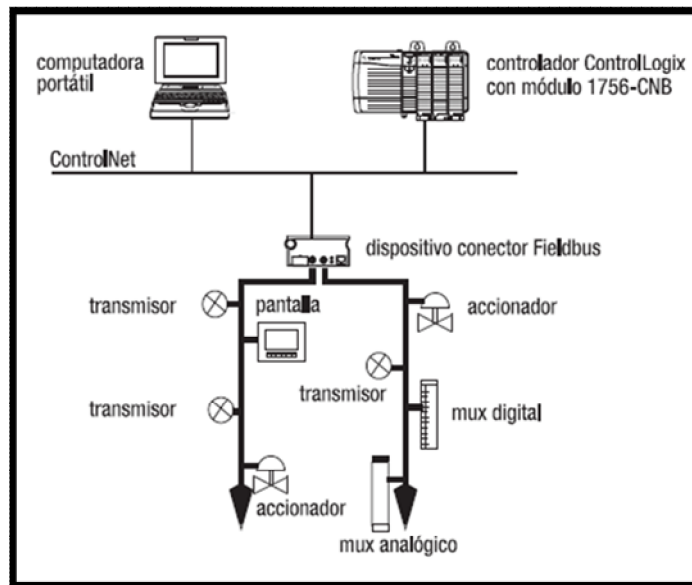


Figura 6.2: Configuración mediante ControlNet

**Foundation Fieldbus mediante red EtherNet/IP:** Para enlazar una red EtherNet/IP con una red Foundation Fieldbus se utiliza el Modulo 1757-FFLDx el cual crea una conexión en puente entre Ethernet y H1.

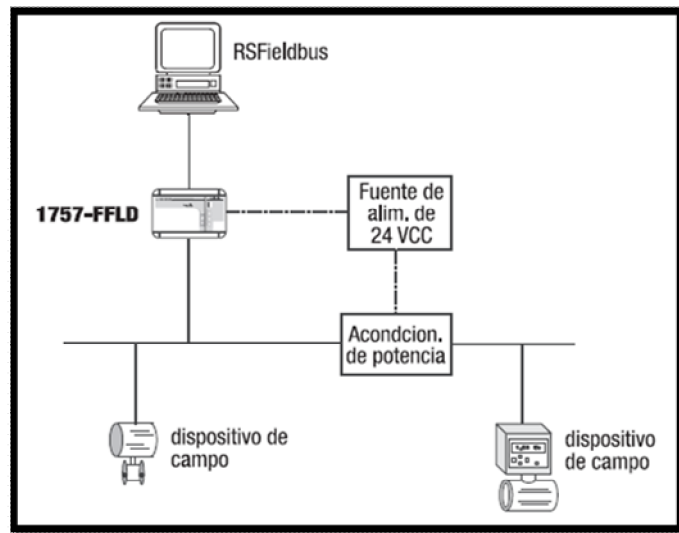


Figura 6.3: Configuración mediante EtherNet/IP

**Red Profibus:** Los controladores ControlLogix tiene la capacidad de incorporar comunicación Profibus-DP mediante el modulo MVI56-PDPMV1. Este modulo permite controlar hasta 125 dispositivos esclavos compatibles con Profibus DP v1.

#### 6.2.2.2 CompactLogix:

La gama de controladores CompactLogix ha sido diseñada para ofrecer una solución para aplicaciones de complejidad inferior a media. Estas son aplicaciones donde se requieren un número reducido de E/S y comunicaciones limitadas

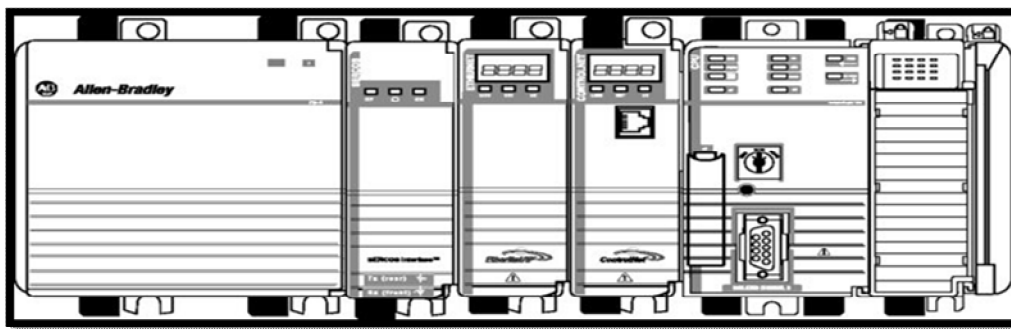


Figura 6.4: Controlador y módulos CompactLogix

Este controlador integra buses de campo como Ethernet/IP, ControlNet, DeviceNet y Profibus DP. Monitorean y controlan las E/S por medio del CompactBus. Estos se comunican con otras computadoras o procesadores a través de RS-232-C, DeviceNet, ControlNet y EtherNet/IP.

### **Buses de campo:**

Como se menciona anteriormente las comunicaciones de red se hacen a través de Ethernet/IP, ControlNet y DeviceNet.

Pero además da la posibilidad de poder conectarse a una red Profibus DP mediante el módulo MVI69-PDPMV1. Este módulo permite controlar hasta 125 dispositivos esclavos compatibles con Profibus DP v1.

#### **6.2.3. Siemens:**

Como uno de los proveedores más aceptados en el mercado, Siemens provee una amplia gama de controladores programables, destinados a cubrir necesidades de procesos pequeños y medianos hasta algunos de gran envergadura.

Mediante Totally Integrated Automation (TIA), Siemens hace uso de toda su gama de PLCs Simatic en una sola arquitectura de control. Por otro lado mediante su línea de PLCs ET 200, ofrece un esquema de control DCS.



Haciendo uso de una red Profinet (Ethernet Industrial), se hace posible la comunicación de hardware de gestión y de control, siendo también posible el uso de Profibus en lugar de Profinet.

Todos los controladores lógicos Simatic que ofrece Siemens en la actualidad poseen CPUs multitarea, comunicación en una red Profinet y Profibus, y un entorno de programación similar comprendiendo los 3 lenguajes más comunes en la programación de PLCs que son KOP, AWL y FUP, junto con un lenguaje adicional que trabaja mediante bloques de funciones.

## Arquitectura

La arquitectura de comunicación de Simatic emplea 3 tipos de buses de campo, cada uno orientado a la comunicación en distintos niveles de la jerarquía de control, apoyándose principalmente en Profibus, Profinet, AS-Interface y GAMMA instabus.

- **Profibus DP (Decentralized Periphery):** Orientado a la comunicación de sensores/actuadores enlazado a PLCs, actualmente su mayor uso se da en la concentración de varias variables con el fin de transmitir mediante un solo cable la información de instrumentos por lo general con señales de 4-20(ma). Profibus DP utiliza un protocolo de comunicación basado en el paso de un testigo, y que comprende a 2 tipos de maestros y 1 de esclavo, maestro de clase 1 (monitorización y diagnóstico), maestro de clase 2 (PCs, PLCs), esclavos (sensores, actuadores).
- **Profinet:** Es utilizado solo por Siemens, mediante ella se implementa la comunicación a nivel superior en la arquitectura de control automático SIMATIC, PCs, estación de diagnóstico, y de monitorización se comunican mediante este bus basado en una modalidad de Ethernet Industrial.
- **AS-Interface (Actuator Sensor Interface):** Como lo dice su nombre, este bus está completamente orientado a la comunicación entre sensores y actuadores. Diseñado por Siemens con el fin de concentrar la información ahorrando elevados

costos y pérdidas de espacio debido al alambrado de sensores y actuadores, permite redes de hasta 31 sensores/actuadores con cualquier topología. Una de las prestaciones importantes es que previene los errores en cambio de polaridad al momento de ingresar un nuevo sensor/actuador a la red, junto con la incorporación de nuevos dispositivos a la red que no requiere modificaciones en el cable.

- **GAMMA instabus:** Orientado a la integración de redes de sensores conectadas mediante AS-I con esquemas de control de Micro automatización. Su uso es importante solo en los casos que se requiera el uso de plataformas de Micro automatización.

#### 6.2.3.1. **S7-200**

El micro-PLC para el máximo efecto de automatización al mínimo coste, es particularmente sencillo en su montaje, programación y uso, requiere poco espacio y es aplicable tanto para controles simples como también para tareas complejas de automatización. Permite la conexión en red o en configuraciones descentralizadas.

Posee además algunas prestaciones de respuesta en tiempo real, y posibilidades de comunicación mediante Profibus DP y AS-Interface.

- **Profibus DP:** Permite la comunicación mediante modulo especializado con Profibus DP como esclavo, permitiendo una correcta integración con dispositivos de campo y/u otros. Para la comunicación del S7-200 mediante Profibus DP se utiliza el modulo EM 277, este requiere una conexión en rack, mediante el conector de rack estándar.
- **AS-Interface:** Modulo maestro de comunicación con AS-Interface, modelo CP-243-2, permite hasta 62 esclavos y la transferencia de valores análogos integrada. Al igual que con otros módulos, la conexión es mediante conector de rack.

### 6.2.3.2. **S7-300:**

El sistema de mini autómatas modulares para las gamas baja y media, posee un amplio abanico de módulos para una adaptación óptima a la tarea de automatización, flexible gracias a la posibilidad de realizar fácilmente estructuras descentralizadas y a la versátil conectividad a red. Sin necesidad de ventilación

Posee capacidad de comunicación nativa con Profibus DP<sup>11</sup> maestro/esclavo, además es posible su comunicación mediante Profinet.

### 6.2.3.3. **S7-400:**

PLC de alto rendimiento para las gamas media y alta, con una extensa gama de módulos y varias CPUs de potencia escalonada, aplicación universal gracias a la materialización de topologías descentralizadas; cómodo sistema de conexión, también posee optimas posibilidades de comunicación y conectividad. Es cómodo de aplicar gracias a su facilidad de uso y a su instalación simple y sin necesidad de ventilación. Es ampliable en el caso de que aumenten las tareas, y posee además multiprocesamiento (*Multicomputing*)<sup>12</sup>, aquí, cada CPU puede recibir su propia periferia local.

Al igual que el S7-300 posee comunicación nativa con Profibus DP en algunos módulos, además de la comunicación mediante módulos adicionales con los protocolos ya mencionados.

## **Buses de campo:**

La empresa Emerson posee dentro de sus productos un conversor de protocolo de Fieldbus Foundation a Modbus, el modulo FIM3420. Este protocolo se convierte de Modbus a Profibus-DP mediante el modulo Anybus DP-link, el esquema se muestra a continuación.

---

<sup>11</sup> Solo algunos modelos de CPU.

<sup>12</sup> *Multicomputing*: Funcionamiento simultáneo de varias CPUs en un bastidor central S7-400.

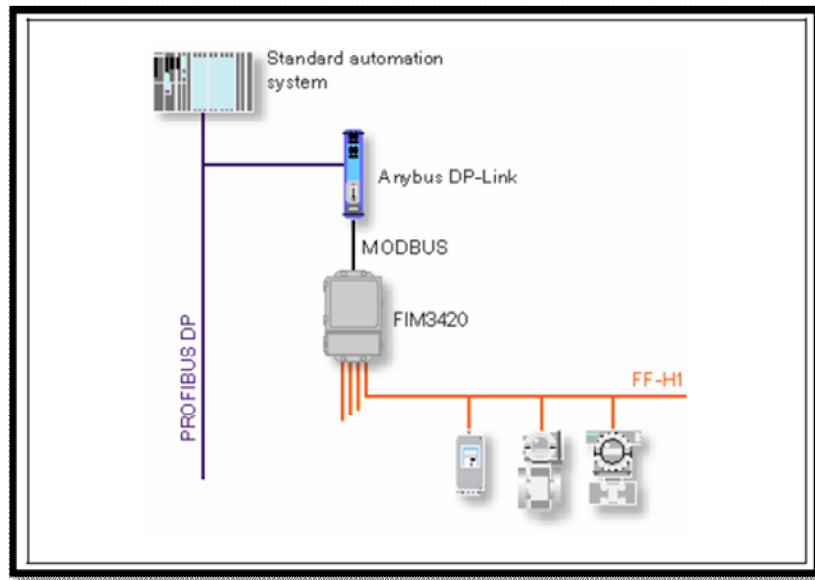


Figura 6.5: Comunicación mediante interfaz Modbus con Foundation Fieldbus

Se debe destacar que esta conversión es aprobada por la empresa Siemens. Mediante esta tecnología se puede utilizar para tanto el PLC S7-300 como el S7-400.

### 6.3. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CADA PLC

La tabla que se muestra a continuación contiene un resumen con las características más importantes del los PLC anteriormente seleccionados.

Tabla 6.2: Comparación unidades PLC

Características Controladores	Compatibilidad con Instrumentación	Control Redundante	Compatibilidad con Profibus modo Maestro	Compatibilidad con Fieldbus	Compatibilidad con HART	Compatibilidad de funciones	Velocidad de procesamiento
<b>ControlLogix</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>CompactLogix</b>	x	✓	✓	x	x	✓	✓
<b>S7-200</b>	x	x	x	x	✓	✓	x
<b>S7-300</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>S7-400</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Quantum-140</b>	x	✓	✓	x	x	✓	✓
<b>Premium-TSX 57</b>	x	✓	✓	x	x	✓	✓

De la tabla anterior los PLCs que cumplen con las especificaciones para el remplazo del controlador Delta-V son:

- S7-300
- S7-400
- ControlLogix

#### 6.4. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Como se vio anteriormente, existen características críticas que no se pueden modificar en el área de vapor y condensado y estas son las comunicaciones dentro del esquema de control.

Al observar los esquemas de control *Figuras 3.4 y 3.5* destaca la proporción de variables Foundation Fieldbus, representando prácticamente al 100% de la instrumentación de la sala de Vapor N°1, exceptuando las bombas que requieren de control ON/OFF, para las cuales se usa un concentrador Profibus DP.

En base a esto y lo visto en el *Capítulo 6 Sección 6.2* con respecto a modelos y marcas candidatos a soluciones, tomando en cuenta las características inherentes a cada PLC, se definen 3 caminos posibles a una solución satisfactoria.

1. Situación base optimizada.
2. Cambio de bus en la instrumentación de Foundation Fieldbus a Hart.
3. Conversión de protocolo mediante unidades de procesamiento adicionales al PLC (Gateway).

## **Capítulo 7: Preevaluación de las alternativas**

En este capítulo se realizara una preevaluación de las alternativas anteriormente expuestas, con el fin de obtener las que cumplan mejor con el perfil del proceso para luego realizar su estudio de factibilidad técnico-económica.

Los criterios se aplicaran desde el punto de vista técnico en donde se evaluara si las alternativas cumplen con los requisitos del proceso.

### **7.1. SITUACIÓN BASE OPTIMIZADA**

La solución plantea el perfeccionamiento del sistema actual para cumplir de mejor forma los requerimientos de la empresa.

Esta solución pretende la mejora por medio de la capacitación del personal de planta y la implementación de un laboratorio de control similar al que se encuentra en el taller de electro-control de la plataforma s7-400, para la monitorización y realización de pruebas.

Tabla N° 7.1: Costos asociados a la base optimizada.

	Cantidad	Costo US\$	Total (US\$)	Total (\$)
<b>Capacitación</b>				
Curso	1	--	--	\$9.619.520
Estadía personal	6	--	--	\$1.200.000
<b>Compra</b>				
<b>Hardware</b>				
Controlador	1	9.931,87	US\$ 9.931,87	\$5.025.526,22
Modulo Fieldbus	2	7.090,24	US\$ 14.180,48	\$7.175.322,88
Modulo Profibus	2	2.109,10	US\$ 4.218,20	\$2.134.409,20
Fuente 24 VDC	1	905,67	US\$ 905,67	\$458.269,02
Computador	1	--	--	\$552.980,00
<b>Software</b>				
Software de programación	1	2.435,00	US\$ 2.435,00	\$1.232.110,00
<b>Licencias</b>				
Profesional Plus	1	11.272,00	US\$ 11.272,00	\$5.703.631,49
<b>Instalación</b>				
Armado e instalación chasis Delta-V	--	--	--	\$1.799.700,00
<b>Configuración</b>				
Configuración tarjetas de control	--	--	--	\$103.472,00
Configuración de redes	--	--	--	\$312.110,00
Configuración HMI	--	--	--	\$73.978,00
Configuración Delta-V Control Studio	--	--	--	\$228.138,00
<b>Total Inversión</b>				<b>\$ 35.619.167</b>

A partir de la implementación se generan costos de operación asociados a la alimentación de los nuevos buses de campo y del controlador y sus módulos en si, por tanto los costos operacionales serán:

- Se evitan costos asociados a la mantención del Delta-V.
- Mejora en los tiempos de respuesta a fallas
- Mayor capacidad de mejora
- Agilización de las actividades de mantención

**DESVENTAJAS:**

- Se requiere de una cantidad de tiempo para capacitar al personal.
- Uso de un equipo con 5 años de antigüedad.
- Aumento de la carga en los trabajadores.

Por lo tanto de acuerdo a lo estipulado en el *Capítulo 5 Sección 5.10*, se cumplen las siguientes prestaciones:

- ✓ Topología de control similar
- ✓ Características de operación similares
- ✓ Mejores prestaciones al momento de realizar mantenciones
- ✓ Velocidades similares.
- ✓ Prestaciones de instrumentación similares.
- ✓ Mejoras de acceso a la programación.
- ✓ Familiarización del personal con el sistema.
- ✓ Disminución en los costos de mantención.

**CONCLUSIÓN:**

Esta alternativa resulta altamente factible. Cumple a cabalidad los puntos que se requieren por lo que se establece como una situación base optimizada suficiente. Esta permitirá evaluar la calidad de las alternativas propuestas fijando una línea base en cuanto a costos.

Los gastos de implantación en el laboratorio del equipo Delta-V serán asumidos por el personal de electro-control ya capacitado.

Esta alternativa no se incluye en el estudio de factibilidad por lo que se incluyen sus costos asociados.



## 7.2. CAMBIO EN EL BUS DE CAMPO

Consiste en el reemplazo del bus de campo Foundation Fieldbus a Hart y el cambio de los posicionadores que solo soportan Fieldbus Foundation, por lo que se consideraran como costos asociados a la implementación del PLC todos los relacionados a este cambio. Como se menciona anteriormente, solo se podrá cambiar el bus de campo a HART dada la compatibilidad en su gran mayoría en la instrumentación con este protocolo.

