



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GASES DILUIDOS NO
CONDENSABLES EN EL ÁREA DE EVAPORADORES DE UNA PLANTA
DE CELULOSA KRAFT PARA PREVENIR EMANACIONES DIFUSAS AL
AMBIENTE**

DANIELA PRADENAS FERNÁNDEZ

HABILITACIÓN PROFESIONAL
PRESENTADA A LA FACULTAD DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN,
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL

CHILLÁN-CHILE

2023

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GASES DILUIDOS NO
CONDENSABLES EN EL ÁREA DE EVAPORADORES DE UNA PLANTA
DE CELULOSA KRAFT PARA PREVENIR EMANACIONES DIFUSAS AL
AMBIENTE**

Aprobado por:

Javier Ferrer Valenzuela
Ingeniero Civil Químico
Profesor Asociado

Profesor Guía

Eva Albornoz Tapia
Ingeniero Civil Químico
Evaluador Externo

Profesor Co-Guía

Mónica Montory González
Bioquímica, Ph D.
Profesor Asistente

Profesor Asesor

José Luis Arumí R
Ingeniero Civil Ph.D.
Profesor Titular

Director de Departamento

María Eugenia González Rodríguez
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.
Profesor Asistente

Decana

ÍNDICE DE MATERIAS

GLOSARIO	1
1. INTRODUCCIÓN	4
2. ANTECEDENTES GENERALES	5
2.1 Descripción de la empresa	5
2.2 Descripción del proceso	5
2.3 Gases TRS	8
2.4 Descripción y antecedentes del proceso en el área Evaporadores	12
2.5 Tratamiento de gases industrias de Celulosa y Papel	15
2.6 Sistema de tratamiento de gases DNCG	17
3. OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo general	19
3.2 Objetivos específicos	19
4. METODOLOGÍA	20
4.1 Estudio y observación de las líneas del sistema de gases DNCG del área de Evaporadores de licor negro	20
4.2 Análisis sistemático de las líneas de proceso de gases DNCG	21
4.3 Mejoras operacionales	22
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24

5.1	Levantamiento de información en terreno _____	24
5.2	Estanque de Licor Concentrado 551-22-280 _____	30
5.2.1	Observaciones en terreno _____	30
5.2.2	Revisión de tendencias _____	32
5.2.2.1	Tendencias de flujo de licor y vapor _____	32
5.2.2.2	Tendencias de presión de extracción _____	34
5.2.2.3	Tendencias de Estanques flash _____	36
5.2.3	Observaciones asociadas al lavado del Concentrador 1G _____	42
5.2.4	Medidas para la reducción de vahos: _____	47
5.2.4.1	Cambio del Set Point Estanques flash: _____	47
5.2.4.2	Cambios en secuencia de lavado Concentrador 1G _____	47
5.2.4.3	Bypass Concentrador 1A a Concentrador 1F _____	50
5.2.5	Discusión y recomendaciones de mejoras sugeridas para el estanque de Licor Concentrado _____	51
6.	CONCLUSIÓN _____	56
7.	REFERENCIAS _____	58
8.	ANEXOS: _____	61
8.1	Tabla de circuito de lavado evaporadores _____	61
8.2	Pantalla de operación del circuito de lavado del área de evaporadores de licor negro _____	62
8.3	Formulario de presentación de medida de mejora propuesta junto al turno C del área de licor _____	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción gráfica del proceso de celulosa kraft (Obtenido de reporte interno Superintendencia de Procesos PCNA, 2023).	8
Figura 2. Diagrama de flujo del transporte del licor negro y emanaciones de gases TRS (Bordado y Gomes, 2002).	10
Figura 3. Ciclo de recuperación de licor negro (Krotscheck y Sixta, 2006).	11
Figura 4. Imagen aérea del área de evaporadores (Obtenido de reporte interno PCNA, 2023).	15
Figura 5. Comparación de los costos de tratamiento de las tecnologías de tratamiento de gases residuales (Kennes y Thalasso, 1998).	16
Figura 6. Diagrama de concentración y quemado de DNCG. (Obtenido de reporte interno PCNA, 2023).	17
Figura 7. Diagrama conceptual de la metodología utilizada. Elaboración Propia.	23
Figura 8. Esquema actualizado de las líneas conectadas al extractor de gases 206 del sistema DNCG con sus diámetros. Elaboración propia.	25
Figura 9a. Levantamiento de instrumentación para medir y regular vacío de gases DNCG.	26
Figura 9b. Levantamiento de instrumentación para medir y regular vacío de gases DNCG.	27
Figura 9c. Levantamiento de instrumentación para medir y regular vacío de gases DNCG.	28