En la siguiente tabla se muestra la instrumentación a cambiar (debido a que no soporta HART).

Tabla 7.2: Instrumentación Fieldbus Foundation.

LAZO	DESCRIPCIÓN DE SERVICIO			
	INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO	MARCA	MODELO
9011	<b>TEMPERATURA DE CONDENSADO A MACERADO</b>			
	TV	VÁLVULA DE CONTROL	Metso-Neles	ND8321/S4A-k
	TV	VÁLVULA DE CONTROL	Metso-Neles	ND8321/S4A-k
9032	<b>PRESION DE ESTANQUE DE CONDENSADO VC1-TKS-011</b>			
	PV	VÁLVULA DE CONTROL	Metso-Neles	ND8321/S4A-k
	<b>NIVEL DE CONDENSADO EN ESTANQUE VC1-TKS-011</b>			
9033	LV	VÁLVULA DE CONTROL	Metso-Neles	ND8321/S4A-k

En la tabla siguiente se muestran las diferencias principales entre Foundation Fieldbus y HART.

Tabla 7.3: Hart v/s Foundation Fieldbus.

CARACTERISTICA	HART	Foundation Fieldbus
Limitación de Potencia	35 milliwatts – 4mA disponible para la señal de HART	Potencia mínima para FF de 8mA
Velocidad De transmisión	1200 bps	FFH1 31,25 Kbps
Tipo de comunicación	Master/Slave	Token Passing
Diagnósticos Avanzados	No tiene poder de procesamiento	Monitoreo del proceso estadístico, Condición de la maquinaria, algoritmos matemáticos entre otros
Capacidad de actualización de software para dispositivos	x	✓
Multidrop	En teoría hasta 15 dispositivos, en practica aproximadamente 3	Físicamente 32 dispositivos, en practica aproximadamente 16
Multivariabes	Solo en modo digital, Limitado	✓
Plug and Play	x	✓
Reducción De hardware	x	✓
Capacidad de actualización de software para dispositivos	x	Solo se descarga la nueva versión del firmware H1 sin la necesidad de desconectar el segmento
Velocidad de Comisionamiento	Horas debido a los dispositivos individualmente conectados	La red FF tiene la capacidad de comisionar los dispositivos en 10 segundos

Las características más importantes a considerar son la velocidad de transmisión (la cual es mucho menor a la de FF). Tipo de comunicación y diagnósticos avanzados. Las otras características no son tan relevantes debido a la poca instrumentación asociada.

**VENTAJAS:**

- Se evitan costos asociados a la mantención del Delta-V.

**DESVENTAJAS:**

- Reemplazo de un bus muy actual por uno muy antiguo.
- Disminución en los tiempos de respuesta
- Pérdida de características de auto diagnóstico y detección de fallas.

Por lo que según lo visto con anterioridad se cumple:

- ✓ Topología de control similar
- ✓ Características de operación similares
- ✓ Mejores prestaciones al momento de realizar mantenciones
- ✗ Velocidades similares.
- ✗ Prestaciones de instrumentación similares.
- ✓ Mejoras de acceso a la programación.
- ✓ Familiarización del personal con el sistema.
- ✓ Disminución en los costos de mantención.

Esta solución es descartada debido a los grandes costos de los posicionadores de las válvulas y las prestaciones que se pierden al realizar el cambio del bus de campo Foundation Fieldbus a Hart (ya que se trasfiere a una tecnología más antigua) .

#### CONCLUSIÓN:

Esta alternativa resulta muy poco conveniente a simple vista dado el hecho de que se está cambiando instrumentación en perfecto estado por instrumentación nueva, y por el cambio en el bus de instrumentación perdiendo de esta forma muchas de las características de auto diagnóstico que posee el bus de instrumentación actual. Se puede apreciar un costo más elevado dados los cambios a nivel de instrumentación que requiere.

### 7.3. UTILIZACIÓN DE CONVERSORES DE PROTOCOLO

Debido a la gran variedad de protocolos industriales existentes en el mercado, los fabricantes de PLC se han visto en la obligación de crear conversores de protocolo para así dar mayores prestaciones a sus clientes.

Esta alternativa consiste en el uso de conversores para el bus de campo Fieldbus Foundation dando así la posibilidad de enlazarse a una mayor cantidad de controladores lógicos programables.

El conversor dependerá del equipo en donde los detalles se muestran a continuación:

**S7-300 y s7-400:** El mercado da la posibilidad de utilizar el modulo FIM3420 el cual hace la conversión de Foundation Fieldbus a Modbus. Luego de convertido este protocolo se pasa a Profibus-DP a través del módulo Anybus-DP Link para luego conectarse al PLC.

**ControlLogix:** Para este controlador Rockwell Automation ofrece los módulos 1757-FFLDC y 1757-FFLD que transforman a EtherNet/IP y ControlNet respectivamente. Esto dependerá del controlador a usar en el proceso.

#### VENTAJAS:

- Se evitan costos asociados a la mantención del Delta-V.
- Uso de equipos nuevos
- Para el caso de Siemens el laboratorio posee personal experto.
- Para el caso de Allen-Bradley el personal posee una expertos media.

#### DESVENTAJAS:

- Inversión inicial alta.

Por lo que según lo visto, se cumple:

- ✓ Topología de control similar
- ✓ Características de operación similares
- ✓ Mejores prestaciones al momento de realizar mantenciones
- ✓ Velocidades similares.
- ✓ Prestaciones de instrumentación similares.
- ✓ Mejoras de acceso a la programación.
- ✓ Familiarización del personal con el sistema.
- ✓ Disminución en los costos de mantención.

**CONCLUSIÓN:**

Esta alternativa resulta la mejor a simple vista, no es invasiva y por lo tanto posee costos mucho menores a los que se pueden esperar al reemplazar el bus completo de instrumentación.

**7.4. ALTERNATIVAS ELECTAS**

En base a la preevaluación anterior, en conjunto con los intereses de la empresa y los estipulados en el *Capítulo 5 Sección 5.3*, las alternativas aptas para el estudio de factibilidad técnico-económica serán las que mejores resultados obtengan en el análisis mediante el indicador económico CAE, este permitirá discriminar de manera objetiva las mejores alternativas para su estudio.

Dentro del análisis CAE no se consideran las alternativas que corresponden a cambios en el bus de instrumentación dada las pocas prestaciones y los costos asociados, mayores que los expuestos por las demás alternativas.

**7.5. ANÁLISIS CAE**

En la tabla a continuación se muestran los resultados CAE para cada alternativa, los cálculos se obtuvieron a partir de las cotizaciones realizadas con las respectivas empresas contratistas integradores y proveedores. Para más detalle referirse a los *Anexos D, E y F*.

*Tabla 7.4: Resultados CAE, proyección a 6 años.*

VAC	AÑO						Total VAC	CAE
	1	2	3	4	5	6		
Base Optimizada	\$35.619.167	\$13.480,	\$3.460	\$888	\$227	\$58	<b>\$35.637.281,94</b>	<b>\$4.283.698</b>
Siemens	\$34.226.555	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	<b>\$34.226.555</b>	<b>\$3.947.924</b>
Allen-Bradley	\$27.434.334	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	<b>\$27.434.334</b>	<b>\$3.013.622</b>

Como muestran los resultados, las alternativas de Conversión de protocolo para las marcas Siemens y Allen-Bradley entregan un mejor CAE ya que este es más bajo, siendo la mejor alternativa Allen-Bradley.

En base a lo expuesto se evaluará la factibilidad técnico-económica para la alternativa con mejor CAE, es decir, implementación del sistema mediante el sistema Allen-Bradley.

## **Capítulo 8: Estudio de factibilidad técnica**

En base a las características mostradas, y las presentes en cada línea de PLC, se consideraran como posibles las alternativas mencionadas en el *Capítulo 7*.

En el presente capítulo comienza el estudio de factibilidad técnica<sup>13</sup> para la alternativa de control mediante ControlLogix, con mejor resultado CAE, donde esta comprende el cambio del controlador manteniendo los buses de campo actuales y por ende la instrumentación.

### **8.1. INSTALACIONES FÍSICAS**

Las instalaciones físicas para la alternativa no se aplican ya que esta se refiere a obras civiles de envergadura considerable, lo que no es pertinente al proyecto.

### **8.2. MAQUINARIA Y EQUIPOS**

La maquinaria necesaria para la instalación es especificada por el contratista, previa evaluación en conjunto con el jefe del departamento de mantención eléctrica de la planta Paneles Arauco. Dado que no será necesaria la adquisición de ningún tipo de maquinaria, los costos asociados a maquinaria no existen.

Dentro de la instalación del controlador se incluye también su cableado y alambrado de buses de comunicación.

---

<sup>13</sup> **Estudio Técnico:** Comprende los diversos aspectos referentes al funcionamiento y operatividad del propio Proyecto, lo cual lleva implícito el análisis del tamaño óptimo, localización, proceso productivo, programa de producción, insumos requeridos, disponibilidad y el costo de los mismos, características de los equipos de proceso básico e instalaciones físicas que conviene detallar, cuantificar y determinar su costo. En las unidades de presentación de servicios, que carecen de un proceso de producción propiamente dicho, se debe describir el núcleo de operaciones que requiere la prestación del mencionado servicio.

Para la instalación del equipo ControlLogix de Allen Bradley se tiene:

Tabla N°8.2: Detalle de la implementación del sistema mediante ControlLogix

ARTICULO	Cantidad
CHASIS DE 10 RANURAS PARA CONTROLLOGIX	1
FUENTE ALIMENTACION 240VAC 10A CONTROLLOGIX	1
PROCESADOR LOGIX5561 2 MBYTES DE MEMORIA	1
MODULO 16 ENTRADAS AISLADAS 12/24VCC CONTROLLOGIX	1
BLOQUE TERMINALES EXTRAIBLE 36 PINES CONTROLLOGIX	1
MODULO ETHERNET/IP ALTA CAPACIDAD	2
FOUNDATION Fieldbus Linking Device	1
MODULO PARA CLX - PROFIBUS DPV1 MASTER	2
RSVIEW SE - SERVIDOR 100 PANTALLAS C/RSLINX ENTERP	1
RSVIEWSTUDIO PARA MACHINE Y SUPERVISORY EDITION	1
RSVIEW SE - CLIENTE	2
RSLOGIX 5000 STANDARD ESPAÑOL CD	1
CABLE SERIAL PARA PROGRAMACION CONTROLLOGIX	1

El detalle anterior según lo indicado en la cotización hecha por MEISS Ingeniería, ver *Anexo E*.

### 8.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

**ControlLogix:** Al igual que S7-400, el PLC de Allen Bradley es capaz de una comunicación indirecta con Foundation Fieldbus como se muestra en la *Capítulo 6 Sección 6.2.2.1*, por otro lado si se desea conocer más detalles consultar la *Bibliografía*. Posee una vida útil de 10 años según resolución del SII.

El proceso de implementación del proyecto se llevará a cabo según el esquema a continuación:

- Administración, Reuniones, Coordinación
- Levantamiento y Análisis
  - Levantamiento y análisis de Arquitectura Actual
  - Levantamiento y análisis de Lógica Actual
  - Levantamiento y análisis de configuración del HMI



- Armado e Instalación de PLC Rockwell (Hardware)
  - Retiro chasis DCS Delta-V
  - Armado e instalación de PLC Rockwell
- Configuración
  - Configuración Tarjetas de Control
  - Configuración Lógica de Control (RsLogix5000)
  - Configuración Redes Profibus y Fieldbus
  - Configuración HMI
  - Configuración RSVIEW SE
- Comisionamiento de señales y pruebas Operativas
  - Comisionamiento de señales configuradas con apoyo en terreno de personal de Paneles Aruco, Planta Nueva Aldea.

Para más detalle con respecto a plazos y costos referirse al *Anexo H: Carta Gantt Allen-Bradley*.

#### 8.4. SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

Dada la cantidad de intermediarios existe una alta competencia como se menciona en el *Capítulo 6: Mercado*, dando buenas condiciones de oferta generando de esta forma una baja en los costos. La marca posee una alta capacidad de mantenimiento y una alta disponibilidad de repuestos dadas las condiciones de mercado mencionadas.

#### 8.5. RECURSOS HUMANOS

A continuación se detalla el personal necesario para la ejecución del proyecto. Dentro del personal se incluye a todo el personal de planta relacionado con la ejecución del proyecto y los cargos actuales de estos.

Tabla 8.3: Recursos humanos.

	<b>Nro. de empleados en el cargo</b>	<b>De planta</b>	<b>Días contrato</b>
<b>Mano de obra directa</b>			
Programadores	1	No	10
Técnico	2	No	20
<b>Personal administrativo</b>			
Director de proyecto	1	Si	--
Jefe contratista	1	No	25
Jefe departamento de mantención eléctrica	1	Si	--
Líder de área	1	Si	--

## **Capítulo 9: Plan económico financiero**

Este capítulo comprende el detalle de los costos del proyecto. En cada sección se especificara la inversión para la implementación del controlador Allen-Bradley.

Se describirá la inversión inicial constituida por todos los activos fijos, tangibles e intangibles necesarios para operar y el capital de trabajo.

El capital de trabajo, que contablemente se define como la diferencia entre el activo circulante y pasivo circulante, está representado por el capital adicional necesario para funcionar una empresa, es decir, en el caso de este estudio, corresponderá solamente a los activos asociados a la reducción de costos, dado el hecho de que la planta lleva años funcionando y por sobretodo se pretende mantener el funcionamiento de la línea de vapor y condensado, no alterando sus características en ningún aspecto, es decir, que los procesos anexos a este no se vean afectados por ningún motivo.

### **9.1. PLAN DE INVERSIONES E INVERSIÓN INICIAL**

El proyecto en si consiste de una inversión inicial pequeña en comparación con otros tipos de proyectos, dado que consiste en un proyecto de traspaso de tecnología, el plan de inversión consiste en incluir los activos tangibles e intangibles.

#### **Activos tangibles**

Los activos tangibles se pueden observar en el *Capítulo 8 sección 8.2* en donde se muestra el detalle de las compras a realizar por Paneles Arauco.

Para plataforma ControlLogix, el costo total de los activos tangibles: US\$ 36.416, o \$18.426.496.

Tabla 9.1: Detalle de costos de activos tangibles, implementación Allen-Bradley

<b>Artículo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>Precio total US\$</b>	<b>Total \$</b>
CHASIS DE 10 RANURAS PARA CONTROLLOGIX	1	440	440	222.640
FUENTE ALIMENTACION 240VAC 10A CONTROLLOGIX	1	653	653	330.418
PROCESADOR LOGIX5561 2 MBYTES DE MEMORIA	1	4.082	4.082	2.065.492
MODULO 16 ENTRADAS AISLADAS 12/24VCC CONTROLLOGIX	1	365	365	184.690
BLOQUE TERMINALES EXTRAIBLE 36 PINES CONTROLLOGIX	1	60	60	30.360
MODULO ETHERNET/IP ALTA CAPACIDAD	2	2.117	4.234	2.142.404
FOUNDATION Fieldbus Linking Device	1	3.805	3.805	1.925.330
MODULO PARA CLX - PROFIBUS DPV1 MASTER	2	3.510	7.020	3.552.120
RSVIEW SE - SERVIDOR 100 PANTALLAS C/RSLINX ENTERP	1	5.977	5.977	3.024.362
RSVIEWSTUDIO PARA MACHINE Y SUPERVISORY EDITION	1	2.318	2.318	1.172.908
RSVIEW SE - CLIENTE	2	2.288	4.576	2.315.456
RSLOGIX 5000 STANDARD ESPAÑOL CD	1	2.822	2.822	1.427.932
CABLE SERIAL PARA PROGRAMACION CONTROLLOGIX	1	64	64	32.384
		Total	36.416	18.426.496

### Depreciación de activos:

El valor de salvamento se estimara de acuerdo a la legislación vigente, esta fue obtenida del SII. Esta resolución dicta los años de vida útil de un activo fijo adecuándose más efectivamente con la pérdida del valor que estos experimentan como consecuencia de los cambios tecnológicos y de mercado.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado la vida útil para equipos de control automático es de 10 años.

De acuerdo a los requisitos del proyecto, se revisaron las depreciaciones de equipamiento, dados los requerimientos detallados en el punto anterior, a continuación se revisan los tipos posibles de depreciación.

Como la estimación del Proyecto se realizó a 6 años la depreciación para ControlLogix es la siguiente:

Año	0	1	2	3	4	5	6
Depreciación \$	0	1.842.700	1.842.700	1.842.700	1.842.700	1.842.700	1.842.700
Valor de Salvamento \$	18.427.002	16.584.302	14.741.602	12.898.901	11.056.201	9.213.501	7.370.801

Para ver más detalles de la depreciación de la implementación Allen-Bradley ver *Anexo G*.

Es importante notar que existe un alto valor de salvamento presente en la recuperación del controlador Delta-V. Con este objetivo a continuación se presentan los costos originales del controlador y sus módulos, en la sección de flujos de caja estos serán necesarios para calcular el mencionado valor de salvamento mediante el cálculo de su depreciación, como se muestra a continuación.

*Tabla 9.2: Costos Delta-V. Referencia para valor de salvamento*

	Cantidad	Precio Unitario (US)	Total (US)
Módulo Controlador.	1	9.931,87	9.931,87
Módulos Fieldbus series 2 H1	3	7.090,24	21.270,72
Módulos Profibus serie 2 H1	3	2.109,10	6.327,9
Modulo Hart Analog-In Serie 2	1	1.284,52	1.284,52
Modulo Hart Analog-Out Serie 2	1	764,48	764,48
Módulo Discrete-in (24VDC) Dry Contact Serie 2	1	1.364,31	1.364,31
Módulo Discrete-in (120VAC) Isolated	1	1.739,54	1.739,54
Módulo Discrete-Out (120/230 VAC) isolated	1	1.867,82	1.867,82
Fuente 24 VDC	1	905,67	905,67
<b>Total US\$</b>			<b>US\$45.457,42</b>

Fuente: SAP

Lo que según el valor del dólar a la fecha equivale a \$23.001.242. Calculado mediante una depreciación de sus respectivos 5 años de funcionamiento.