Figura 10. Representación simple de flujos de entrada y salidas a estanques atmosféricos. Elaboración propia.	32
Figura 11. Relación del flujo de licor para lavado y entrada de vapor de baja presión al Concentrador 1G en un periodo de 24 horas, el día 11 de enero de 2023.	33
Figura 12. Relación del flujo de licor para lavado y entrada de vapor de baja presión al Concentrador 1G en un periodo de 24 horas, el día 26 de enero de 2023.	34
Figura 13. Relación de vacío del estanque de Licor Concentrado y extractor de gases, durante un periodo de 24 horas, el día 11 de enero 2023.	35
Figura 14. Relación de vacío del estanque de Licor Concentrado y extractor de gases, durante un periodo de 24 horas, el día 26 de enero 2023.	35
Figura 15. Relación de niveles de tk flash FG y presión durante el tiempo de lavado, el día 11 de enero de 2023.	38
Figura 16. Relación de niveles de tk flash de lavado, tk flash LC, y presión durante el tiempo de lavado, el día 11 de enero de 2023.	38
Figura 17. Relación nivel tk flash FG y presión durante el tiempo de lavado, el día 26 de enero de 2023.	39
Figura 18. Relación de niveles de tk flash de lavado, tk flash Licor Concentrado y presión durante el tiempo de lavado, el día de 26 de enero de 2023.	39
Figura 19. Representación de vapor flash descargado a la atmosfera (ejemplo 1) y a un sistema cerrado (ejemplo 2). Obetenido de TLV (2023).	41

Figura 20. Vista superior Estanque de Licor Concentrado de tubería de alivio de gases conectado a la línea de extracción DNCG, con presencia de vahos el día 26 de enero de 2023.	42
Figura 21. Proceso simplificado que involucra las variables asociadas al lavado del Concentrador 1G. Elaboración propia.	44
Figura 22. Relación de temperaturas de concentrador 1A y 1G, en un tiempo de 24 horas.	45
Figura 23. Tendencia de flujo de salida de el estanque de Licor Concentrado durante el momento en que se realiza lavado del Concentrador 1G.	46
Figura 24. Pantalla de circuito de licor de lavado evaporadores, con propuesta de bypass del Concentrador 1A a 1F.	51

GLOSARIO

DNCG:	Gases Diluidos No Condensables.
CNCG:	Gases Concentrados No Condensables.
TRS:	Azufre Total Reducido.
PCNA:	Planta Celulosa Nueva Aldea.
CR	Caldera Recuperadora.
Efecto:	Equipo tubular de placas verticales dedicado a la concentración de licor negro mediante transferencia de calor del vapor hacia el licor.
Endulzamiento:	Aumento en la concentración de sólidos de un licor.
Estanque flash:	Equipo sellado dedicado a la recuperación de vahos de los concentradores y recuperación del licor negro en altas concentraciones.
Flasheo:	Generación instantánea de gases producto del cambio de fase entre el licor contenido y el de llegada.
Estanque atmosférico:	Estanque (tk) dedicado al depósito de licores, condensados u otros, que se encuentra abierto a la atmosfera mediante una tubería de 10" aproximadamente de diámetro en el extremo medio superior del tk.
Línea de gases	Tubería que transporta los gases, entre los diferentes equipos de trabajo.
Scrubber	Equipo dedicado a la depuración de gases.
Set point	Punto fijo de operación
BPR	Diferencia de la temperatura del vaho generado y temperatura del licor de entrada (Boiling Point Rise)

**EVALUACION DEL SISTEMA DE GASES DILUIDOS NO
CONDENSABLES EN EL AREA DE EVAPORADORES DE UNA PLANTA
DE CELULOSA KRAFT PARA PREVENIR EMANACIONES DIFUSAS AL
AMBIENTE**

Palabras claves: Celulosa Arauco, DNCG, Licor negro.

RESUMEN:

Las fábricas de Celulosa y Papel se dedican a la producción de celulosa y/o derivados a partir de la separación de la fibra útil de la madera y dentro de sus principales impactos al ambiente, se caracterizan por la emisión de gases odoríferos.

Celulosa Arauco en Nueva Aldea (PCNA), dentro de sus gestiones ambientales, busca prevenir emanaciones de gases difusas al interior del recinto productivo. Durante las visitas a terreno, se detectó que el área de evaporadores presentaba emanaciones difusas puntuales durante operación normal. Debido a ello, se realizó un detallado estudio del área donde se descubrió la relación que tienen los lavados de los equipos concentradores de Licor Negro y las emanaciones difusas puntuales observadas. De acuerdo con lo anterior, se hicieron propuestas de mejoras de proceso e ingenieriles para lograr la eliminación de las emanaciones de vahos a la atmosfera.

**EVALUATION OF THE NON-CONDENSIBLE DILUTED GAS SYSTEM IN
THE EVAPORATORS AREA OF A KRAFT PULP MILL FOR THE
REDUCTION OF DIFFUSE EMANATIONS TO THE ENVIRONMENT**

Keywords: Arauco Cellulose, DNCG, black liquor.

SUMMARY:

Pulp and Paper mills are dedicated to the production of cellulose and/or derivatives from the separation of the useful fibers extracted from wood, a process characterized by the emission of odoriferous gases, one of its main environmental impacts.

To comply with the environmental standards set by Arauco, the Nueva Aldea plant (PCNA) looks to prevent the emissions of this type of diffuse gasses within its facility. During the terrain in visits, it was detected that the evaporators area had occasionally diffuse gas emissions during normal operation.

Due to this, a detailed study of the area in question was carried out and complemented with terrain inspections and consultations to the operators. A link between the washings done to the equipment of black liquor concentration and the gaseous emanations from the atmospheric tanks associated with the Dilute Non-Condensable Gases (DNCG) system was discovered. In accordance with the above, proposals for engineering and process improvements were made to achieve the reduction of DNCG emissions into the atmosphere.

1. INTRODUCCIÓN

La empresa de Celulosa Arauco Nueva Aldea tiene como principal producto la fabricación de pulpa de celulosa de Pino (*Pinus radiata*) y Eucalipto (*Eucalyptus glóbulos*). Dentro del proceso de extracción de la fibra de ambas especies, se genera un subproducto denominado licor negro que posee un alto poder calorífico y, además, genera compuestos odoríferos que a pequeñas concentraciones pueden ser percibidos por las personas.

En Chile se utiliza el Decreto Supremo 37 (DS37) como norma de emisión de compuestos de Azufre Total Reducido (TRS) asociados a la fabricación de pulpa Kraft (Ministerio de Medio Ambiente, 2013), el cual es el principal componente del licor negro.

Debido a su relevancia ambiental, se realizó un análisis exhaustivo del sistema de gases diluidos en el área de evaporadores.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Descripción de la empresa

Celulosa Arauco y Constitución (CELCO), corresponde a una empresa dedicada a la elaboración de pulpa de celulosa y derivados. Una de sus principales plantas se encuentra en Nueva Aldea, que produce celulosa blanca diferenciada en 2 líneas: Pino (L1) y Eucalipto (L2). Se localiza en la Región de Ñuble, comuna de Ránquil, al oeste de la ciudad de Nueva Aldea.

Dentro del proceso de producción, la celulosa constituye la materia prima para la fabricación de papeles, material para embalaje, pañales, entre otros. Se encarga de la elaboración de tableros y maderas, usados en mueblería y construcción (Arauco, 2022). Además, genera energía limpia y renovable como consecuencia de su proceso industrial, lo que permite autoabastecerse y aportar a la matriz energética del sector.

2.2 Descripción del proceso

El proceso comienza cuando la madera en trozas es recepcionada y trasladada a canchas de almacenamiento, para ser descortezada en un tambor rotatorio. Luego, ingresan a una astilladora (para facilitar la impregnación de los reactivos), se clasifican y almacenan en pilas (ver figura 1). Posteriormente ingresan al impregnador, cuyo equipo es utilizado para aumentar la homogeneidad en la impregnación de las astillas con una solución de Licor Negro Débil (LD).

A continuación, se inicia el proceso de cocción en los digestores donde ocurre la deslignificación (Sixta et al., 2006a), la cual se produce en tres fases:

- Fase Inicial: Se disuelven ligninas de bajo peso molecular, 23 % durante los primeros 5 minutos a 150 °C.
- Fase Principal: Continúa en forma más lenta con ligninas de mayor peso molecular (70% de las ligninas se disuelven en esta fase).
- Fase Residual: Comienza cuando ya se ha disuelto entre 90-95 % de las ligninas. Como resultado del proceso, se obtiene la fibra y Licor Negro (LN), el residual que queda después de la cocción.

En las 3 fases indicadas se produce TRS, un conjunto de productos sulfurados los cuales se forman a partir de la desmetilación de la lignina por iones sulfhidrato y grupos metoxílicos. Estos subproductos generan el característico olor de las celulosas.

La siguiente etapa consiste en el lavado de la fibra, con el objetivo de extraer el máximo de licor negro residual ubicado inter e intrafibras de la pulpa. En este punto el proceso general se divide en dos etapas:

- Etapa 1: Obtención de la fibra

Después del lavado hay una deslignificación con oxígeno considerada como una etapa de pre-blanqueo en medio alcalino, pero de una forma más selectiva. En blanqueo se utiliza dióxido de cloro (el cual es producido en la

planta química de PCNA), oxígeno, hidróxido de sodio, ozono y peróxido de hidrógeno como agentes oxidantes (Sedille, 2003), que permiten la obtención de una pulpa de color blanca que se comercializa en el mercado mundial (Ulrich et al., 2006). Por último, la pulpa se lleva al área de máquinas donde se forma la hoja, se seca, se embala y se envía a bodega de producción de productos terminados.

- Etapa 2: Recuperación del licor

El licor negro primero debe ser filtrado en el área de lavado para luego ser enviado al área de evaporadores para concentrarlo. La idea principal de la evaporación es concentrar el licor negro obtenido en el sistema de lavado desde un 15% hasta un 75-85% de sólidos, tal que, permita ser usado como combustible en la Caldera Recuperadora con el mínimo consumo de vapor.

Algunas de las funciones de la caldera son combustionar la fracción orgánica del licor negro obtenido del área de Evaporadores y así poder generar vapor, el cual es utilizado en los turbogeneradores (Empie, 2009a) para producir energía que se utiliza en el complejo de celulosa y lo restante se alimenta al sistema interconectado central.

La reducción de compuestos de azufre inorgánico a sulfuro de sodio, que sale junto al fundido inorgánico de carbonato (licor verde), junto con la cal viva (CaO) obtenida del horno de cal, permite la formación del licor blanco utilizado en el proceso de cocción.