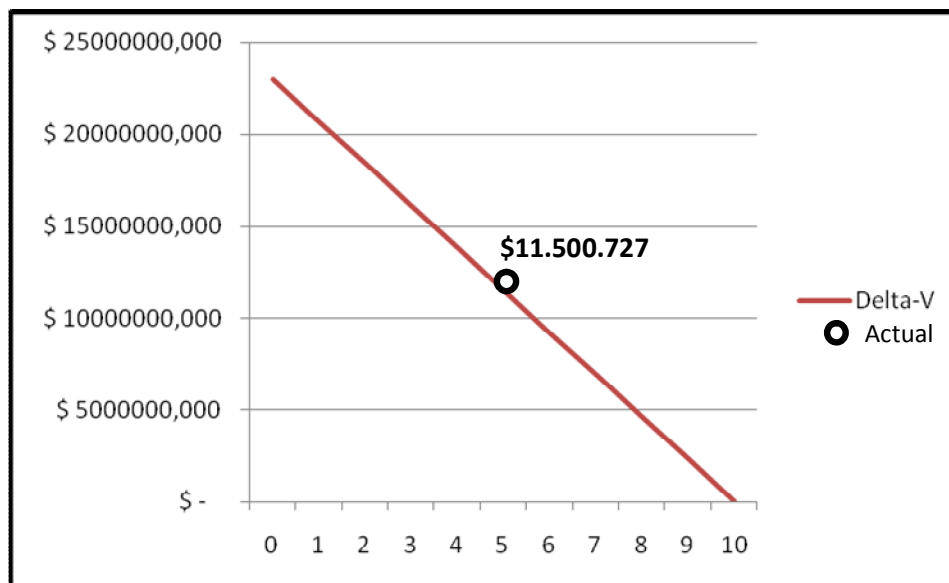


Figura 9.1: Depreciación actual Delta-V, 5 años de uso, 10 años de vida útil.

Como se puede observar en el grafico el valor actual de salvamento es de \$11.500.727.

### Activos intangibles

Están referidos al conjunto de bienes propiedad de la empresa, necesarios para su funcionamiento, e incluyen patentes de invención, marcas, asistencia técnica, gastos pre-operativos y de instalación, puesta en marcha, estructura organizativa, etc.

Los activos intangibles son referidos a la planificación, configuración y puesta en marcha de la plataforma.

Los costos se muestran a continuación.

Tabla 9.3: Planificación implementación Allen-Bradley

	Cantidad	Total (UF)	Total (\$)
<b>Administración, Reuniones, Coordinación</b>		40,20	842.149
<b>Levantamiento y Análisis</b>		86,40	1.809.993
Levantamiento y análisis de Arquitectura Actual			
Levantamiento y análisis de Lógica Actual			
Levantamiento y análisis de configuración del HMI			
<b>Armado e Instalación de PLC Rockwell (Hardware)</b>		85,70	1.795.329
Retiro chasis DCS Delta-V			
Armado e instalación de PLC Rockwell			
<b>Configuración</b>		177,00	3.707.973
Configuración Tarjetas de Control			
Configuración Lógica de Control (RsLogix5000)			
Configuración HMI			
Configuración Redes Profibus y Fieldbus			
Configuración RSView SE			
<b>Comisionamiento de señales y pruebas Operativas</b>	3	32,40	678.747
Comisionamiento de señales configuradas con apoyo en terreno de personal de Paneles Aruco, Planta Nueva Aldea			
<b>Traslado, Alimentación</b>	8	20,00	418.980
<b>TOTAL DE LA OFERTA</b>		441,70	9.253.173

Para más detalles ver *Anexo E* cotización realizada por MEISS Ingeniería.

## 9.2. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE INVERSIONES

El diseño de un cronograma de ejecución de inversiones permite estimar los tiempos para capitalizar o registrar los activos, de esta forma se expresan las cantidades requeridas en el tiempo.

Se tiene:

Tabla 9.4: Cronograma de inversiones implementación Allen-Bradley

	Inversión Inicial (\$)	Mes 1 (\$)	Mes 2 (\$)	Total (\$)
<b>%</b>	68,08%	25,8%	6,1%	100%
<b>Costo</b>	18.845.984	7.144.179	1.690.012	27.680.175

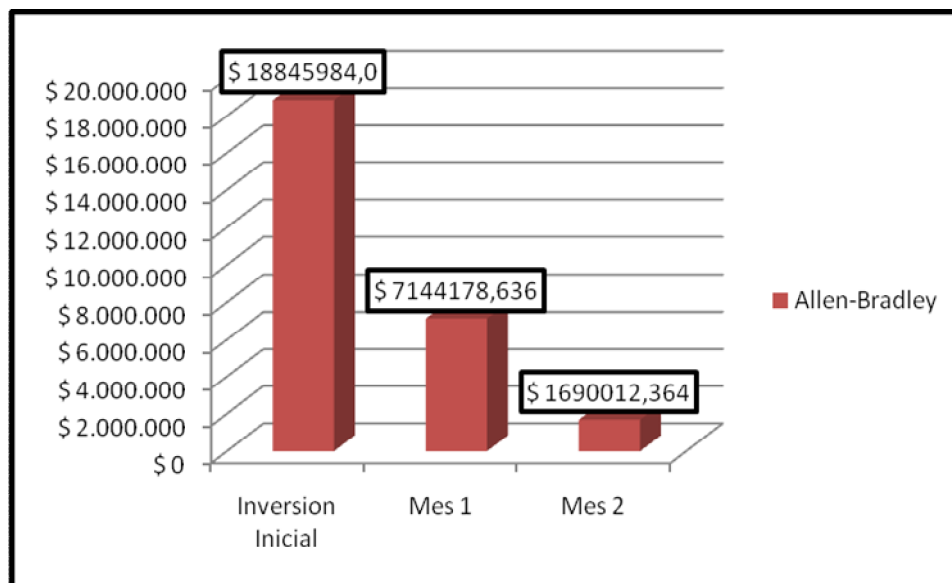


Figura 9.2: Plan de inversiones

Para ver más detalles con respecto al cronograma de inversión ver *Anexo H: Carta Gantt Allen-Bradley*.

### 9.3. COSTOS DE OPERACIÓN

Los costos involucrados corresponden a los fijos y variables, sin embargo dada la naturaleza del proyecto estos últimos no forman parte de ellos, ya que como fue previsto los costos de operación serán realizados por el personal de electro-control, por lo que no es necesario un análisis.



## **Capítulo 10: Estudio de factibilidad económica**

En el siguiente capítulo se presenta el análisis de factibilidad económica de la solución mediante Allen-Bradley.

Se consideran los costos en el mercado industrial con cotizaciones en empresas contratistas y empresas comercializadoras de equipos de automatización, tomando en cuenta todos los aspectos vistos en la primera etapa de este estudio, inversión de capital, compra de equipos, programación, software, licencias y contratistas o servicios. Junto a esto se analizarán los costos posteriores a la implementación como lo son las mantenciones y posibles reparaciones asociadas a las modificaciones efectuadas.

### **10.1. ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS**

#### **10.1.1. Estado de ganancias y pérdidas**

Dadas las características del proceso mencionadas, existe una ganancia implícita al reemplazar el control actual mediante Delta-V evitando los costos asociados a las mantenciones de Ineco, como se menciona en el *Capítulo 4 Sección 4.1.7*.

Como se expuso el proceso no posee ingresos directos dada su característica de proceso intermedio.

#### **10.1.2. Proyecto Puro**

Se evaluará el proyecto puro, con los totales de inversiones iniciales, los ingresos para el escenario esperado, los costos y depreciaciones, en el horizonte de planificación determinado en seis años. Esta evaluación determinará la inversión que deberá realizar Paneles Arauco S.A.

Flujo de caja Proyectado: debido a las naturalezas del proyecto no existen ingresos ni egresos ya que el cambio del controlador no aumenta ni disminuye la producción de tableros contrachapados y con lo referido a los costos de mantención estos serian asumidos por el personal de electro-control.

A continuación se muestra el flujo de caja del proyecto, donde se toma en cuenta el valor de salvamento de los equipos Delta-V a reemplazar.

Como se aprecia en el flujo de caja, es posible amortiguar la inversión inicial en una gran parte.

El resultado del flujo de caja (columna totales), muestra que es necesario invertir \$6.965.948, lo que resulta conveniente en comparación \$ 27.680.175, valor de la inversión sin valor salvamento.



## 10.2. INDICADOR DE LA INVERSIÓN

Como se hablo desde un principio, este proyecto consiste en el reemplazo de un equipo con un riesgo potencial muy alto, ya que de él dependen áreas de vital importancia. Por tanto, la rentabilidad del proyecto será negativa a pesar del alto valor de salvamento que posee la tecnología instalada actualmente, aún así, se enfrenta una rentabilidad negativa en cualquier caso, por lo que se escogió el indicador económico CAE como comparación de costos entre las alternativas, para así asegurar una base común entre los resultados de cada alternativa.

En un proyecto indicadores como la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Coeficiente de Rentabilidad Simple ( $r$ ), o el Valor Presente Neto (VPN), son muy utilizados y de gran ayuda para tomar decisiones administrativas, sin embargo, en un proyecto de la naturaleza presente, no es posible la utilización de estos, y por tanto se deben emplear otros métodos que aseguren el mejor tiempo de inversión, en este caso es adecuado determinar un indicador que exponga la criticidad de realizar la inversión en un tiempo acotado debido a que el valor de salvamento del controlador Delta-V va disminuyendo acorde el tiempo avanza, para esto se utiliza la depreciación en conjunto con los costos de la inversión. Dado el hecho de que es imposible obtener cotizaciones para momentos futuros, y como es común, los costos relacionados a la compra de controladores se mantienen o disminuyen, por lo que se puede asumir que una cotización tendrá costos similares en fechas diferenciadas por un año. Se analizaran los efectos en la inversión total, por lo que se tiene:

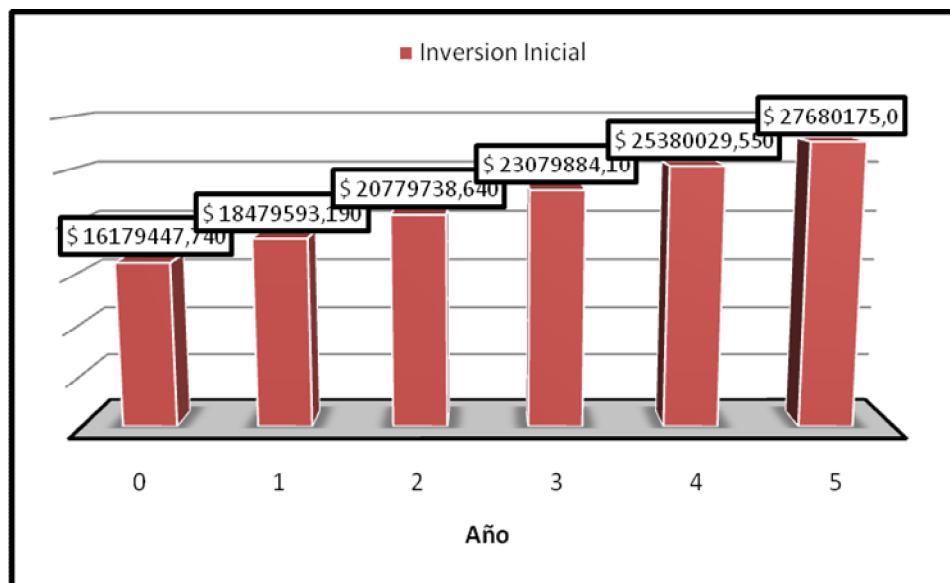


Figura 10.1: Costo de inversión – Valor de salvamento Delta-V total en los años

Como se aprecia en la figura, la inversión total se incrementa a medida que pasa el tiempo, esto ya que la inversión se mantiene constante y por otro lado el valor de salvamento del Delta-V va disminuyendo a medida que aumenta su depreciación. En la figura se muestra la inversión necesaria considerando el valor de salvamento del controlador Delta-V, en el año cero como se ve la inversión es menor y en el último año (donde se estima el valor de salvamento del Delta-V como cero), la inversión total será igual a la inversión sin considerar el valor de salvamento del Delta-V.

## **Capítulo 11: Conclusiones y comentarios**

En este capítulo se presentan los resultados y conclusiones que arroja el estudio de factibilidad técnico económico.

El análisis de factibilidad expuesto está basado en los esquemas y documentos disponibles en fuentes, como lo son páginas del gobierno y documentos utilizados por empresas para este tipo de gestiones, además del uso de indicadores que aseguran una perspectiva confiable. La bibliografía utilizada se encuentra en fuentes de distribución gratuita. Para más información referirse a la sección *Bibliografía*.

En el mundo moderno existe una amplia gama de alternativas y modos de solución para un problema tecnológico, muchas veces el camino elegido para determinar qué solución es la más adecuada está muy ligado a la familiaridad que pueda tener el ingeniero o grupo de ingenieros con un sistema en particular, por lo que siempre será una obligación del cliente la investigación o asesoramiento apropiados para tomar estas decisiones.

En el caso particular expuesto en este estudio, se presenta una planta diseñada completamente en el extranjero y vendida como un paquete previamente diseñado y cotizado para su construcción y puesta en marcha, donde factores tan pequeños como lo es un controlador son de muy poca relevancia en algunos casos por lo que un estudio acabado es innecesario, sin embargo es en la operación y mantención de este sistema donde surgen estos aspectos que cobran importancia al intentar prever fallas y problemas que puedan presentarse a futuro.

Muchos de los estándares de calidad ofrecidos por la empresa y que se ven venir a futuro como lo son los que con toda seguridad impondrá la reciente participación de nuestro país en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, requieren

de la atenta monitorización de aspectos que de alguna forma aseguren una confiabilidad en la producción y en el producto final.

Como se mostró, el proceso de vapor y condensado consiste en un procedimiento muy sencillo que sin embargo es vital para procesos de mayor envergadura y por tanto su correcto y confiable funcionamiento se debe tener en cuenta no solo para el presente sino para el futuro.

La necesidad de cambiar el sistema de control radica en la poca confiabilidad de este, lo que contrarresta con las políticas de la empresa en relación a la mantención de sus sistemas de producción.

Se expusieron tres alternativas para solucionar la problemática con el controlador Delta-V, que corresponden a: La base optimizada que consiste en capacitar al personal del taller de electro-control para el funcionamiento del Delta-V, reemplazo del Bus de instrumentación Foundation Fieldbus por Hart para luego implementar PLCs y el uso de conversores de protocolo donde se estudian dos posibilidades: reemplazar el sistema de control por una plataforma S7-400 de Siemens o por una plataforma ControlLogix de Allen-Bradley.

De las alternativas anteriormente expuestas las que ofrecen las mismas prestaciones de control y operación, diagnóstico y auto detección de fallas que posee el sistema actual son: la base optimizada, reemplazo del control por tecnología Siemens, S7-400 y reemplazo del control por tecnología Allen-Bradley, ControlLogix. Por lo tanto ambas son factibles.

Como se mencionó con anterioridad la situación base optimizada considera la corrección de la problemática mediante la mejora de la situación actual, basándose en la detección de problemas y sus causas mediante un árbol causa-efecto que se realizó mediante una lluvia de ideas. Esta situación mostró su propiedad dada la corrección que ofrece en los aspectos críticos del estudio, sin embargo posee costos y tiempos más elevados, aportando con un incremento en los costos operacionales y en la complejidad al añadir una arquitectura más al laboratorio de electro-control.

Mediante la evaluación de costos CAE, se obtuvo como resultado la marca Allen-Bradley debido a sus menores costos y grandes prestaciones para el proceso. Con la implementación de esta alternativa se pretende solventar la problemática presente asegurando los tiempos de respuesta a fallas y por tanto dando al proceso una mayor confiabilidad. La empresa encargada de la implementación será Meiss Ingenieros, ofreciendo la implementación del sistema ControlLogix por alrededor de \$27.700.000 con una duración de 2 meses, y por contraparte de Asinpro la oferta de implementación del sistema S7-400 fue alrededor de \$34.400.000 con una duración de 2 meses.

Según lo estudiado esta alternativa cumple con lo siguiente:

**Comunicación dentro del esquema de control:** Dado que mantiene la topología de entrada-salida de señales de comunicación Ethernet, Fieldbus H1 y Profibus DP, integrándose por tanto de forma transparente en el proceso productivo.

**Mantener la mayor cantidad de la instrumentación asociada al proceso de vapor y condensado:** Dado que el bus de campo permanece inalterado, la integración con la instrumentación es completa, por lo que no se realiza ningún cambio.

**Mantener las prestaciones; HMI, restricciones de acceso, tiempos de respuesta:** Las estaciones HMI deberán ser reemplazadas, sin embargo los diagramas de proceso y monitorización de variables serán similares. Las restricciones de acceso se conservan de acuerdo a lo que requiera la empresa

**Mantener la retroalimentación de información de estado asociada a cada instrumento:** Dado que el bus de instrumentación se conserva, las prestaciones de diagnóstico de cada instrumento se mantienen.

**Minimizar cambios de protocolo a nivel de motores:** Los protocolos de comunicación de motores ON/OFF se mantienen.



**Mantener protocolo de comunicación a nivel de instrumentación:** El bus de comunicación de instrumentación se mantiene.

Debido a los altos costos del equipo Delta-V junto con sus módulos, y a su tiempo de vida útil, tiene un valor de salvamento relativamente elevado, lo que permite mitigar un porcentaje de los costos asociados a la inversión total en el proyecto.

La implementación de la solución tanto por Allen-Bradley o por Siemens poseen las mismas prestaciones, y por lo tanto ambas son factibles técnicamente.

El uso de tecnología de punta en la mayoría de las situaciones trae mayores ventajas con respecto al control y la monitorización, sin embargo es muy común el sobredimensionamiento de un proceso como en este caso. Esta situación conlleva a consecuencias importantes y que pueden generar en el sistema un estado de falla por un tiempo prolongado. Este sobredimensionamiento en el control del proceso genera una oportunidad muy valiosa para analizar las características que debe poseer un sistema de control y por sobre todo, el cómo se llega a cumplir con los requerimientos necesarios del sistema sin ocasionar una complejidad innecesaria.

Finalmente la realización de este seminario en una empresa nos dio una visión real y tangible del trabajo que debemos realizar a futuro y las responsabilidades que recaen en un ingeniero con nuestro perfil. Nos demostró cómo estos procesos pequeños e intermedios juegan un rol muy importante en líneas de producción que constan de varias secciones y en donde interactúan un gran número de maquinarias, y cómo en la confiabilidad de este proceso tan pequeño recae la confiabilidad de la producción general y su rendimiento.