Como se observa en la figura 1, el licor negro pasa por las áreas de Cocción, Lavado, Evaporadores, Caldera Recuperadora, Caustificación y Horno de Cal.

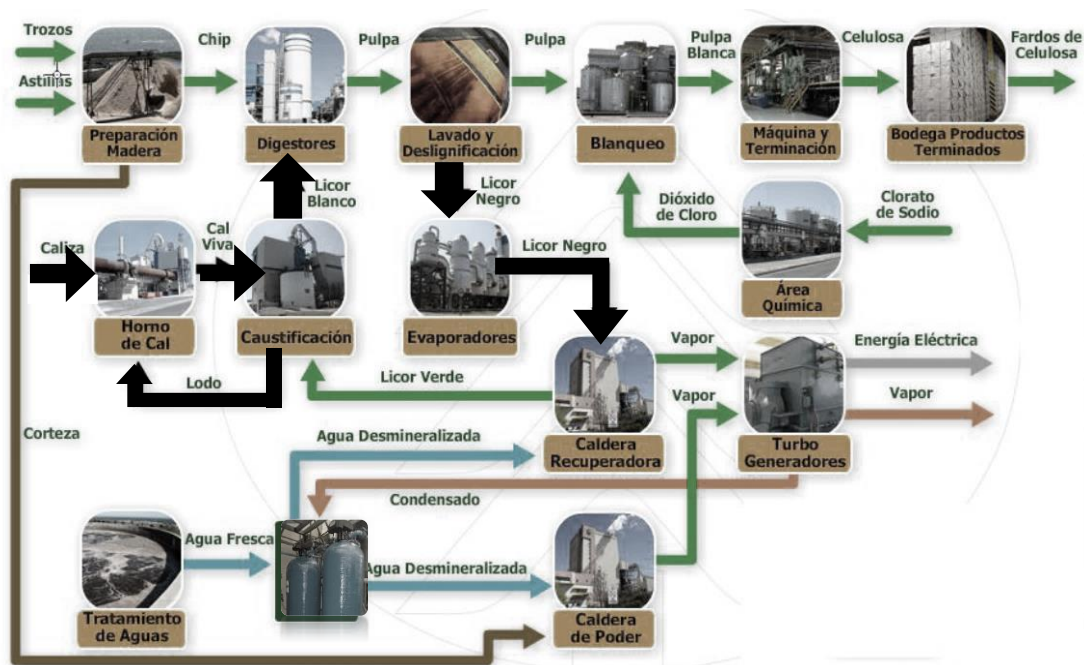


Figura 1. Descripción gráfica del proceso de celulosa kraft (Obtenido de reporte interno Superintendencia de Procesos PCNA, 2023a).

Si bien es un proceso eficiente, uno de los problemas ambientales más significativos dentro de las plantas de celulosa Kraft, son los olores a partir de la generación de gases TRS.

2.3 Gases TRS

En la tabla 1, se mencionan los principales compuestos TRS emitidos por las plantas de celulosa, los cuales se producen inicialmente durante el proceso de

cocción. El umbral de detección de olor de los TRS para los seres humanos es muy bajo, por lo que a pequeñas concentraciones pueden ser detectados.

Tabla 1. Compuestos odoríferos emitidos en plantas de celulosa (Besten, 2014).

Compuesto	Fórmula química	Umbral de detección (ppm)
Sulfuro de Hidrógeno	H ₂ S	0,00047
Metil-Mercaptano	CH ₃ SH	0,0005
Sulfuro de dimetilo	(CH ₃) ₂ S	0,001
Disulfuro de dimetilo	(CH ₃) ₂ S ₂	0,0076

En la figura 2, se indican las áreas de transporte de licor negro y las áreas de generación de gases que puntualmente se descargan a la atmósfera en la etapa de Lavado, Evaporación, en estanques de pulpa y licores, estanques de condensados, stripping, planta de metanol, sistema de trementina y planta de tall oil. Estos se emiten diluidos y concentrados:

- Gas Diluido No Condensable (DNCG): Gas que contiene una concentración de compuestos de azufre que están por debajo del Límite Inferior de Explosión (LEL), frecuentemente denominados gases de Alto Volumen y Baja Concentración (HVLC). Se encuentran en los estanques de almacenamiento de licor del área de Evaporadores, en los estanques del área de lavado y en los estanques del área de Caustificación (A. Tamminen, 2012a).
- Gas Concentrado No Condensable (CNCG): Gas que contiene una concentración de compuestos de azufre y/o trementina, metanol y otros

mencionadas anteriormente (ver figura 3), por lo tanto, en todas ellas existirá un mayor riesgo de percepción de olor. Sin embargo, los equipos asociados a gases DNCG, están conectados a un sistema de extracción, donde son recolectados y llevados a la Caldera Recuperadora. Los gases DNCG se introducen como aire secundario y los gases CNCG son combustionados en un quemador dedicado.

A pesar de ello, según los registros de terreno, se han presenciado vahos a través del cuello de cisne de algunos estanques, en situaciones puntuales en el área de Evaporadores, lo cual no debiese ocurrir si se encuentran conectados a un sistema de extracción que mantiene una presión negativa de arrastre.

Es por esta razón y debido a su relevancia ambiental, esta investigación se basará en el estudio del sistema de Gases Diluidos en el área de Evaporación.

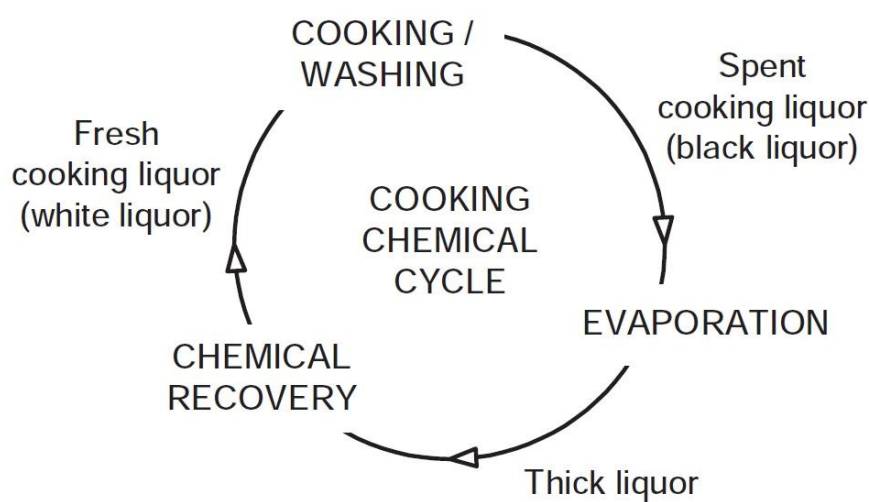


Figura 3. Ciclo de recuperación de licor negro (Krotscheck y Sixta, 2006b).

2.4 Descripción y antecedentes del proceso en el área Evaporadores

El licor que se recibe de fibra se almacena en los estanques de licor débil (dos de Pino y uno de Eucalipto).

El Pino, que pertenece al grupo de las coníferas, posee ácidos grasos y resinicos que forman el jabón junto con el ion hidroxilo de la soda cáustica (MacMurry, 2012), por lo que, los estanques de licor débil están conectados mediante un sistema de rebalse a un estanque decantador de jabón, que separa el jabón crudo de tall oil.

Luego, el licor débil es endulzado con licor concentrado para aumentar el porcentaje de sólidos a un 18% aproximadamente, evitando la generación de espuma y la contaminación de condensados. Posteriormente, se alimenta desde el Efecto 3 hasta el 6 consecutivamente, y luego a un estanque de licor intermedio (con un porcentaje de sólidos entre 30 y 35%), en el cual se realiza una última separación de jabón crudo de tall oil. A continuación, se alimenta consecutivamente al Efecto 7, Efectos 2B y 2A, Concentrador 1ABCD, Concentrador 1FG y Super Concentrador AB¹ (Meisenbichler, 2020).

Desde el Concentrador 1G se envía licor grueso (con un 68 a 70% de sólidos) hacia el estanque de Licor Concentrado, desde este se adiciona una corriente de ceniza que proviene de la Caldera Recuperada. Luego, retorna al Concentrador 1F y al Superconcentrador 1AB, del cual se obtiene el licor negro

¹ El concentrador 1ABCD, Concentrador 1FG y Super Concentrador AB, corresponden (cada uno de ellos) a un solo estanque, que interiormente se divide en diferentes unidades.

con sobre 75% de sólidos, que se almacena en un estanque de Licor Presurizado para su posterior quemado.

Los gases DNCG se encuentran en todos los estanques atmosféricos: estanque de Licor Débil Eucalipto y Pino, Spill, Licor Intermedio, Condensados, Almacenamiento de Jabón, Decantador de Jabón, y estanques de Licor Concentrado (ver figura 4). Actualmente estos estanques se encuentran conectados a un depurador de gases.

Por otra parte, en el área de Evaporadores se realizan frecuentemente procedimientos de lavados, debido al ensuciamiento de los equipos dedicados a la evaporación del licor negro. A mayor concentración, habrá un mayor nivel de ensuciamiento, ya que, a medida que el licor se va concentrando se empieza a exceder el límite de solubilidad, entonces, se cristaliza sobre la superficie de intercambio de calor, esto sucede cuando se alcanza una concentración crítica de sólidos de licor negro de 50 a 55% aproximadamente, a temperaturas de entre 104 y 120°C (Repertorio PCNA, 2023a).

Las incrustaciones son duras y densas, que no permiten una correcta transmisión del calor. Las sales típicas causantes de este problema son la burkeita ($2\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$) y bicarbonato ($2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$), también las incrustaciones pueden producirse por precipitación de la lignina, o ensuciamiento por jabón proveniente del Pino (Empie, 2009b).

A medida que aumenta el porcentaje de sólidos, aumenta la cantidad de sales por volumen de agua disuelta. Por ejemplo, como los efectos 3, 4, 5 y 6 funcionan a concentraciones relativamente bajas, normalmente no es

necesario lavar estas unidades. En el caso de los efectos 7 y 2AB se realiza lavados cada 2 semanas aproximadamente, dependiendo de las condiciones (Repertorio PCNA, 2023b).