## Glosario

VC	: Vapor y Condensado
HS	: Hand Switch, Interruptor Manual
TSHH	: Interruptor de temperatura muy alto
CLT	: Señal proveniente de una indicación auxiliar de un contactor
FP	: Contactor Auxiliar
ZSO	: Interruptor de posición normalmente abierto
PDT1	: Red de incendio
314	: Área de Macerado
410	: Area Planta Térmica
465	: Área de turbina Planta Térmica
470	: Área de vapor y condensado
CAE	: Costo Anual Equivalente
DCS	: Sistema de Control Distribuido
PLC	: Control Lógico Programable
HMI	: Human Machine Interface
VAN	: Valor Actual Neto
TIR	: Tasa Interna de Retorno
ISO-14001	: Norma Internacional de Medio Ambiente
OHSAS-18000	: Norma de Seguridad
SAP	: Systeme Anwendungen und Produkte
Gateway	: Puerto de Enlace
FF	: Foundation Fieldbus
VPN	: Valor Presente Neto

## **Bibliografía**

### **Textos de apoyo**

- Archivos de proyecto RAUTE Planta Paneles Arauco S.A. Área N° 470 proyecto N° 2720.
- Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Reemplazo de Equipos, MIDEPLAN.
- Nassir y Reinaldo Sapag Chain. (1991). Preparación y evaluación de proyectos segunda edición, Mc Graw Hill, México, 1991.

### **Otros documentos**

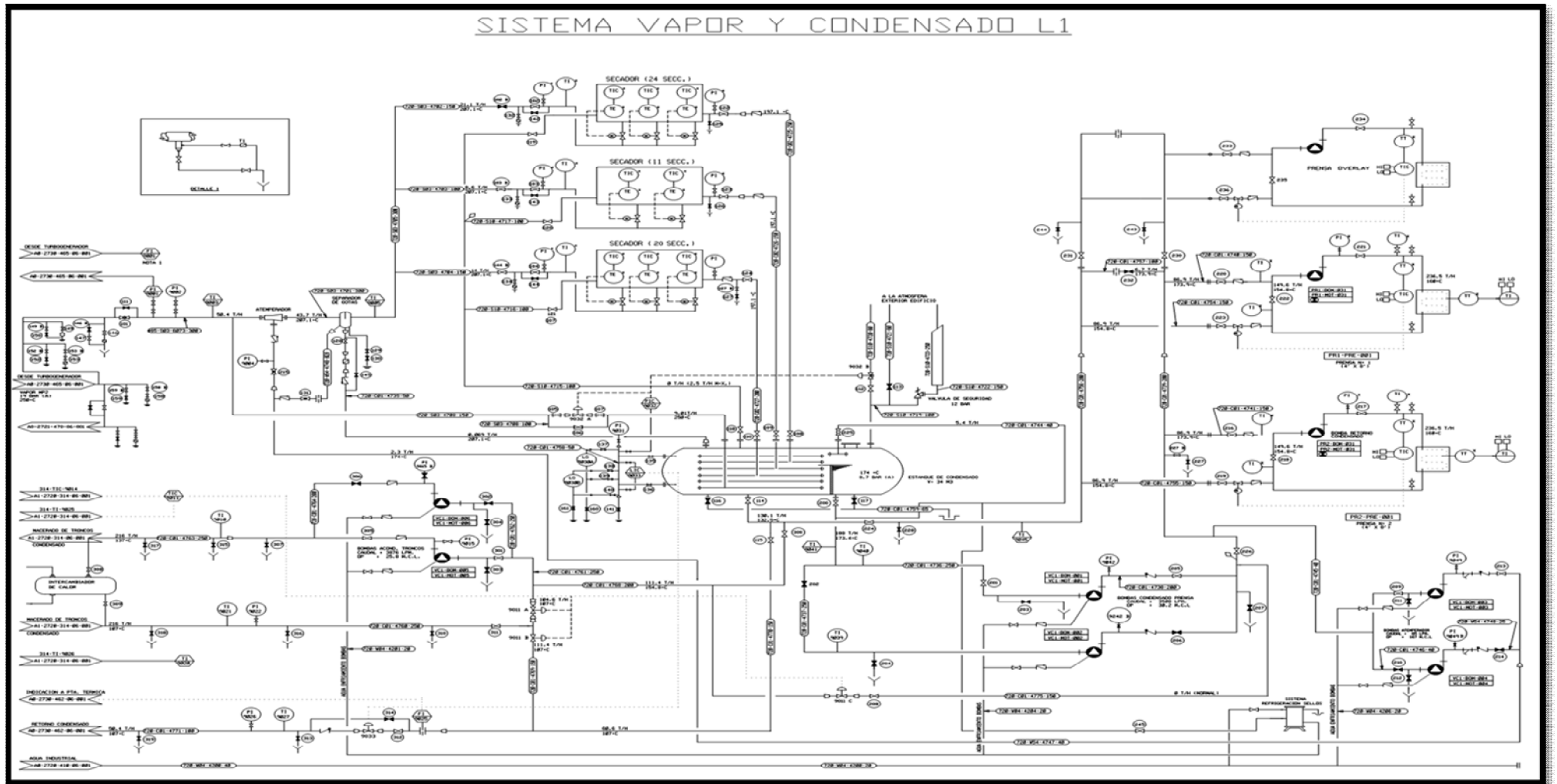
- Estudio de factibilidad técnico-económica de reemplazo de equipos en central termoeléctrica, Enero 1984, Jaime Antonio Acuña Ferreira.
- Resolución exenta N°43, 26 de diciembre del 2002, Servicio de Impuestos Internos.

### **Hojas de datos**

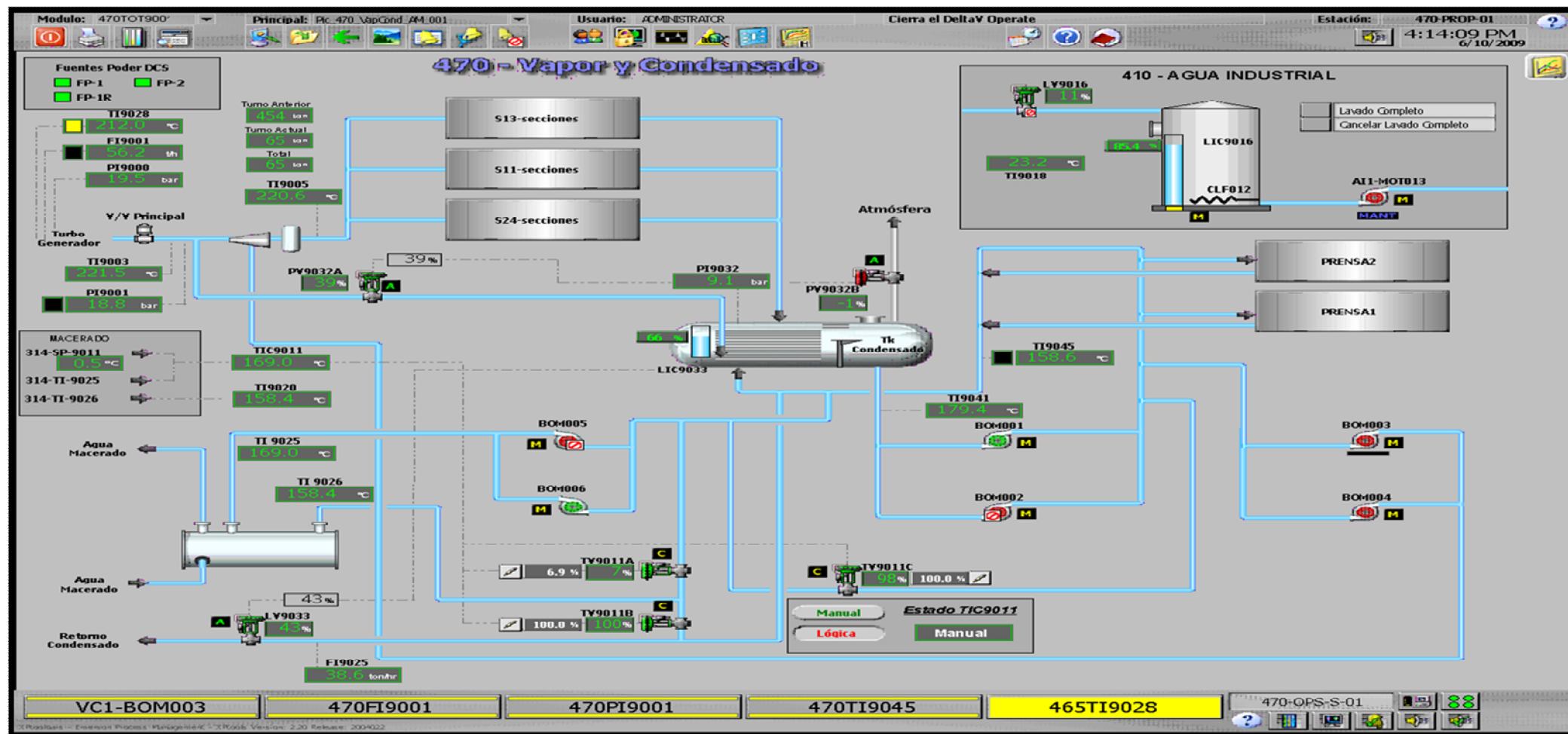
- Allen-Bradley: <http://www.ab.com>
- Schneider: <http://www.schneider-electric.cl/>
- Siemens: <http://www.automation.siemens.com>





**Anexo A:** Diagrama P&ID proceso de vapor y condensado en línea 1.



**Anexo B:** Interfaz Hombre-Máquina (**HMI**) proceso de vapor y condensado en Sala de Vapor N°1



Anexo C: Hojas de datos instrumentación

<b>Temperature Transmitter</b>			<b>TAG N° : 470-TT-9003</b>			<b>Temperature Transmitter</b>			<b>TAG N° : 470-TT-9005</b>														
P / O 2720-314-P05-0752-001			TEMPERATURE_TRANSMITTER			P / O 2720-314-P05-0752-001			TEMPERATURE_TRANSMITTER														
MAKE Rosemount Inc.						MAKE Rosemount Inc.																	
MODEL 3244MVF1NAA01B4C2C4Q4						MODEL 3244MVF1NAA01B4C2C4Q4																	
APPLICATION STEAM FROM TURBO GENERATOR TEMP.						APPLICATION SATURATED STEAM TEMPERATURE TO DRYERS																	
<b>TRANSMITTER</b>				<b>ELEMENT</b>				<b>TRANSMITTER</b>				<b>ELEMENT</b>											
<b>PRINCIPAL FEATURES</b>				<b>PRINCIPAL FEATURES</b>				<b>PRINCIPAL FEATURES</b>				<b>PRINCIPAL FEATURES</b>											
Transmitter Type		REMOTE WITHOUT LCD		Element Tag N°		470-TE-9003		Transmitter Type		REMOTE WITHOUT LCD		Element Tag N°		470-TE-9005									
Calibrated Range		0-380 °C		N° of Wires		FOUR WIRES		Calibrated Range		0-280 °C		N° of Wires		FOUR WIRES									
Element Burnout		UP SCALE		Wire Gauge		20AWG;Teflon insulated		Element Burnout		UP SCALE		Wire Gauge		20AWG;Teflon insulated									
Protocol		FIELDBUS FOUNDATION		Sheath Material		316 SS		Protocol		FIELDBUS FOUNDATION		Sheath Material		316 SS									
Elect. Certification		GENERAL PURPOSE		Outside Diamet.		0,25inch		Elect. Certification		GENERAL PURPOSE		Outside Diamet.		0,25inch									
Serial N°								Serial N°															
<b>ENCLOSURE</b>				<b>THERMOWELL</b>				<b>ENCLOSURE</b>				<b>THERMOWELL</b>											
Rating		NEMA 4X		Sensor Type		RTD PT100 SPRING LOAD		Rating		NEMA 4X		Sensor Type		RTD PT100 SPRING LOAD									
Mounting		BRACKET 2" (316 S.S.)		Model N		0078P21C60A090T22V3		Mounting		BRACKET 2" (316 S.S.)		Model N		0078P21C60A090T22V3									
				Type		STEPPED						Type		STEPPED									
				Span		-200-500°C						Span		-200-500°C									
				Material		316 SS						Material		316 SS									
				Insertion Length		9"						Insertion Length		9"									
				Lag Extension		1½"						Lag Extension		1½"									
				Process Conn		½" NPT M						Process Conn		½" NPT M									
				<b>NIPPLE ASSEMBLY</b>								<b>NIPPLE ASSEMBLY</b>											
				Type		EXTENSION UNION NIPPLE						Type		EXTENSION UNION NIPPLE									
				Length		6"						Length		6"									
				Material		316 SS						Material		316 SS									
; Not Grounded !												; Not Grounded !											
<b>PROCESS DATA</b>						<b>PROCESS DATA</b>						<b>PROCESS DATA</b>						<b>PROCESS DATA</b>					
Fluid		SUPERHEATED STEAM				Fluid		SATURATED STEAM				Fluid		SATURATED STEAM				Fluid		SATURATED STEAM			
Pressure		22,7 BAR A				Pressure		18 BAR A				Pressure		207,1 °C				Pressure		250 °C			
Temperature-nor		250 °C				Temperature-nor		207,1 °C				Temperature-nor		250 °C				Temperature-nor		250 °C			
Temperature-Max.		349 °C				Temperature-Max.		250 °C				Temperature-Max.		250 °C				Temperature-Max.		250 °C			
Line/Equipment N°		465-S03-8073-300				Line/Equipment N°		720-S02-4701-300				Line/Equipment N°		720-S02-4701-300				Line/Equipment N°		720-S02-4701-300			
<b>REMARKS</b>						<b>REMARKS</b>						<b>REMARKS</b>						<b>REMARKS</b>					
						<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>												<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>					
						CLASS		5C-02.03										CLASS		5C-02.03			
						D. S.		5D-30.02										D. S.		5D-30.02			
						D. S.		5D-62.01										D. S.		5D-62.01			
		Project : GIC-2720		By : CSN		Chk : HGV		App : EMG		Rev. 1				Project : GIC-2720		By : CSN		Chk : HGV		App : EMG		Rev. 1	
		<b>TERCIADOS ITATA</b>		PARA CONSTRUCCION				Fecha : 29-05-04		<b>TERCIADOS ITATA</b>				PARA CONSTRUCCION				Fecha : 29-05-04					
		P&ID: 2720-470-06-002				470-TT-9003						P&ID: 2720-470-06-002				470-TT-9005							



<b>Temperature Transmitter</b>		<b>TAG N° : 470-TT-9041</b>	
<b>P / O</b>	2720-314-P05-0752-001	TEMPERATURE_TRANSMITTER	
<b>MAKE</b>	Rosemount Inc.		
<b>MODEL</b>	3244MVF1NAA01B4C2C4Q4		
<b>APPLICATION</b>	CONDENSATE TO PRESS PUMP TEMPERATURE		
<b>TRANSMITTER</b>		<b>ELEMENT</b>	
<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>PRINCIPAL FEATURES</b>	
Transmitter Type	REMOTE WITHOUT LCD	Element Tag N°	470-TE-9041
Calibrated Range	0-220 °C	N° of Wires	FOUR WIRES
Element Burnout	UP SCALE	Wire Gauge	20AWG;Teflon insulated
Protocol	FIELDBUS FOUNDATION	Sheath Material	316 SS
Elect. Certification	GENERAL PURPOSE	Outside Diamet.	0,25inch
Serial N°			
<b>ENCLOSURE</b>		<b>THERMOWELL</b>	
Rating	NEMA 4X	Sensor Type	RTD PT100 SPRING LOAD
Mounting	BRACKET 2" (316 S.S.)	Model N	0068P21C30A080T22V3
		Type	STEPPED
		Span	-50 TO 400°C
		Material	316 SS
		Insertion Length	8"
		Lag Extension	2½"
		Process Conn	¼" NPT M
		<b>NIPPLE ASSEMBLY</b>	
		Type	EXTENSION UNION NIPPLE
		Length	3"
		Material	316 SS

; Not Grounded !

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	8,7 BAR A
Temperature-nor	174 °C
Temperature-Max.	188 °C
Line/Equipment N°	720-C01-4736-250

<b>REMARKS</b>	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
	CLASS	5C-02.03
	D. S.	5D-30.02
	D. S.	5D-62.01

	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
	TERMINADOS	PARA CONSTRUCCION	Fecha : 29-05-04		

<b>Temperature Transmitter</b>		<b>TAG N° : 470-TT-9045</b>	
<b>P / O</b>	2720-314-P05-0752-001	TEMPERATURE_TRANSMITTER	
<b>MAKE</b>	Rosemount Inc.		
<b>MODEL</b>	3244MVF1NAA01B4C2C4Q4		
<b>APPLICATION</b>	CONDENSATE TEMP.OF PRESS RETURN LINE		
<b>TRANSMITTER</b>		<b>ELEMENT</b>	
<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>PRINCIPAL FEATURES</b>	
Transmitter Type	REMOTE WITHOUT LCD	Element Tag N°	470-TE-9045
Calibrated Range	0-220 °C	N° of Wires	FOUR WIRES
Element Burnout	UP SCALE	Wire Gauge	20AWG;Teflon insulated
Protocol	FIELDBUS FOUNDATION	Sheath Material	316 SS
Elect. Certification	GENERAL PURPOSE	Outside Diamet.	0,25inch
Serial N°			
<b>ENCLOSURE</b>		<b>THERMOWELL</b>	
Rating	NEMA 4X	Sensor Type	RTD PT100 SPRING LOAD
Mounting	BRACKET 2" (316 S.S.)	Model N	0068P21C30A060T22V3
		Type	STEPPED
		Span	-50 TO 400°C
		Material	316 SS
		Insertion Length	6"
		Lag Extension	1½"
		Process Conn	¼" NPT M
		<b>NIPPLE ASSEMBLY</b>	
		Type	EXTENSION UNION NIPPLE
		Length	3"
		Material	316 SS

; Not Grounded !