Por otro lado, para medir el nivel de ensuciamiento de los concentradores, se hace seguimiento a una serie de variables (Ingeniero de Procesos área Licor PCNA, 2022):

- Coeficientes de transferencia de calor, que se controlan en cada sección de los concentradores.
- Diferencial de temperatura del concentrador, que corresponde a la diferencia entre la temperatura del vapor o vaho que llega al efecto/concentrador y la temperatura del licor del efecto/concentrador.
- Apertura de la válvula de vapor, el flujo de vapor y la presión.

El Lavado de los concentradores es controlado durante la evaporación, y dura una hora aproximadamente, se lleva a cabo con licor débil de Eucalipto² y se realizan 3 de ellos en un turno de 12 horas.

² También se utiliza Condensado para lavado, aunque no de manera habitual.



Figura 4. Imagen aérea del área de evaporadores (Obtenido de reporte interno PCNA, 2023b).

2.5 Tratamiento de gases industriales de Celulosa y Papel

Actualmente se utilizan diferentes tecnologías para reducir los gases residuales producidos por las industrias productoras de celulosa, como: la oxidación térmica, depuradores de gases, biofiltros o biorreactores de membrana (Sumathi y Hung, 2004).

Los métodos biológicos de reducción de olores son más respetuosos con el medio ambiente, que las tecnologías físicas y químicas, porque los procesos

biológicos no requieren el uso de productos químicos y pueden llevarse a cabo a temperaturas normales (10-40°C) y presión atmosférica, por lo que suelen ser más económicos, según la figura 5 (Barbusinski et al., 2017).

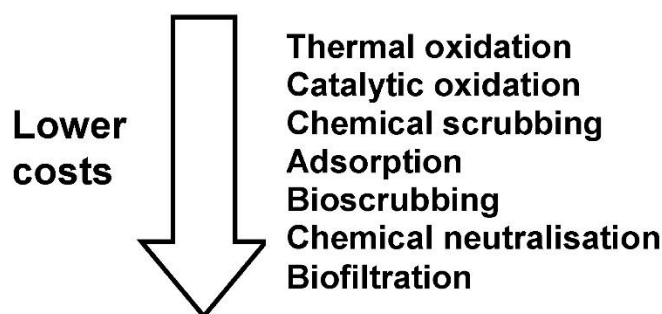


Figura 5. Comparación de los costos de tratamiento de las tecnologías de tratamiento de gases residuales (Kennes y Thalasso, 1999).

Sin embargo, uno de los métodos más usados a nivel mundial es la oxidación térmica. Este método es parte del ciclo de proceso de celulosa, ayuda a la generación del licor blanco para producir pulpa y, además, energía que sirve para abastecer a todo el complejo y sectores cercanos.

Una de las medidas complementarias al sistema de oxidación térmica, es un sistema de recolección de gases, depurador y extractores que se utilizan antes de enviar estos fluidos a la caldera, donde serán utilizados como aire secundario (en el caso de los DNCG) o combustionados en un quemador dedicado (en el caso de los CNCG) (Bordado y Gomes, 2002b)

2.6 Sistema de tratamiento de gases DNCG

De igual manera en PCNA se utiliza la incineración como medida de tratamiento para los gases CNCG y la utilización de gases DNCG como aire secundario para llevar a cabo la combustión.

Primero se recolectan los gases en las áreas de Caustificación y Horno de Cal, Fibra, y Evaporadores (ver figura 6). Luego son transportados hacia un depurador de gases que corresponde a una primera medida de tratamiento, y finalmente son enviados como una fracción de aire secundario superior a la Caldera Recuperadora como segunda medida de tratamiento.

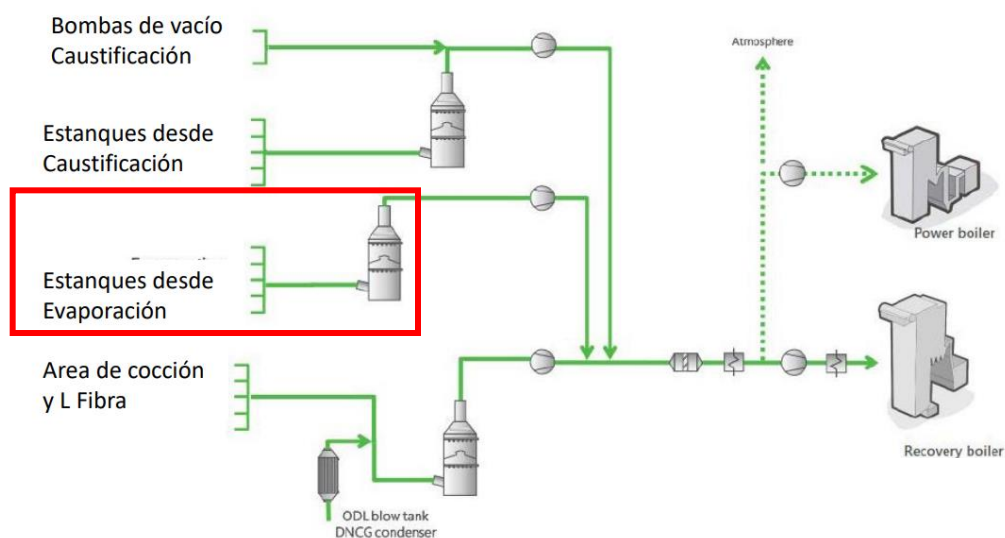


Figura 6. Diagrama de concentración y quemado de DNCG. (Obtenido de reporte interno PCNA, 2023c).