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	8,7 BAR A
Temperature-nor	154,8 °C
Temperature-Max.	188 °C
Line/Equipment N°	720-C01-4756-200

<b>REMARKS</b>	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
	CLASS	5C-02.03
	D. S.	5D-30.02
	D. S.	5D-62.01

	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
	TERMINADOS	PARA CONSTRUCCION	Fecha : 29-05-04		



<b>Thermometer</b>		<b>TAG N° : 470-TI-9010</b>	
P / O	2720-470-P05-0756-001	TEMPERATURE_INDICATOR	
MAKE	WINTERS		
MODEL	T52120-B34		
APPLICATION	TEMP.INDIC.OF CONDENSATE TO LOG CONDIT.		
<b>PRINCIPAL FEATURES</b>			
Range	0 - 300 °C	<b>THERMOWELL</b>	
Sensor Type	BIMETAL	Make	WINTERS
Serial N°		Model	BN120-2
Miscellaneous	N.A.	Type	STEPPED
<b>CASE</b>		Material	316 SS
Dial Size	5"	Insertion Length	7,5"
Mounting	LOCAL	Lag Extension	3"
Material	304 SS	Process Conn	3/4" NPT M
Conn. Location	ADJUSTABLE ANGLE		
<b>STEM OR BULB</b>			
Material	304 SS		
Length	12"		
Outside	1/4"		
Connection	1/2" NPT M		
<b>CAPILLARY</b>			
Type	N.A.		
Material	N.A.		
Length	N.A.		
<b>PROCESS DATA</b>			
Fluid	HOT CONDENSATE		
Pressure	11 BAR A		
Temperature-nor	137 °C		
Temperature-max	174 °C		
Line/Equipment	720-C01-4763-250		
<b>REMARKS</b>		<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
		CLASS	5C-02.03
		D. S.	5D-30.03
		D. S.	

	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
	TERMINADOS	PARA CONSTRUCCION	Fecha : 29-05-04		

<b>Thermometer</b>		<b>TAG N° : 470-TI-9021</b>	
P / O	2720-470-P05-0756-001	TEMPERATURE_INDICATOR	
MAKE	WINTERS		
MODEL	T52120-B33		
APPLICATION	CONDENSATE FROM LOG CONDIT.TEMP.INDIC.		
<b>PRINCIPAL FEATURES</b>			
Range	0 - 200 °C	<b>THERMOWELL</b>	
Sensor Type	BIMETAL	Make	WINTERS
Serial N°		Model	BN120-2
Miscellaneous	N.A.	Type	STEPPED
<b>CASE</b>		Material	316 SS
Dial Size	5"	Insertion Length	7,5"
Mounting	LOCAL	Lag Extension	3"
Material	304 SS	Process Conn	3/4" NPT M
Conn. Location	ADJUSTABLE ANGLE		
<b>STEM OR BULB</b>			
Material	304 SS		
Length	12"		
Outside	1/4"		
Connection	1/2" NPT M		
<b>CAPILLARY</b>			
Type	N.A.		
Material	N.A.		
Length	N.A.		
<b>PROCESS DATA</b>			
Fluid	HOT CONDENSATE		
Pressure	12 BAR A		
Temperature-nor	107 °C		
Temperature-max	137 °C		
Line/Equipment	720-C01-4760-250		
<b>REMARKS</b>		<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
		CLASS	5C-02.03
		D. S.	5D-30.03
		D. S.	

	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
	TERMINADOS	PARA CONSTRUCCION	Fecha : 29-05-04		




<b>Thermometer</b>		<b>TAG N° :</b> 470-TI-9027
<b>P / O</b>	2720-470-P05-0756-001	TEMPERATURE_INDICATOR
<b>MAKE</b>	WINTERS	
<b>MODEL</b>	T52175-B34	
<b>APPLICATION</b>	TEMPERATURE INDIC.OF RETURN CONDENSATE	

<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>THERMOWELL</b>	
Range	0 - 300 °C	Make	WINTERS
Sensor Type	BIMETAL	Model	BN075-2
Serial N°		Type	STEPPED
Miscellaneous	N.A.	Material	316 SS
		Insertion Length	3"
		Lag Extension	3"
		Process Conn	3/4" NPT M
<b>CASE</b>			
Dial Size	5"		
Mounting	LOCAL		
Material	304 SS		
Conn. Location	ADJUSTABLE ANGLE		
<b>STEM OR BULB</b>			
Material	304 SS		
Length	7,5"		
Outside	1/4"		
Connection	1/2" NPT M		
<b>CAPILLARY</b>			
Type	N.A.		
Material	N.A.		
Length	N.A.		

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	12 BAR A
Temperature-nor	107 °C
Temperature-max	174 °C
Line/Equipment	720-C01-4771-100

<b>REMARKS</b>	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>			
	CLASS	5C-02.03		
	D. S.	5D-30.03		
	D. S.			


 Arauco	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
--	--------------------	----------	-----------	-----------	--------

<b>Thermometer</b>		<b>TAG N° :</b> 470-TI-9039
<b>P / O</b>	2720-470-P05-0756-001	TEMPERATURE_INDICATOR
<b>MAKE</b>	WINTERS	
<b>MODEL</b>	T52120-B34	
<b>APPLICATION</b>	CONDENSATE TO S-BY PRESS PUMP TEMP.	

<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>THERMOWELL</b>	
Range	0 - 300 °C	Make	WINTERS
Sensor Type	BIMETAL	Model	BN120-2
Serial N°		Type	STEPPED
Miscellaneous	N.A.	Material	316 SS
		Insertion Length	7,5"
		Lag Extension	3"
		Process Conn	3/4" NPT M
<b>CASE</b>			
Dial Size	5"		
Mounting	LOCAL		
Material	304 SS		
Conn. Location	ADJUSTABLE ANGLE		
<b>STEM OR BULB</b>			
Material	304 SS		
Length	12"		
Outside	1/4"		
Connection	1/2" NPT M		
<b>CAPILLARY</b>			
Type	N.A.		
Material	N.A.		
Length	N.A.		

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	12 BAR A
Temperature-nor	174 °C
Temperature-max	188 °C
Line/Equipment	720-C01-4737-250

<b>REMARKS</b>	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>			
	CLASS	5C-02.03		
	D. S.	5D-30.03		
	D. S.			

 Arauco	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
--	--------------------	----------	-----------	-----------	--------




<b>Thermometer</b>		<b>TAG N° :</b> 470-TI-9040
P / O	2720-470-P05-0756-001	TEMPERATURE_INDICATOR
MAKE	WINTERS	
MODEL	T52120-B34	
APPLICATION	CONDENSATE TO PRESS PUMP TEMPERATURE	

<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>THERMOWELL</b>	
Range	0 - 300 °C	Make	WINTERS
Sensor Type	BIMETAL	Model	BN120-2
Serial N°		Type	STEPPED
Miscellaneous	N.A.	Material	316 SS
		Insertion Length	7,5"
<b>CASE</b>		Lag Extension	3"
Dial Size	5"	Process Conn	3/4" NPT M
Mounting	LOCAL		
Material	304 SS		
Conn. Location	ADJUSTABLE ANGLE		
<b>STEM OR BULB</b>			
Material	304 SS		
Length	12"		
Outside	1/4"		
Connection	1/2" NPT M		
<b>CAPILLARY</b>			
Type	N.A.		
Material	N.A.		
Length	N.A.		

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	12 BAR A
Temperature-nor	174 °C
Temperature-max	188 °C
Line/Equipment	720-C01-4736-250

<b>REMARKS</b>	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
	CLASS	5C-02.03
	D. S.	5D-30.03
	D. S.	


 Arauco	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
--	--------------------	----------	-----------	-----------	--------

<b>Pressure Transmitter</b>		<b>TAG N° :</b> 470-PT-9001
P / O	2720-314-P05-0752-002	PRESSURE_TRANSMITTER
MAKE	ABB	
MODEL	264PSQSSB2A3V1/B2//I2/N6/C1	
APPLICATION	STEAM FROM TURBO GENERATOR PRESSURE	

<b>TRANSMITTER</b>			
<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>INDICATION</b>	
Transmitter Type	PRESSURE GAUGE	Type	N/A
Calibrated Range	0-25 BAR G	Scale	N/A
Element Type	INDUCTIVE		
Span	0,8 a 80 bar	<b>MANIFOLD</b>	
Mounting	BRACKET FOR 2" PIPE	Make	N/A
Enclosure Rating	NEMA 4X	Model	N/A
Serial N°		Type	N/A
Protocol	Fieldbus Foundation	Material	N/A
Elect. Certification	GRAL PURPOSE	Process Conn.	N/A
<b>MATERIALS</b>		<b>DIAPHRAGM SEAL</b>	
Body	316 SS		
Diaphragm	316 SS	<b>CAPILLARY</b>	
Other Wetted Pts	316 SS	Type	N/A
Fill Fluid	SILICONE OIL	Length	N/A
Flange	N/A		
Enclosure	AL ALLOY EPOXY COATED	<b>MATERIALS</b>	
<b>CONNECTION SIZE/TYPE</b>		Diaphragm	N/A
Process Hi Side	1/2" NPT F	Process Conn	N/A
Process Lo Side	N/A	Capillary	N/A
		Fill Fluid	N/A

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	MP STEAM
Pressure norm.	17 BAR G
Pressure Max.	
Specific Gravity	0,009
Temperature	250 °C
Line/Equipment	465-S03-6073-300

<b>REMARKS</b>	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
	CLASS	5C-02.03
	D. S.	5D-51.06
	D. S.	5D-62.01

 Arauco	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
--	--------------------	----------	-----------	-----------	--------



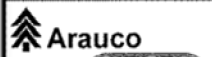


<b>Pressure Transmitter</b>		<b>TAG N° :</b> 470-PT-9032
P / O	2720-314-P05-0752-002	PRESSURE_TRANSMITTER
MAKE	ABB	
MODEL	264PSQSSB2A3/V1/B2//I2/N6/C1	
APPLICATION	PRESSURE IN VC1-TKS-011 CONDENSATE TANK	

<b>TRANSMITTER</b>			
<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>INDICATION</b>	
Transmitter Type	PRESSURE GAUGE	Type	N/A
Calibrated Range	0-14 BAR G	Scale	N/A
Element Type	INDUCTIVE	<b>MANIFOLD</b>	
Span	0,8 a 80 bar	Make	N/A
Mounting	BRACKET FOR 2" PIPE	Model	N/A
Enclosure Rating	NEMA 4X	Type	N/A
Serial N°		Material	N/A
Protocol	FIELD BUS FOUNDATION	Process Conn.	N/A
Elect. Certification	GRAL PURPOSE	<b>DIAPHRAGM SEAL</b>	
<b>MATERIALS</b>		<b>CAPILLARY</b>	
Body	316 SS	Type	N/A
Diaphragm	316 SS	Length	N/A
Other Wetted Pts	316 SS	<b>MATERIALS</b>	
Fill Fluid	SILICONE OIL	Diaphragm	N/A
Flange	N/A	Process Conn	N/A
Enclosure	AL.ALLOY EPOXY COATED	Capillary	N/A
<b>CONNECTION SIZE/TYPE</b>		Fill Fluid	N/A
Process Hi Side	1/2" NPT F	<b>PROCESS DATA</b>	
Process Lo Side	N/A	Fluid	SATURATED STEAM
		Pressure norm.	7,7 BAR G
		Pressure Max.	11 BAR G
		Specific Gravity	0,009
		Temperature	174 °C
		Line/Equipment	720-C01-4750-50

<b>REMARKS</b>		<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
		CLASS	5C-02.03
		D. S.	5D-51.06
		D. S.	5D-62.01

<b>REMARKS</b>		<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
DRY		CLASS	5C-02.03
		D. S.	5D-21.06 F.3
		D. S.	

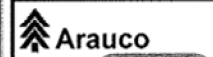
	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
	TERCIADOC	PARA CONSTRUCCION	Fecha : 29-05-04		

<b>Manometer</b>		<b>TAG N° :</b> 470-PI-9002
P / O	2720-313-P05-0756-001	PRESSURE_INDICATOR
MAKE	WINTERS	
MODEL	P666-R11-S(0/ 25 BAR)-DRY / A557	
APPLICATION	STEAM PRESS.INDICATION FROM TURBO GEN.	

<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>CAPILLARY</b>	
Range	0 - 25 BAR G	Type	NOT REQUIRED
Serial N°		Length	NA
<b>CASE</b>		<b>MATERIALS</b>	
Type	SOLID FRONT	Diaph	NA
Size	4"	Process Conn	W/ SEAMLESS ST.PIGTAIL
Material	304 SS	Capillary	NA
Mounting	STEM	Fill Fluid	NA
Conn. Location	BOTTOM	Top Housing	NA
Conn Size/Type	1/2" NPT M	Bott. Housing	NA
<b>ELEMENT</b>		<b>DIAPHRAGM SEAL</b>	
Type	BOURDON	Manufacturer	NOT REQUIRED
Material	316 SS	Model	NA
		Process Conn.	NA

<b>REMARKS</b>		<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
		CLASS	5C-02.03
		D. S.	5D-21.06 F.3
		D. S.	

<b>REMARKS</b>		<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
		CLASS	5C-02.03
		D. S.	5D-21.06 F.3
		D. S.	

	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
	TERCIADOC	PARA CONSTRUCCION	Fecha : 29-05-04		



<b>Manometer</b>		<b>TAG N° :</b> 470-PI-9004
<b>P / O</b>	2720-313-P05-0756-001	PRESSURE_INDICATOR
<b>MAKE</b>	WINTERS	
<b>MODEL</b>	P664-R11-S(0/ 60 BAR)-DRY / A557	
<b>APPLICATION</b>	ATEMPERATION WATER LINE PRESSURE	

<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>CAPILLARY</b>	
Range	0 - 60 BAR G	Type	NOT REQUIRED
Serial N°		Length	NA
<b>CASE</b>		<b>MATERIALS</b>	
Type	SOLID FRONT	Diaph	NA
Size	4"	Process Conn	W/ SEAMLESS ST.PIGTAIL
Material	304 SS	Capillary	NA
Mounting	STEM	Fill Fluid	NA
Conn. Location	BOTTOM	Top Housing	NA
Conn Size/Type	½" NPT M	Bott. Housing	NA
<b>ELEMENT</b>			
Type	BOURDON		
Material	316 SS		
<b>DIAPHRAGM SEAL</b>			
Manufacturer	NOT REQUIRED		
Model	NA		
Process Conn.	NA		

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	25 - 46 BAR A
Temperature	174 °C
Specific Gravity	0,84
Consistency	NA
Line/Equipment	720-W54-4747-40

<b>REMARKS</b> DRY	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>
	CLASS 5C-02.03
	D. S. 5D-21.06 F.3
	D. S.

<b>Manometer</b>		<b>TAG N° :</b> 470-PI-9015
<b>P / O</b>	2720-313-P05-0756-001	PRESSURE_INDICATOR
<b>MAKE</b>	WINTERS	
<b>MODEL</b>	P661-R11-S(0/ 16 BAR) / A557	
<b>APPLICATION</b>	OUTLET PRESS.OF VC1-BOM-005 PUMP	

<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>CAPILLARY</b>	
Range	0 - 16 BAR G	Type	NOT REQUIRED
Serial N°		Length	NA
<b>CASE</b>		<b>MATERIALS</b>	
Type	SOLID FRONT	Diaph	NA
Size	4"	Process Conn	W/ SEAMLESS ST.PIGTAIL
Material	304 SS	Capillary	NA
Mounting	STEM	Fill Fluid	NA
Conn. Location	BOTTOM	Top Housing	NA
Conn Size/Type	½" NPT M	Bott. Housing	NA
<b>ELEMENT</b>			
Type	BOURDON		
Material	316 SS		
<b>DIAPHRAGM SEAL</b>			
Manufacturer	NOT REQUIRED		
Model	NA		
Process Conn.	NA		

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	11 - 11,8 BAR A
Temperature	170 °C
Specific Gravity	0,93
Consistency	NA
Line/Equipment	720-C01-4763-250

<b>REMARKS</b> FILLED WITH GLYCERINE	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>
	CLASS 5C-02.03
	D. S. 5D-21.06 F.3
	D. S.




<b>Manometer</b>		<b>TAG N° :</b> 470-PI-9022
<b>P / O</b>	2720-313-P05-0756-001	PRESSURE_INDICATOR
<b>MAKE</b>	WINTERS	
<b>MODEL</b>	P661-R11-S(0/ 16 BAR)-DRY / A557	
<b>APPLICATION</b>	CONDENSATE FROM LOG CONDIT.PRESS.INDIC.	

<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>CAPILLARY</b>	
Range	0 - 16 BAR G	Type	NOT REQUIRED
Serial N°		Length	NA
<b>CASE</b>		<b>MATERIALS</b>	
Type	SOLID FRONT	Diaph	NA
Size	4"	Process Conn	W/ SEAMLESS ST.PIGTAIL
Material	304 SS	Capillary	NA
Mounting	STEM	Fill Fluid	NA
Conn. Location	BOTTOM	Top Housing	NA
Conn Size/Type	½" NPT M	Bott. Housing	NA
<b>ELEMENT</b>			
Type	BOURDON		
Material	316 SS		
<b>DIAPHRAGM SEAL</b>			
Manufacturer	NOT REQUIRED		
Model	NA		
Process Conn.	NA		

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	3 - 8,7 - 11,8 BAR A
Temperature	107 °C
Specific Gravity	0,95
Consistency	NA
Line/Equipment	720-C01-4760-250

<b>REMARKS</b> DRY	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
	<b>CLASS</b>	5C-02.03
	<b>D. S.</b>	5D-21.06 F.3
	<b>D. S.</b>	


 Arauco	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
--	--------------------	----------	-----------	-----------	--------

<b>Manometer</b>		<b>TAG N° :</b> 470-PI-9026
<b>P / O</b>	2720-313-P05-0756-001	PRESSURE_INDICATOR
<b>MAKE</b>	WINTERS	
<b>MODEL</b>	P661-R11-S(0/ 16 BAR)-DRY / A557	
<b>APPLICATION</b>	PRESSURE INDICATION OF RET.CONDENSATE	

<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>CAPILLARY</b>	
Range	0 - 16 BAR G	Type	NOT REQUIRED
Serial N°		Length	NA
<b>CASE</b>		<b>MATERIALS</b>	
Type	SOLID FRONT	Diaph	NA
Size	4"	Process Conn	W/ SEAMLESS ST.PIGTAIL
Material	304 SS	Capillary	NA
Mounting	STEM	Fill Fluid	NA
Conn. Location	BOTTOM	Top Housing	NA
Conn Size/Type	½" NPT M	Bott. Housing	NA
<b>ELEMENT</b>			
Type	BOURDON		
Material	316 SS		
<b>DIAPHRAGM SEAL</b>			
Manufacturer	NOT REQUIRED		
Model	NA		
Process Conn.	NA		

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	4 - 12 BAR A
Temperature	107 °C
Specific Gravity	0,95
Consistency	NA
Line/Equipment	720-C01-4771-100

<b>REMARKS</b> DRY	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
	<b>CLASS</b>	5C-02.03
	<b>D. S.</b>	5D-21.06 F.3
	<b>D. S.</b>	

 Arauco	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
--	--------------------	----------	-----------	-----------	--------




<b>Manometer</b>		<b>TAG N° :</b> 470-PI-9031
P / O	2720-313-P05-0756-001	PRESSURE_INDICATOR
MAKE	WINTERS	
MODEL	P661-R11-S(0/ 16 BAR)-DRY / A557	
APPLICATION	VC1-TKS-011 CONDENSATE TANK PRESS.INDIC.	