Los sistemas de recolección y tratamiento de gases tienen diferentes requisitos de diseño en función de sus distintos límites explosivos, velocidades de propagación de llama o valores de combustible. También tienen diferentes requisitos de incineración y quemadores. Los DNCG se introducen en la caldera como una fracción del aire de combustión desde los puertos de aire secundarios superiores o puertos de aire terciarios (A. Tamminen y T. Tamminen, 2015).

A pesar de que PCNA cuenta con un robusto tratamiento para gases, en su continua búsqueda de mejora continua respecto a desempeños ambientales, el objetivo principal del trabajo consiste en realizar un análisis del sistema de gases DNCG, que implica una revisión de los estaques que están conectados al extractor de gases, que los direcciona hacia la Caldera Recuperadora. La revisión abarca la actualización de las líneas de gases conectadas al sistema, revisión de instrumentación necesaria para verificar un correcto funcionamiento y un análisis de mejoras de acuerdo con observaciones en terreno.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar el sistema de gases Diluidos No Condensables (DNCG) del área de Evaporadores de la planta Celulosa Arauco Nueva Aldea, para generar mejoras de proceso y prevenir emisiones difusas odoríferas al ambiente.

3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar en terreno las líneas existentes del sistema de DNCG del área de Evaporadores de licor negro.
- Analizar sistemáticamente las líneas de proceso anteriormente señaladas y las series de tiempo de los parámetros operacionales de gases DNCG.
- Generar mejoras operacionales para prevenir emisiones de gases DNCG en el área de Evaporadores de licor negro.

4. METODOLOGÍA

4.1 Estudio y observación de las líneas del sistema de gases DNCG del área de Evaporadores de licor negro

- Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre el proceso productivo de Celulosa y la generación de gases TRS, es decir, parámetros ambientales vulnerables, propiedades de estos gases, dónde se generan y cómo mitigarlos. Mediante información obtenida del repositorio digital de PCNA, libro Handbook of Pulp (2006), y páginas web: ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>) Elsevier (<https://www.elsevier.com/>), entre otras.
- Se solicitaron los diagramas de proceso y P&DI (planos) en el área de archivo técnico de Celulosa Arauco, para identificar los equipos asociados al sistema.
- Se efectuaron las primeras salidas a terreno con el tutor a cargo, para reconocimiento del área y procesos.
- De acuerdo con el reconocimiento realizado, se comenzó con un seguimiento visual a todas las líneas unidas al ventilador DNCG 206 del área de Evaporadores.
- A partir de lo anterior se llevó un registro de lo observado y estudiado.
- Se revisó la instrumentación existente para medición y regulación de vacío de los estanques conectados al sistema de extracción de gases.

- Se elaboraron bocetos que permitieron esquematizar la información de terreno y hacer un catastro del sistema de gases DNCG del área de Evaporadores de licor negro.

4.2 Análisis sistemático de las líneas de proceso de gases DNCG

- Para realizar un análisis e investigación del proceso, se utilizó el texto de Hernández (2017) sobre las metodologías de la investigación.
- Se procedió con un estudio de los equipos de evaporación de múltiple efecto, con la ayuda de los operadores del área, manual de operación de evaporadores (2018) y pantallas de la sala de operaciones.
- Continuamente se realizaron visitas a terreno. De acuerdo con lo observado, se conversó con los operadores de cada turno para identificar en conjunto propuestas de mejora.
- Además, se utilizó de apoyo los programas Aspenone (<https://www.aspentech.com/en>) y Wedge (<https://wedge.trimble.com/>) para revisión de tendencias de variables disponibles de los procesos de PCNA, que permitió comprender las causas de los sucesos observados en terreno. Al descubrir la alta probabilidad de vinculación entre los lavados realizados a los concentradores de licor negro respecto a la consecuencia de vahos en los estanques en cuestión, se comenzó con un estudio detallado del proceso de lavados, con la ayuda del manual de operación del área de Evaporadores y la asistencia de los operadores del área.

- De acuerdo con la evidencia recopilada, se informó al jefe de área, quien autorizó un conjunto de pruebas fueron realizadas tanto en terreno, como en la sala de operaciones.

4.3 Mejoras operacionales

- Se hizo revisión con un experto del área, encargados de medio ambiente y tutor a cargo, para más información y selección de datos relevantes.
- De acuerdo con las pruebas ejecutadas durante un periodo de 3 meses, se obtuvieron resultados concluyentes.
- Finalmente se plantearon tres alternativas para lograr eliminar las emanaciones difusas de gases en los estanques atmosféricos del área de Evaporación durante los procesos de lavado.

A continuación, en la figura 7 se presenta un diagrama conceptual sobre la metodología utilizada.