<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>CAPILLARY</b>	
Range	0 - 16 BAR G	Type	NOT REQUIRED
Serial N°		Length	NA
<b>CASE</b>		<b>MATERIALS</b>	
Type	SOLID FRONT	Diaph	NA
Size	4"	Process Conn	W/ SEAMLESS ST.PIGTAIL
Material	304 SS	Capillary	NA
Mounting	STEM	Fill Fluid	NA
Conn. Location	BOTTOM	Top Housing	NA
Conn Size/Type	½" NPT M	Bott. Housing	NA
<b>ELEMENT</b>			
Type	BOURDON		
Material	316 SS		
<b>DIAPHRAGM SEAL</b>			
Manufacturer	NOT REQUIRED		
Model	NA		
Process Conn.	NA		

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	8,7 - 12 BAR A
Temperature	174 °C
Specific Gravity	0,84
Consistency	NA
Line/Equipment	720-C01-4758-50

<b>REMARKS</b> DRY	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>			
	CLASS	5C-02.03		
	D. S.	5D-21.06 F.3		
	D. S.			


 Arauco	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
--	--------------------	----------	-----------	-----------	--------

<b>Manometer</b>		<b>TAG N° :</b> 470-PI-9042
P / O	2720-313-P05-0756-001	PRESSURE_INDICATOR
MAKE	WINTERS	
MODEL	P661-R11-S(0/ 16 BAR) / A557	
APPLICATION	OUTLET PRESSURE OF VC1-BOM-002 PUMP	

<b>PRINCIPAL FEATURES</b>		<b>CAPILLARY</b>	
Range	0 - 16 BAR G	Type	NOT REQUIRED
Serial N°		Length	NA
<b>CASE</b>		<b>MATERIALS</b>	
Type	SOLID FRONT	Diaph	NA
Size	4"	Process Conn	W/ SEAMLESS ST.PIGTAIL
Material	304 SS	Capillary	NA
Mounting	STEM	Fill Fluid	NA
Conn. Location	BOTTOM	Top Housing	NA
Conn Size/Type	½" NPT M	Bott. Housing	NA
<b>ELEMENT</b>			
Type	BOURDON		
Material	316 SS		
<b>DIAPHRAGM SEAL</b>			
Manufacturer	NOT REQUIRED		
Model	NA		
Process Conn.	NA		

<b>PROCESS DATA</b>	
Fluid	HOT CONDENSATE
Pressure	11,33 - 12 BAR A
Temperature	174 - 188 °C
Specific Gravity	0,89
Consistency	NA
Line/Equipment	720-C01-4738-200

<b>REMARKS</b> FILLED WITH GLYCERINE	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>			
	CLASS	5C-02.03		
	D. S.	5D-21.06 F.3		
	D. S.			



 Arauco	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
--	--------------------	----------	-----------	-----------	--------

<b>Manometer</b>				<b>TAG N° : 470-PI-9049</b>			
P / O		2720-313-P05-0756-001		PRESSURE_INDICATOR			
MAKE		WINTERS					
MODEL		P664-R11-S(0/ 60 BAR) / A557					
APPLICATION				OUTLET PRESSURE OF VC1-BOM-003 PUMP			
<b>PRINCIPAL FEATURES</b>				<b>CAPILLARY</b>			
Range		0 - 60 BAR G		Type		NOT REQUIRED	
Serial N°				Length		NA	
<b>CASE</b>				<b>MATERIALS</b>			
Type		SOLID FRONT		Diaph		NA	
Size		4"		Process Conn		W/ SEAMLESS ST.PIGTAIL	
Material		304 SS		Capillary		NA	
Mounting		STEM		Fill Fluid		NA	
Conn. Location		BOTTOM		Top Housing		NA	
Conn Size/Type		½" NPT M		Bott. Housing		NA	
<b>ELEMENT</b>							
Type		BOURDON					
Material		316 SS					
<b>DIAPHRAGM SEAL</b>							
Manufacturer		NOT REQUIRED					
Model		NA					
Process Conn.		NA					
<b>PROCESS DATA</b>							
Fluid		HOT CONDENSATE					
Pressure		25 - 46 BAR A					
Temperature		174 °C					
Specific Gravity		0,84					
Consistency		NA					
Line/Equipment		720-W54-4747-25					
<b>REMARKS</b>				<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>			
FILLED WITH GLYCERINE							
				CLASS 5C-02.03			
				D. S. 5D-21.06 F.3			
				D. S.			
Project : GIC-2720		By : CSN		Chk : HGV		App : EMG Rev. 1	
<b>Flow Element</b>				<b>TAG N° : 470-FE-9025</b>			
P / O		2720-470-P05-0755-002		FLOW_ELEMENT			
MAKE		ROSEMOUNT					
MODEL		1495PC040A3SA02554 / 1496SO040A3C					
APPLICATION				RETURN CONDENSATE FLOW			
<b>ELEMENT</b>							
Type		CONCENTRIC SQ.EDGE					
Rating		CLASS 300					
Material		316L SS					
Place Thickness		0,125 in					
<b>PRINCIPAL FEATURES</b>							
Range		0-60 T/H					
Serial N°							
Pressure Tap Type		FLANGE TAPS					
Diff. Press. Range		0 - 100 in H2O					
Aproximate d/D (β)		0,6343					
Vent/Drain Hole		VENT HOLE					
Miscellaneous		-					
<b>CONNECTION</b>							
Type		ANSI FLANGES SLIP ON					
Rating		CLASS 300					
Material		CARBON STEEL					
<b>PROCESS DATA</b>							
Fluid		CONDENSATE		Temperature		107 °C	
Flow-norm		50,9 ton/h		Line/equipment		720-C01-4771-100	
Flow-max		56 ton/h		Line/size		100 mm	
P inlet@norm Flow		5 BAR G		Line/schedule		STD	
P inlet@max Flow		3 BAR G					
Specific Gravity		-					
<b>REMARKS</b>				<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>			
1.- FLANGES BY VENDOR							
2.- FLANGES TAPPED FOR ½" NPT FITTING							
				CLASS 5C-02.02			
				D. S. 5D-01.01			
				D. S.			
Project : GIC-2720		By : CSN		Chk : HGV		App : EMG Rev. 1	







<b>Flow Transmitter dP type</b>			TAG N° : 470-FT-9025			<b>Level Transmitter</b>			TAG N° : 470-LT-9033														
P / O 2720-314-P05-0752-002			DP_FLOW_TRANSMITTER			P / O 2720-314-P05-0752-002			DIFF_PRESSURE_TRANSMITTER														
MAKE ABB						MAKE ABB																	
MODEL 264DSGSSB2A3/V1/B2/I2/N6/C1/DR0174/J9						MODEL 264DSFSSB2A3/V1/B2/I2/N6/C1/DR0174/J9																	
APPLICATION RETURN CONDENSATE FLOW						APPLICATION CONDENSATE LEVEL IN VC1-TKS-011 TANK																	
<b>TRANSMITTER</b>				<b>MANIFOLD</b>				<b>TRANSMITTER</b>				<b>INDICATION</b>											
<b>PRINCIPAL FEATURES</b>								<b>PRINCIPAL FEATURES</b>				<b>INDICATION</b>											
Transmitter Type dP CELL				Make ABB				Transmitter Type DP CELL TRANSMITTER				Type NA											
Calibrated Range 0 - 200 in H2O				Model DR0174				Calibrated Range 0 - 3 m H2O				Scale NA											
Mounting BRACKET FOR 2" PIPE				Type 3 WAYS				Element Type INDUCTIVE				<b>MANIFOLD</b>											
Enclosure Rating NEMA 4X				Material 316 SS				Span 2,67 a 160 in H2O															
Element Type INDUCTIVE				<b>DIAGRAM SEAL</b>				Mounting BRACKET FOR 2" PIPE				Make ABB											
Span 4,35 a 260 in H2O								Process Conn. NA				Enclosure Rating NEMA 4X				Model DR0174							
Protocol Fieldbus Foundation				Type NA				Serial N°				Type 3 WAYS											
Elect. Certification GENERAL PURPOSE				Length NA				Protocol FIELDBUS FOUNDATION				Material 316 SS											
Serial N° VTS				<b>MATERIALS</b>				Elect. Certification GENERAL PURPOSE				Process Conn. NA											
<b>MATERIALS</b>								Diaph. NA				<b>MATERIALS</b>				<b>DIAPHRAGM SEAL</b>							
Body 304 SS				Process Conn. NA				Body AISI 316 LSS				Diaphragm AISI 316 LSS											
Diaphragm 316 SS				Capillary NA				Diaphragm AISI 316 LSS				<b>CAPILLARY</b>											
Other Wetted Pts 316 SS				Fill Fluid NA				Other Wetted Pts AISI 316 LSS				Type NA											
Fill SILICONE OIL								Fill Fluid SILICONE OIL				Length NA											
Enclosure AL.ALLOY EPOXY COATEDQ								Flange AISI 316 LSS				<b>MATERIALS</b>											
<b>CONNECTION SIZE/TYPE</b>								Enclosure AL.ALLOY EPOXY COATED															
Process Hi Side 1/2" NPT								<b>CONNECTION SIZE/TYPE</b>				Diaphragm NA											
Process Lo Side 1/2" NPT								Process Hi Side 1/2" NPT F				Process Conn. NA											
<b>INDICATION</b>								Process Lo Side 1/2" NPT F				Capillary NA											
Type NONE												Fill Fluid NA											
Scale NA																							
<b>PROCESS DATA</b>						<b>PROCESS DATA</b>																	
Fluid HOT CONDENSATE						Fluid CONDENSATE / SAT.STEAM																	
Pressure norm. 150 in H2O						Pressure norm. 8,7 BAR A																	
Pressure Max. 180 in H2O						Pressure Max. 12 BAR A																	
Specific Gravity						Specific Gravity																	
Temperature 107 °C						Temperature 175 °C																	
Line/Equipment 720-C01-4771-100						Line/Equipment VC1-TKS-011																	
<b>REMARKS</b>			<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>			<b>REMARKS</b>			<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>														
												LO PRESSURE TUBBING FROM THE MANIFOLD SHALL DE CONNECTED TO A CONDENSATE POT (SEE 5D-51-07 SHEET 2 OF 2) BY THE MOUNTING CONTRACTOR.											
			CLASS 5C-02.03						CLASS 5C-02.03														
			D. S. 5D-51.04						D. S. 5D-51-01 Fig.2														
			D. S. 5D-62.01						D. S. 5D-62.1														
 Arauco		Project : GIC-2720		By : CSN		Chk : HGV		App : EMG		Rev. 1		 Arauco		Project : GIC-2720		By : CSN		Chk : HGV		App : EMG		Rev. 1	



**Control Valve** TAG N° : 470-TV-9011-C

P / O	2720-470-P05-0754-001	CONTROL_VALVE
MAKE	Metso - Neles	
MODEL	Q-REDA03DJJSG - EJ07 - ND8321/S4A-K	
APPLICATION	CONDENSATE TO LOG CONDITIONING TEMP.	

<b>BODY</b>		<b>ACTUATOR</b>	
Size	3"	Type	SPRING RET.DBL.DIAPH.
Rating	CLASS 300	Make	METSO - NELES
Connection	ANSI RF FLANGES	Model	EJ07
Material	ASTM A216 gr. WCC	Supply	4 BAR G
Packing Material	GRAPHITE	Action	AIR TO OPEN
Serial N°		Fail Position	CLOSED

<b>TRIM</b>		<b>VALVE DIMENSIONS</b>	
Type	V-PORT BALL	A-Face to Face	165 mm
Char. Curve	EQUAL %	C-Btm Clearance	
Trim Material	329SS+HARD CHR.PLATED	C-Top Clearance	
Stem Material	329 SS	D-Actuator dia	
Seat Material	SS+COBALT BASED HD.FC.	E-Side Clearance	
Leakage Class	10 x ISO 5208 RATE D	F-Side Clearance	
Valve Cv	160		

<b>POSITIONER</b>	
Make	METSO - NELES
Model	ND8321/S4A-K
Protocol	FIELD BUS FOUNDATION
Supply	4 BAR G
Airset	YES

<b>PROCESS DATA</b>		Shut-off pressure		14 BAR A
Fluid	HOT CONDENSATE	Flow maximum	86,9 t/h	
Flow Normal		DP allow@flow nom		
Pin/Pout @flow norm	11,73 / 8,7 BAR A	DP allow@flow max		
Pin/Pout @flow max		DP allow @flow min		
Pin/Pout @flow min		Consistency	-	
Temperature	173,9 °C	Specific gravity	0,89	
Cv @flow norm/max	61,41	Line size	150 mm	
Line/Equipment N°	720-C01-4775-150	Schedule	STD	

<b>REMARKS</b> 1.- w/Q-Trim for noise and cavitation abatement 2.- HEAT ISOLATED PIPE	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
	CLASS	5C-02.03
	D. S.	5D-55.03
	D. S.	

**Control Valve** TAG N° : 470-TV-9011-B

P / O	2720-470-P05-0754-001	CONTROL_VALVE
MAKE	Metso - Neles	
MODEL	REDA04DJJSG - EJ10 - ND8321/S4A-K	
APPLICATION	CONDENSATE TO LOG CONDITIONING TEMP.	

<b>BODY</b>		<b>ACTUATOR</b>	
Size	4"	Type	SPRING RET.DBL.DIAPH.
Rating	CLASS 300	Make	METSO - NELES
Connection	ANSI RF FLANGES	Model	EJ10
Material	ASTM A216 gr. WCC	Supply	4 BAR G
Packing Material	GRAPHITE	Action	AIR TO OPEN
Serial N°		Fail Position	CLOSED

<b>TRIM</b>		<b>VALVE DIMENSIONS</b>	
Type	V-PORT BALL	A-Face to Face	194 mm
Char. Curve	EQUAL %	C-Btm Clearance	
Trim Material	329SS+HARD CHR.PLATED	C-Top Clearance	
Stem Material	329 SS	D-Actuator dia	
Seat Material	SS+COBALT BASED HD.FC.	E-Side Clearance	
Leakage Class	10 x ISO 5208 RATE D	F-Side Clearance	
Valve Cv	620		

<b>POSITIONER</b>	
Make	METSO - NELES
Model	ND8321/S4A-K
Protocol	FIELD BUS FOUNDATION
Supply	4 BAR G
Airset	YES

<b>PROCESS DATA</b>		Shut-off pressure		15-16 bar A
Fluid	HOT CONDENSATE	Flow maximum	216 t/h	
Flow Normal	111,4 t/h	DP allow@flow nom		
Pin/Pout @flow norm	11,1 / 8,7 bar A	DP allow@flow max		
Pin/Pout @flow max		DP allow @flow min		
Pin/Pout @flow min		Consistency	-	
Temperature	107 °C	Specific gravity	0,953	
Cv @flow norm/max	85,94 / 170.45	Line size	150 mm	
Line/Equipment N°	720-C01-4769-150	Schedule	STD	


<b>REMARKS</b> 1.- HEAT ISOLATED PIPE	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
	CLASS	5C-02.03
	D. S.	5D-55.03
	D. S.	



<b>Control Valve</b>		<b>TAG N° : 470-TV-9011-A</b>	
P / O	2720-470-P05-0754-001	CONTROL_VALVE	
MAKE	Metso - Neles		
MODEL	REDA04DJJSG - EJ10 - ND8321/S4A-K		
APPLICATION	CONDENSATE TO LOG CONDITIONING TEMP.		
<b>BODY</b>		<b>ACTUATOR</b>	
Size	4"	Type	SPRING RET.DBL.DIAPH.
Rating	CLASS 300	Make	METSO - NELES
Connection	ANSI RF FLANGES	Model	EJ10
Material	ASTM A216 gr. WCC	Supply	4 BAR G
Packing Material	GRAPHITE	Action	AIR TO OPEN
Serial N°		Fail Position	CLOSED
<b>TRIM</b>		<b>VALVE DIMENSIONS</b>	
Type	V-PORT BALL	A-Face to Face	194 mm
Char. Curve	EQUAL%	C-Btm Clearance	
Trim Material	329SS+HARD CHR.PLATED	C-Top Clearance	
Stem Material	329 SS	D-Actuator dia	
Seat Material	SS+COBALT BASED HD.FC.	E-Side Clearance	
Leakage Class	10 x ISO 5208 RATE D	F-Side Clearance	
Valve Cv	620		
<b>POSITIONER</b>			
Make	METSO - NELES		
Model	ND8321/S4A-K		
Protocol	FIELD BUS FOUNDATION		
Supply	4 BAR G		
Airset	YES		

<b>PROCESS DATA</b>		<b>Shut-off pressure</b>		16 BAR
Fluid	HOT CONDENSATE	Flow maximum	216 t/h	
Flow Normal	104,6 t/h	DP allow@flow nom		
Pin/Pout @flow norm	11,1 / 8,7 BAR A	DP allow@flow max		
Pin/Pout @flow max		DP allow @flow min		
Pin/Pout @flow min		Consistency	-	
Temperature	107 °C	Specific gravity	0,953	
Cv @flow norm/max	80.62 / 170.45	Line size	150 mm	
Line/Equipment N°	720-C01-4761-150	Schedule	STD	


<b>REMARKS</b> 1.- HEAT ISOLATED PIPE	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>			
	CLASS	5C-02.03		
	D. S.	5D-55.03		
	D. S.			

	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
--	--------------------	----------	-----------	-----------	--------

<b>Control Valve</b>		<b>TAG N° : 470-PV-9032-B</b>	
P / O	2720-470-P05-0754-001	CONTROL_VALVE	
MAKE	Metso - Neles		
MODEL	Q-REDA03DJJSG-EJ10-ND8321/S4A-K+A-Plate DN 80		
APPLICATION	PRESSURE IN VC1-TKS-011 CONDENSATE TANK		
<b>BODY</b>		<b>ACTUATOR</b>	
Size	3"	Type	SPRING RET.DBL.DIAPH.
Rating	CLASS 300	Make	METSO - NELES
Connection	ANSI RF FLANGES	Model	EJ10
Material	ASTM A216 gr. WCC	Supply	4 BAR G
Packing Material	GRAPHITE	Action	AIR TO OPEN
Serial N°		Fail Position	CLOSED
<b>TRIM</b>		<b>VALVE DIMENSIONS</b>	
Type	V-PORT BALL	A-Face to Face	165 mm + 15 mm
Char. Curve	EQUAL%	C-Btm Clearance	
Trim Material	329SS+HARD CHR.PLATED	C-Top Clearance	
Stem Material	329 SS	D-Actuator dia	
Seat Material	SS+COBALT BASED HD.FC.	E-Side Clearance	
Leakage Class	10 x ISO 5208 RATE D	F-Side Clearance	
Valve Cv	64,13		
<b>POSITIONER</b>			
Make	METSO - NELES		
Model	ND8321/S4A-K		
Protocol	FIELD BUS FOUNDATION		
Supply	4 BAR G		
Airset	YES		

<b>PROCESS DATA</b>		<b>Shut-off pressure</b>		10 bar A
Fluid	SATURATED STEAM	Flow maximum	2747.3 kg/h	
Flow Normal	2442.4 kg/h	DP allow@flow nom		
Pin/Pout @flow norm	8,7 / 1,1 bar A	DP allow@flow max		
Pin/Pout @flow max		DP allow @flow min		
Pin/Pout @flow min		Consistency		
Temperature	173,9 °C	Specific gravity	0,005	
Cv @flow norm/max	24.93 / 28.33	Line size	80 mm	
Line/Equipment N°	720-S10-4720-80	Schedule	STD	

<b>REMARKS</b> 1.- W/Q-Trim & Atenuator Plate for noise & cavitation abatement 2.- HEAT ISOLATED PIPE	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>			
	CLASS	5C-02.03		
	D. S.	5D-55.03		
	D. S.			

	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
---	--------------------	----------	-----------	-----------	--------




<b>Control Valve</b>		<b>TAG N° :</b> 470-PV-9032-A
P / O	2720-470-P05-0754-002	CONTROL_VALVE
MAKE	FISHER	
MODEL	MODEL ED	
APPLICATION	PRESSURE IN VC1-TKS-011 CONDENSATE TANK	

<b>BODY</b>		<b>ACTUATOR</b>	
Size	4"	Type	SPRING RET.DIAPHRAGM
Rating	CLASS 300	Make	FISHER
Connection	ANSI RF FLANGES	Model	667 / 45
Material	ASTM A216 gr. WCC	Supply	4 BAR G
Packing Material	GRAPHITE	Action	AIR TO OPEN
Serial N°		Fail Position	CLOSED
<b>TRIM</b>		<b>VALVE DIMENSIONS</b>	
Type	GLOBE	A-Face to Face	368 mm
Char. Curve	LINEAR (WHISPER TRIMI)	C-Btm Clearance	
Trim Material	416 SS HARDENED	C-Top Clearance	
Stem Material	316 SS	D-Actuator dia	
Seat Material	416 SS	E-Side Clearance	
Leakage Class	IV	F-Side Clearance	
Valve Cv	160		
<b>POSITIONER</b>			
Make	FISHER		
Model	DVC5010F FIELDBUS		
Protocol	FIELDBUS FOUNDATION		
Supply	4 BAR G		
Airset	INCLUDED		

<b>PROCESS DATA</b>		Shut-off pressure	22,7 bar A
Fluid	SATURATED STEAM	Flow maximum	
Flow Normal	9,21 t/h	DP allow@flow nom	
Pin/Pout @flow norm	18,0 / 8,7 bar A	DP allow@flow max	
Pin/Pout @flow max		DP allow @flow min	
Pin/Pout @flow min		Consistency	
Temperature	250 °C	Specific gravity	0,009
Cv @flow norm/max	47,01	Line size	150 mm
Line/Equipment N°	720-S02-4708-150	Schedule	STD

<b>REMARKS</b> 1.- VALVE INCLUDE ATENUATOR NOISE TYPE WHISPER I 2.- HEAT ISOLATED PIPE	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
	CLASS	5C-02.03
	D. S.	5D-55.03
	D. S.	


 Arauco	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
---	--------------------	----------	-----------	-----------	--------

<b>Control Valve</b>		<b>TAG N° :</b> 470-LV-9033
P / O	2720-470-P05-0754-001	CONTROL_VALVE
MAKE	Metso - Neles	
MODEL	REDA03DJJSG - EJ07 - ND8321/S4A-K	
APPLICATION	CONDENSATE LEVEL IN VC1-TKS-011 TANK	

<b>BODY</b>		<b>ACTUATOR</b>	
Size	3"	Type	SPRING RET.DBL.DIAPH.
Rating	CLASS 300	Make	METSO - NELES
Connection	ANSI RF FLANGES	Model	EJ07
Material	ASTM A216 gr. WCC	Supply	4 BAR G
Packing Material	GRAPHITE	Action	AIR TO OPEN
Serial N°		Fail Position	CLOSED
<b>TRIM</b>		<b>VALVE DIMENSIONS</b>	
Type	V-PORT BALL	A-Face to Face	165 mm
Char. Curve	EQUAL %	C-Btm Clearance	
Trim Material	329SS+HARD CHR.PLATED	C-Top Clearance	
Stem Material	329 SS	D-Actuator dia	
Seat Material	SS+COBALT BASED HD.FC.	E-Side Clearance	
Leakage Class	10 x ISO 5208 RATE D	F-Side Clearance	
Valve Cv	420		
<b>POSITIONER</b>			
Make	Metso - Neles		
Model	ND8321/S4A-K		
Protocol	FIELDBUS FOUNDATION		
Supply	4 BAR G		
Airset	YES		

<b>PROCESS DATA</b>		Shut-off pressure	15-16 bar A
Fluid	HOT CONDENSATE	Flow maximum	
Flow Normal	50 ,9 t/h	DP allow@flow nom	
Pin/Pout @flow norm	5,95 / 5,5 bar A	DP allow@flow max	
Pin/Pout @flow max		DP allow @flow min	
Pin/Pout @flow min		Consistency	
Temperature	107 °C	Specific gravity	0,95
Cv @flow norm/max	90,79	Line size	100 mm
Line/Equipment N°	720-C01-4771-100	Schedule	STD

<b>REMARKS</b> HEAT ISOLATED PIPE	<b>INSTALL AS PER DESIGN STANDARD</b>	
	CLASS	5C-02.03
	D. S.	5D-55.03
	D. S.	

 Arauco	Project : GIC-2720	By : CSN	Chk : HGV	App : EMG	Rev. 1
--	--------------------	----------	-----------	-----------	--------



## **Anexo D:** Cotización Curso capacitación Delta-V

**CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN  
PLANTA TERCIADO NUEVA ALDEA  
CHILE**



## Cotización

# Capacitación INECO

### OFERTA TECNICA Y COMERCIAL

Rev.1.0

Solicitado por : Moisés Fierro  
Solicitud de Cotización N° : A través de Paula Mesa  
Referencia : CAP-099/09 Rev.1.0  
Fecha : 10/12/2009  
Preparado por : NL  
Revisado por : PM  
Fono : 56-2-4638661  
Correo Electrónico : pmesa@ineco.cl

# INECO

**Al Servicio de la Capacitación**



Visite nuestra página web: [www.ineco.cl](http://www.ineco.cl)

### División Capacitación INECO:

Nuestra empresa consciente de que la acción de capacitación es una herramienta insustituible para el aumento de productividad ha creado la **División Capacitación INECO**.

Las necesidades de capacitación de quienes manejan, operan, y mantienen los procesos industriales continúan creciendo en la medida que las tecnologías de automatización han crecido en funcionalidad y complejidad

Para cumplir nuestra misión contamos con la infraestructura necesaria para la ejecución de los cursos ofrecidos. Nuestros instructores son profesionales de reconocida trayectoria, especializados en fabrica y con una gran cantidad de horas de instrucción en los más importantes proyectos Mineros, Metalúrgicos, Pulpa & Papel y Petroquímicos con un amplio conocimiento de las materias que deben exponer.

Nuestro servicio de capacitación se brinda en las instalaciones de **INECO** en **Santiago** o bien directamente en las plantas industriales.

### Forma de Entrenamiento:

- **Instructores:**

Todos los cursos impartidos por **INECO** son dictados por Ingenieros especialistas con una sólida instrucción en fabrica y basada en una continua actualización de las tecnologías emergentes.

La solidez de los instructores esta fundamentalmente dada por la experiencia en terreno en la ejecución de las principales proyectos Mineros, Metalúrgicos, Pulpa & Papel y Petroquímicos así como en la continua capacitación en nuestras representadas.

- **Lugar de Realización:**

Los cursos a dictarse indicados en la presente oferta son realizados en las instalaciones de nuestra división en **Santiago**, donde contamos con toda la infraestructura necesaria para entregar la capacitación en las mejores condiciones para los alumnos. Opativamente pueden ser realizadas en **Planta** o en algún lugar que el cliente disponga para tal efecto. Para la realización de cursos en Planta, los costos de **Transporte Aéreo, Transporte Local, Estadía y Alojamiento** del Instructor serán cargo directo del cliente.

Para la realización de cursos en Planta, el cliente deberá proveer una sala de capacitación adecuada para la acción de capacitación, suministro eléctrico, un(1) Computadora, Pizarrón, Telón, Data Show, VHS y de algunos instrumentos de su propiedad para intervenirlos.

- **Manuales del Curso y Material Logístico:**

Todo participante a un curso recibirá y quedara en su poder con los respectivos manuales de instrucción del curso así como también material logístico como hojas de apuntes y lápices.

• **Apoyo Logístico:**

Para los cursos realizados en Planta, se solicita el apoyo logístico por parte del cliente en:

- Recepción de materiales.
- Asistencia en el montaje de equipamiento necesario para realizar el curso.
- Asistencia en el desmontaje de equipamiento al final del curso y almacenamiento si fuera necesario, hasta la coordinación de despacho desde planta a oficinas de INECO en Santiago.
- Coordinación de horarios de vuelos, hotel y transportes que correrán por parte del cliente. Esto variara de acuerdo a curso cotizado.
- Los horarios del curso se encuentran predeterminados, si fuera necesario realizar variaciones en el mismo por necesidad del cliente; no se asegura cubrir el 100% de temario propuesto.

• **Diploma de Asistencia o Aprobación:**

Cada participante a cursos de **División Capacitación** recibirá un **Diploma de Asistencia o Aprobación** dependiendo de los resultados de la **"Evaluación del Participante"**.

• **Metodología del Curso:**

Curso Teórico/Practico acompañado con exposiciones apoyadas en presentaciones Power Point. El instructor presentara a través de un proyector multimedia los diferentes tópicos asociados al curso a dictar.

• **Evaluación:**

La evaluación será a través de una prueba escrita e individual con un porcentaje de aprobación mínima de 70% y medirá el grado de dominio del alumno respecto a los tópicos y contenidos tratados en cada curso.

• **Numero de Participantes por Curso:**

La cantidad máxima de alumnos asistentes a cada curso esta dada por la logística necesaria para realizar en condiciones normales y aceptables la capacitación.

➤ **Curso Cotizado:**

El siguiente curso fue solicitado:

Item	Cursos	Horas	Cant. Cursos	Max. Alumnos	Valor Unitario UF	Valor Total UF
1	Configuración de sistema de control DeltaV	24	1	8	105	105
1	Utilización de herramientas de diagnostico en sistemas DeltaV	16	1	8	90	90
1	Mantención de hardware y detección de fallas en sistemas DeltaV	24	1	8	110	110
1	Administración de sistemas DeltaV para XP/Server 2003	32	1	6	155	155
<b>VALOR TOTAL CURSOS UF</b>					<b>460</b>	

**Nota:** Cualquier modificación a la presente oferta agradeceremos consultarnos y eventualmente podrá dar origen a una nueva cotización.

**Condiciones Comerciales:**

***"Informamos a nuestros clientes que a partir del 4 de Septiembre de 2006, INECO División Capacitación No cuenta con código SENCE en sus cursos"***

• **Formalización de Cursos:**

La formalización de la capacitación se deberá realizar emitiendo una **Orden de Compra** a firme a nombre de:

INECO  
Ejercito N°16 Santiago  
R.U.T. 79.765.510-4  
Atn: Sr. Nelson Londoño H.  
Correo Electrónico: nlondono@ineco.cl

• **Realización de Cursos:**

Las fechas de realización de los cursos serán coordinadas de común acuerdo con el cliente, sin embargo, es necesario para la correcta planificación de instructores, reservas y elaboración del material del Alumno, contar con una definición de fechas con al menos **30 días** de antelación.

Cabe mencionar que para la realización de los cursos se consideran como días validos, Lunes a Viernes hábiles, en caso de algún requerimiento especial esto se evaluara y coordinara con el cliente. Eventualmente podrá generar una nueva cotización y/o actualización.

• **Anulación de Cursos:**

Ante la eventualidad de **"Anulación"** de un curso pactado formalmente, su anulación será sin costo si se informa antes de los 3 días hábiles previos a la fecha acordada, si es anulado dentro de los tres días previos al curso, al cliente se le facturara el valor de **"Cancelación de Curso"** equivalente al **20%** del monto indicado en nuestra oferta.

• **Validez de la Oferta:**


La presenta oferta tiene una validez de 20 días.

• **Fecha de Realización:**


A definir con **20 días** de antelación.

Paula Mesa C.  
Jefe División Capacitación  
INECO  
Fono:463-8661  
Correo:pmesa@ineco.cl

# Anexo E: Cotización MEISS INGENIERIA. Integrador Allen-Bradley



**INPRINT**  
INGENIEROS  
WWW.INPRINT.CL  
Soluciones en Automatización Industrial



**MEISS**  
INGENIERIA LTDA.  
MANTENCIÓN ELÉCTRICA INSTRUMENTACIÓN  
SERVICIOS Y SOLUCIONES EN INGENIERÍA

## Cotización Referencial

**PROYECTO  
MIGRACIÓN DELTAV**


**PLANTA NUEVA ALDEA**

**CLIENTE : PANELES ARAUCO S.A.**


**REFERENCIA : CI-10682-A**

INFORMACIÓN DEL PROPIETARIO

La información técnica, comercial y/o financiera contenida en todas las hojas de esta Propuesta es confidencial y pertenece a INPRINT INGENIEROS LIMITADA Y MEISS INGENIERIA LIMITADA. Esta se provee al cliente bajo el entendido de que no podrá ser reproducida y/o utilizada por el ya sea parcial o totalmente, para cualquier otro propósito que no sea el de evaluación y el destinatario esta de acuerdo en regresarla a petición nuestra.



**INPRINT**  
INGENIEROS  
WWW.INPRINT.CL  
Soluciones en Automatización Industrial



**MEISS**  
INGENIERIA LTDA.  
MANTENCIÓN ELÉCTRICA INSTRUMENTACIÓN  
SERVICIOS Y SOLUCIONES EN INGENIERÍA

## Cotización Referencial

<b>CLIENTE:</b> PANELES ARAUCO S.A.	<b>FECHA:</b> 28 de dic de 09	<b>CI-10682-A</b>
<b>ATENCIÓN:</b> Sr. Moises Fierro <small>Moises.Fierro@arauco.cl</small>	<b>FABRICANTE:</b>	<b>PAGINA:</b> 1 de 1
	<b>ANTECEDENTES:</b>	Reunión en Planta

**PROYECTO MIGRACIÓN DELTAV**

ITEM Nº	NUMERO DE PARTE	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO UF	TOTAL UF
1		Administración, Reuniones, Coordinación	GL			UF 40,2
2		Levantamiento y Análisis Levantamiento y análisis de Arquitectura Actual Levantamiento y análisis de Lógica Actual Levantamiento y análisis de configuración del HMI	GL			UF 86,4
3		Armado e Instalación de PLC Rockwell (Hardware) Retro chasis DCS DeltaV Armado e instalación de PLC Rockwell	GL			UF 85,7
4		Configuración Configuración Tarjetas de Control Configuración Lógica de Control (Relogix5000) Configuración HMI Configuración Redes Profibus y Fieldbus Configuración RSView SE	GL			UF 177,0
5		Comisionamiento de señales y pruebas Operativas Comisionamiento de señales configuradas con apoyo en terreno de personal de Paneles Aruco, Planta Nueva Aldea	da	3		UF 32,4
6		Traslado, Alimentación	GL	8		UF 20,0
<b>TOTAL DE LA OFERTA</b>						<b>UF 441,7</b>
7		<b>Referenciales</b> CHASIS DE 10 RANURAS PARA CONTROLLOGIX FUENTE ALIMENTACION 240VAC 10A CONTROLLOGIX PROCESADOR LOGIX5561 2 MBYTES DE MEMORIA MODULO 16 ENTRADAS AISLADAS 12/24VCC CONTROLLOGIX BLOQUE TERMINALES EXTRAIBLE 36 PINES CONTROLLOGIX MODULO ETHERNET/IP ALTA CAPACIDAD FOUNDATION Fieldbus Linking Device MODULO PARA CLX - PROFIBUS DPV1 MASTER RSVIEW SE - SERVIDOR 100 PANTALLAS C/RSUNIX ENTERP RSVIEWSTUDIO PARA MACHINE Y SUPERVISORY EDITION RSVIEW SE - CLIENTE RSLOGIX 5000 STANDARD ESPAÑOL CD CABLE SERIAL PARA PROGRAMACION CONTROLLOGIX				
	1756-A10			1	US\$ 440	US\$ 440
	1756-PA72			1	US\$ 653	US\$ 653
	1756-L81			1	US\$ 4.082	US\$ 4.082
	1756-IB16I			1	US\$ 365	US\$ 365
	1756-TS0H			1	US\$ 50	US\$ 50
	1756-EN2T			2	US\$ 2.117	US\$ 4.234
	1757-FFLD4			1	US\$ 3.805	US\$ 3.805
	MV156-PDPHIV1			2	US\$ 3.510	US\$ 7.020
	9701-VWSS10OLEN			1	US\$ 5.977	US\$ 5.977
	9701-VWSTENE			1	US\$ 2.318	US\$ 2.318
	9701-VWSCWAENE			2	US\$ 2.288	US\$ 4.576
	9324-RLD300ESE			1	US\$ 2.822	US\$ 2.822
	1756-CP3			1	US\$ 64	US\$ 64
<b>TOTAL REFERENCIAL</b>						<b>US\$ 36.417</b>

**NOTAS**

1) No se contempla ningún tipo de suministro, servicio o instalación que no este especificado más arriba.  
2) Todos los valores que se aprecian son referenciales y deberán ser confirmados y/o modificados una vez que se solicite la cotización oficial.

<b>VALIDEZ OFERTA</b>	No aplica
<b>PLAZOS DE ENTREGA</b>	No aplica
<b>LUGAR DE ENTREGA</b>	No aplica
<b>PRECIOS</b>	Valor en unidad de fomento, no incluyen IVA
<b>CONDICIONES DE PAGO</b>	No aplica
<b>FACTURACIÓN</b>	40% al comienzo del proyecto y el resto según avance

## **Anexo F:** Cotización implementación mediante Siemens, empresa Asinpro



ASINPRO S. A. Diagonal Oriente 1796, Providencia, Santiago-Chile E-mail: <a href="mailto:automatizacion@asinpro.cl">automatizacion@asinpro.cl</a>	Fono : (56.2) 204 60 50 Fax : (56.2) 204 60 55
---	---

ATENCIÓN : Sr. Moisés Fierro	DE : Mauricio Zuñiga T.
EMPRESA : Paneles Arauco S.A.	FECHA : 27 de Diciembre 2009
E-MAIL : <a href="mailto:Moises.Fierro@Arauco.cl">Moises.Fierro@Arauco.cl</a>	REF. : Oferta referencial por migración de sistema DeltaV
COPIA :	PÁG. : 1 de 7
CARGO : 3308n01r00	Referencial

Estimados Señores:

De acuerdo a lo solicitado y en nuestra calidad de **SOLUTION PARTNER** de SIEMENS, tenemos el agrado de adjuntar presupuesto por suministros, Ingeniería, Armado de placa de montaje, pruebas y puesta en marcha, por trabajos de migración de sistema DeltaV de Planta Paneles Arauco S.A a tecnología Siemens.

La migración del sistema contempla el reemplazo de cada uno de los módulos de control asociados al existente sistema de control DeltaV por equipamiento electrónico Siemens de la serie S7-400, S7-300 y ET200M. Además se contempla el suministro de un equipo DP/FF link para las comunicaciones de los dispositivos de campos FieldBus Foundation.

Cada módulo DP/FF link permite hasta 4 buses de campos con sus respectivas ramificaciones de equipos, la alimentación de los equipos a través del bus en 24 volts DC está incluida en modulo DP/FF link. La comunicación de este equipo con el sistema central, se realizará a través de Profibus DP y su configuración se realiza a través de la puerta Ethernet del equipo.

Se considera una CPU 414-2 con memoria interna de 1 MB y puertos de comunicación MPI y Profibus DP incluidos, además se considera el suministro de una memoria Eprom Flash de 2 MB para la carga y respaldo del programa.

El bastidor de montaje a suministrar corresponde a UR2 de nueve Slots o puestos, adicionalmente se considera (2) dos tarjetas de comunicación Profibus DP Extender, para contar con los 3 buses de campos existentes en la actual topología y una tarjeta de comunicación Ethernet para el enlace con el sistema HMI.

Para las señales de entrada y salidas tipo análoga y discretas se dispondra de una unidad de periferia descentralizada ET200M con cabezal de comunicación Profibus DP, la cual será instalada en la misma placa de montaje, cada módulo electrónico contará con bus activo, lo que permite realizar Hot-Soaping, vale decir reemplazo de tarjetas en caliente. Las tarjetas análogas de entrada y salida a suministrar poseen la capacidad de comunicarse a través de protocolo Hart.

Se suministra una licencia WinCC versión 7.0 de configuración y despliegue (RC) de 512 Tag, la cantidad de puntos a configurar deberá ser revisado después del levantamiento a realizar en terreno por el especialista de ASINPRO, ya que de acuerdo a nuestra experiencia, con 512 TAG es suficiente para la cantidad de puntos señalados como entrada y salida.

El suministro de la estacion de trabajo (PC) a instalar el Software HMI WinCC, deberá ser suministrada por el cliente.

Se considera pruebas FAT en dependencia ASINPRO durante un día para la simulación y revisión del equipamiento a suministrar.

Se considera pruebas CAT en dependencia de ASINPRO para la revisión de la lógica de proceso entregada por el cliente, en esta etapa se simulara el proceso a través de los software PLC-SIM y HMI WinCC a instalar en los equipos dedicados para estas pruebas.

Las pruebas SAT en terreno contempla a un Ingeniero de ASINPRO por 10 días en terreno para los ajustes, puesta en marcha y marcha blanca del sistema, todos los gastos asociados de nuestro personal durante las diferentes etapas del sistema están considerados en nuestra oferta.



**DETALLE DE SUMINISTROS BASE**

A continuación se detallan el Equipo y el Software considerado:

Descripción	Marca	Referencia	Q	Un.
S7-400. UNIDAD CENTRAL CPU 414-2 MPI/DP 1MB	SIEMENS	6ES7414-2XK05-0AB0	1	C/U
S7-400. MEMORIA FLASH EPROM DE 2 MB	SIEMENS	6ES7952-1KL00-0AA0	2	C/U
S7-400. BASTIDOR UR2 9 SLOTS	SIEMENS	6ES7400-1JA01-0AA0	1	C/U
S7-400. FUENTE PODER PS407 120/230VAC 10A	SIEMENS	6ES7407-0KA02-0AA0	1	C/U
S7-400. BATERIA RESPALDO	SIEMENS	6ES7971-0BA00	2	C/U
S7-400. PROCESADOR PROFIBUS DP EXTENDED	SIEMENS	6GK7443-30X04-0XE0	2	C/U
S7-400. PROCESADOR ETHERNET CP 443-1	SIEMENS	6GK7443-1EX11-0XE0	1	C/U
CONECTOR PROFIBUS SIN CONEXION A PG	SIEMENS	6ES7972-0BA52-0XA0	3	C/U
PAQUETE DP/FF LINK	SIEMENS	6DL4400-1AA	1	C/U
NET. SWITCH SCALANCE X206-1. 1xFO MM, 6xRJ45, ETHERNET	SIEMENS	6GK5206-1BB10-2AA3	1	C/U
SOFTWARE HMI WINCC V7.0 PARA 512 RC TAG	SIEMENS	6AV6381-2BN07-0AX0	1	C/U
PLACA DE MONTAJE DE GABINETE EXISTENTE			2	C/U
PATCHCORD STP CAT5E GRIS 6 PIES	BLACKBOX	EVNSL172GY-0006	3	C/U
FUENTE SITOP 110/230 VAC MODULAR 24VDC 5A	SIEMENS	6EP1333-3BA00	2	C/U
MODULO DE REDUNDANCIA SIEMENS	SIEMENS	6EP1961-3BA20	1	C/U
MODULO DE SEÑALIZACION PARA FUENTE DE PODER	SIEMENS	6EP1961-3BA10	2	C/U
ET200M. MODULO DE INTERFACE IM153-2 HF PARA COMUNICACION HART	SIEMENS	6ES7153-2BA02-0XB0	1	C/U
ET200M. CONECTOR PROFIBUS DP SIN CONEXION S/C A PG	SIEMENS	6ES7972-0BA52-0XA0	1	C/U
ET200M. MODULO DE ENTRADA ANALOGICA HART 8 CANALES 0/4-20 mA	SIEMENS	6ES7331-7TF01-0AB0	1	C/U
ET200M. MODULO DE SALIDA ANALOGICA HART 8 CANALES 0/4-20 mA	SIEMENS	6ES7332-8TF01-0AB0	1	C/U
ET200M. MODULO DE ENTRADA DIGITAL 16x24 VDC	SIEMENS	6ES7321-1BH02-0AA0	1	C/U
ET200M. MODULO DE ENTRADA DIGITAL 8x120/230 VAC	SIEMENS	6ES7321-1FF10-0AA0	1	C/U
ET200M. MODULO DE SALIDA DIGITAL 8x 120/230 VAC 1A	SIEMENS	6ES7322-1FF01-0AA0	1	C/U
BUS ACTIVO IM PARA CABECERA DE COMUNICACION	SIEMENS	6ES7195-7HA00-0XA0	1	C/U
BUS ACTIVO SM PARA MODULOS ELECTRONICOS	SIEMENS	6ES7195-7HB00-0XA0	3	C/U
PERFIL DE SOPORTE PARA BUS ACTIVO	SIEMENS	6ES7195-1GF30-0XA0	1	C/U
CONECTOR FRONTAL 20 POLOS TORNILLO	SIEMENS	6ES7392-1AJ00-0AA0	4	C/U
CONECTOR FRONTAL 40 POLOS TORNILLO	SIEMENS	6ES7392-1AM00-0AA0	1	C/U
MATERIAL DE ARMADO GENERAL			1	GL

**DETALLE DE SERVICIOS BASE**

Los trabajos de configuración considerados son:

- ✓ Levantamiento en terreno de documentación, planos y descripción del proceso de control.
- ✓ Diseño y armado de placas de montaje para la instalación de equipos S7-400 en gabinete existente de control.
- ✓ Diseño de planos de armado de gabinete, layout de equipos y conexionado abonera imagen.
- ✓ Configuración de red de control Profibus DP, para la lectura de los equipos Profibus DP y periferia distribuida existente y nueva.
- ✓ Configuración de modulo FF/Link para lectura de equipos FieldBus Foundation existente en la red de control (Se mantiene la misma arquitectura de cada uno de los Buses existentes)
- ✓ Configuración de red Ethernet para enlace entre HMI con PLC S7-400.

- ✓ Configuración de HMI WinCC versión 7.0, se considera el diseño de 3 pantallas de proceso con sus respectivas tendencias, alarmas y Pop up's de control.
- ✓ Configuración de PLC S7-400 con lógica de control entregada por el cliente.
- ✓ Pruebas (FAT) en oficina de Asinpro Santiago, este periodo se estima que no será superior a 1 día en nuestra dependencias
- ✓ Pruebas (CAT) en oficina de Asinpro Santiago, este periodo se estima que no será superior a 3 días en oficina.
- ✓ Pruebas (SAT), se considera un ingeniero por 10 días en terreno para ajuste y pruebas del sistema, todos los gastos asociado a traslado, alimentación y alojamiento se encuentran considerado en la oferta.

**Límites y Exclusiones**

Este presupuesto NO incluye los siguientes ítems:

- ✓ Se excluye el suministro e instalación de cualquier software distinto al mencionado en esta oferta.
- ✓ Se excluye la instalación de los equipos en planta, es responsabilidad del cliente su instalación y alimentación eléctrica de los equipos.
- ✓ Se considera la entrega de los equipos en Talleres de Asinpro Santiago. Es responsabilidad del cliente su traslado a planta, contrato de seguro y bodegaje.
- ✓ Se excluye el diseño de ingeniería de detalle, la cual debe ser entregada por el cliente en forma escrita durante el levantamiento a realizar por nuestro especialista.
- ✓ La cantidad de tag del software HMI a suministrar (512), deberá ser comprobada después del levantamiento del sistema y estudio de todas las variables a controlar, en caso que faltase se deberá cotizar en forma opcional un Powerpack adicional a la oferta.
- ✓ Se excluye el suministro de cualquier trabajo de montaje o obras civiles a realizar en terreno durante o posterior a estos trabajos
- ✓ Se excluye cualquier tipo de cable de control, comunicación o de fuerza externo al gabinete de control. además de cualquier tipo de canalización, bandeja o conduit.
- ✓ En general se excluye cualquier suministro de hardware, software u otro similar que no esté claramente indicado en esta oferta;



**CONDICIONES COMERCIALES:**

**Valores:** Los valores asociados a los suministros y trabajos detallados anteriormente, se presentan a continuación:

**Suministro Base**

Ítem	Descripción	Precio UF
1	Suministro de Hardware y Software	985.4.-
2	Trabajos de Configuración de HMI, Redes y PLC	415.1.-
3	Pruebas SAT y puesta en Marcha del proceso	239.8.-
<b>TOTAL NETO (\$)</b>		<b>1.640.3.-</b>

Los valores antes mencionados son por el total de los suministros y no pueden ser considerados en forma independiente, se les debe agregar el 19% de IVA.

El valor del día por especialista en terreno, se regirá por las siguientes tarifas:

- Día Ingeniero :UF 18.- + IVA
- Día Técnico :UF 13.- + IVA
- Día Ingeniero + Técnico :UF 28 + IVA

El precio incluye el valor de traslado a zona vía Tren, alimentación y alojamiento de nuestro especialista.

**Plazo de Entrega: Materiales Siemens:** de 4 a 8 Semanas después de la Recepción de la orden de Compra.

**Pruebas FAT:** 2 semanas después de la recepción de los equipos del proyecto en nuestra oficina

**Pruebas CAT:** 1 Semana después de la aceptación de las pruebas FAT.

**Pruebas SAT:** 1 Semana después de la aceptación de las pruebas CAT del sistema de control y previa coordinación con planta para efectuar todas las labores.

**Forma de Pago:** 30% con la Orden de Compra.

30% con la recepción de los materiales Siemens del Proyecto.

20% con la aceptación de las pruebas FAT.

20% con el término de las pruebas SAT y término de la puesta en marcha del sistema.

El pago debe efectuarse dentro de los siguientes treinta (30) días a contar de la fecha de emisión de nuestra factura.

**Validez de la Oferta:** Quince (15) días. Pasado este período se debe solicitar re cotización.

**DATOS DE LA EMPRESA**

**Razón Social:** Asesorías Informáticas y Automatización Oyaneder S.A.  
**Nombre Fantasia:** ASINPRO S.A.  
**RUT:** 99.522.540-9  
**Dirección:** Diagonal Oriente 1796. Providencia. Santiago  
**Fono / Fax:** 56-2-2046050 / 56-2-2046055  
**E-Mail:** [Mauricio.Zuniga@Asinpro.cl](mailto:Mauricio.Zuniga@Asinpro.cl)

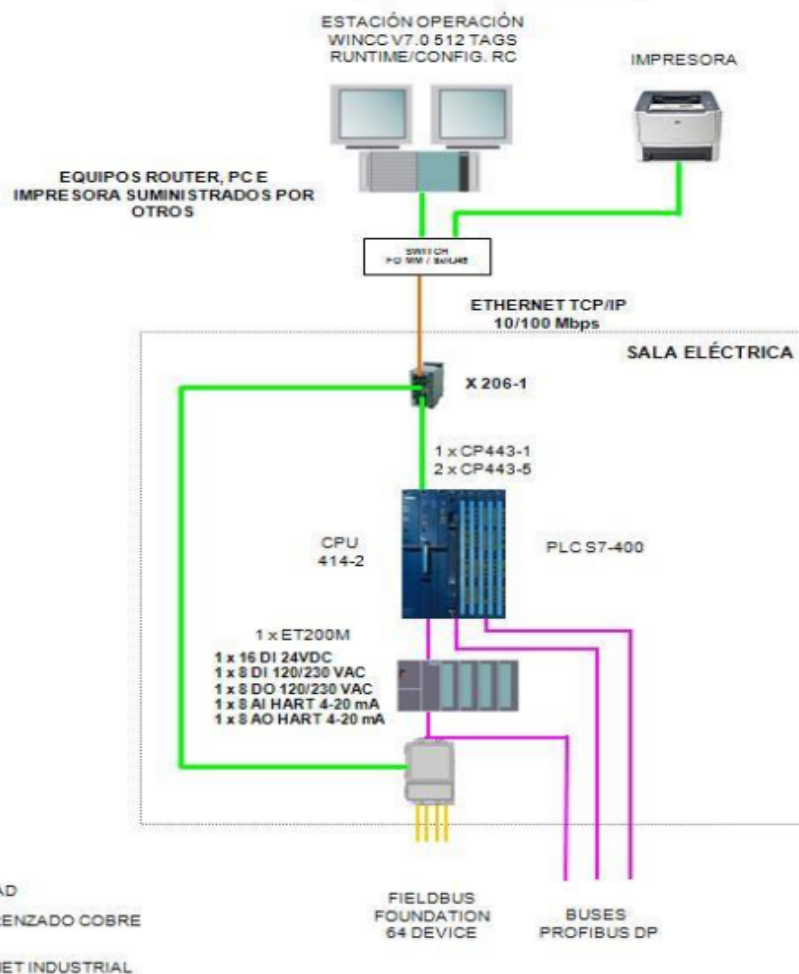
Atento a cualquier consulta y/o aclaración respecto de la presente cotización, les saluda muy cordialmente

**ASINPRO S.A.**  
**Mauricio Zuñiga T.**





**MIGRACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DELTAY  
PANELES ARAUCO S.A.**



## Anexo G: Tablas, depreciaciones y valores de salvamento.

*Tabla A7.1: Depreciación y valor de salvamento equipos Allen-Bradley*

Año	Depreciación Lineal (\$)	Depreciación Total (\$)	Valor de salvamento (\$)
0	0	0	18.427.002,00
1	1.842.700,20	1.842.700,20	16.584.301,80
2	1.842.700,20	3.685.400,40	14.741.601,60
3	1.842.700,20	5.528.100,60	12.898.901,40
4	1.842.700,20	7.370.800,80	11.056.201,20
5	1.842.700,20	9.213.501,00	9.213.501,00
6	1.842.700,20	11.056.201,20	7.370.800,80
7	1.842.700,20	12.898.901,40	5.528.100,60
8	1.842.700,20	14.741.601,60	3.685.400,40
9	1.842.700,20	16.584.301,80	1.842.700,20
10	1.842.700,20	18.427.002,00	0

*Tabla A7.2: Depreciación y valor de salvamento equipos Delta-V*

Año(*)	Depreciación Lineal (\$)	Depreciación Total (\$)	Valor de salvamento (\$)
0	0	0	23.001.454
1	2.300.145	2.300.145	20.701.309
2	2.300.145	4.600.290	18.401.163
3	2.300.145	6.900.436	16.101.018
4	2.300.145	9.200.581	13.800.872
5	2.300.145	11.500.727	11.500.727
6	2.300.145	13.800.872	9.200.581
7	2.300.145	16.101.018	6.900.436
8	2.300.145	18.401.163	4.600.290
9	2.300.145	20.701.309	2.300.145
10	2.300.145	23.001.454	0

(\*)Nota: Los valores de salvamento corresponderán a los posteriores al año 5, dado el tiempo de uso del equipo.



## Anexo H: Carta Gantt Allen-Bradley