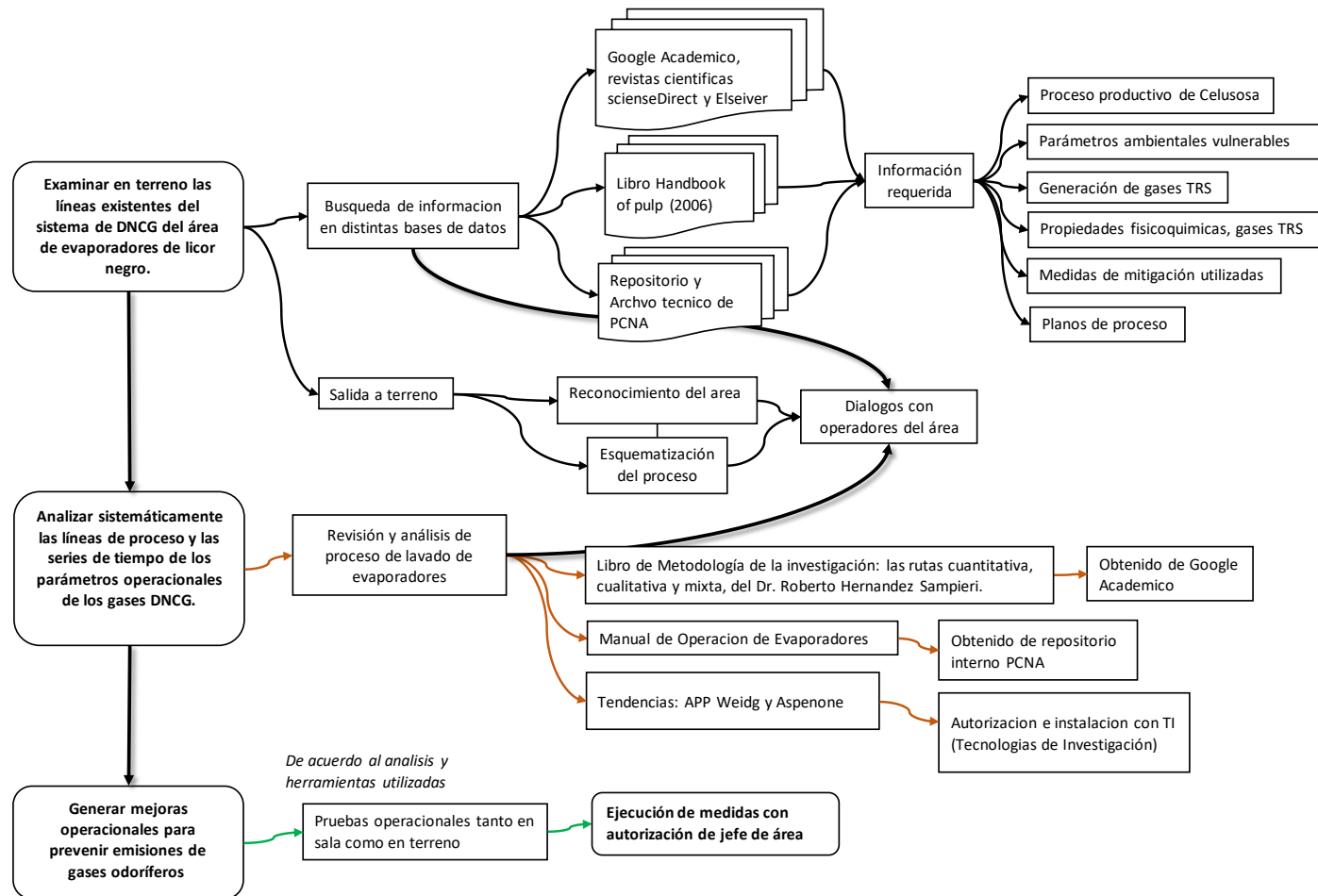


Figura 7. Diagrama conceptual de la metodología utilizada. Elaboración Propia.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Levantamiento de información en terreno

En primera instancia se hizo un levantamiento de todos los equipos asociados al sistema de gases DNCG y la instrumentación existente para una revisión de un correcto manejo de vacío. Para ello se elaboró un esquema de conexión de líneas y/o estanques atmosféricos asociados al sistema de gases DNCG. Como se observa en la figura 8, existen 15 equipos conectados al sistema, los equipos más cercanos al extractor de gases son el estanque de alimentación 2 de Pino y estanque de alimentación 3 de Eucalipto³.

De acuerdo con el levantamiento realizado respecto a la instrumentación, 12 de 15 equipos no presentan toma para poder medir vacío⁴, sin embargo, esos 12 equipos tienen válvula para regular el flujo de extracción de gases, según figura 9a, 9b y 9c.

En el área de Evaporadores hay dos estanques de Licor Concentrado, 551-22-180 y 551-22-280. Durante el tiempo en que se realizó el estudio, sólo estuvo en funcionamiento el estanque de Licor Concentrado 551-22-280, el estanque de Licor Concentrado 551-22-180 permaneció fuera de servicio por mantenimiento (ambos estanques son análogos).

³ Debería existir mayor fuerza de extracción de gases para los estanques más cercanos que se encuentran conectados al extractor.

⁴ Por ello no se puede realizar un balance estricto de los equipos que poseen mayor o menor extracción.

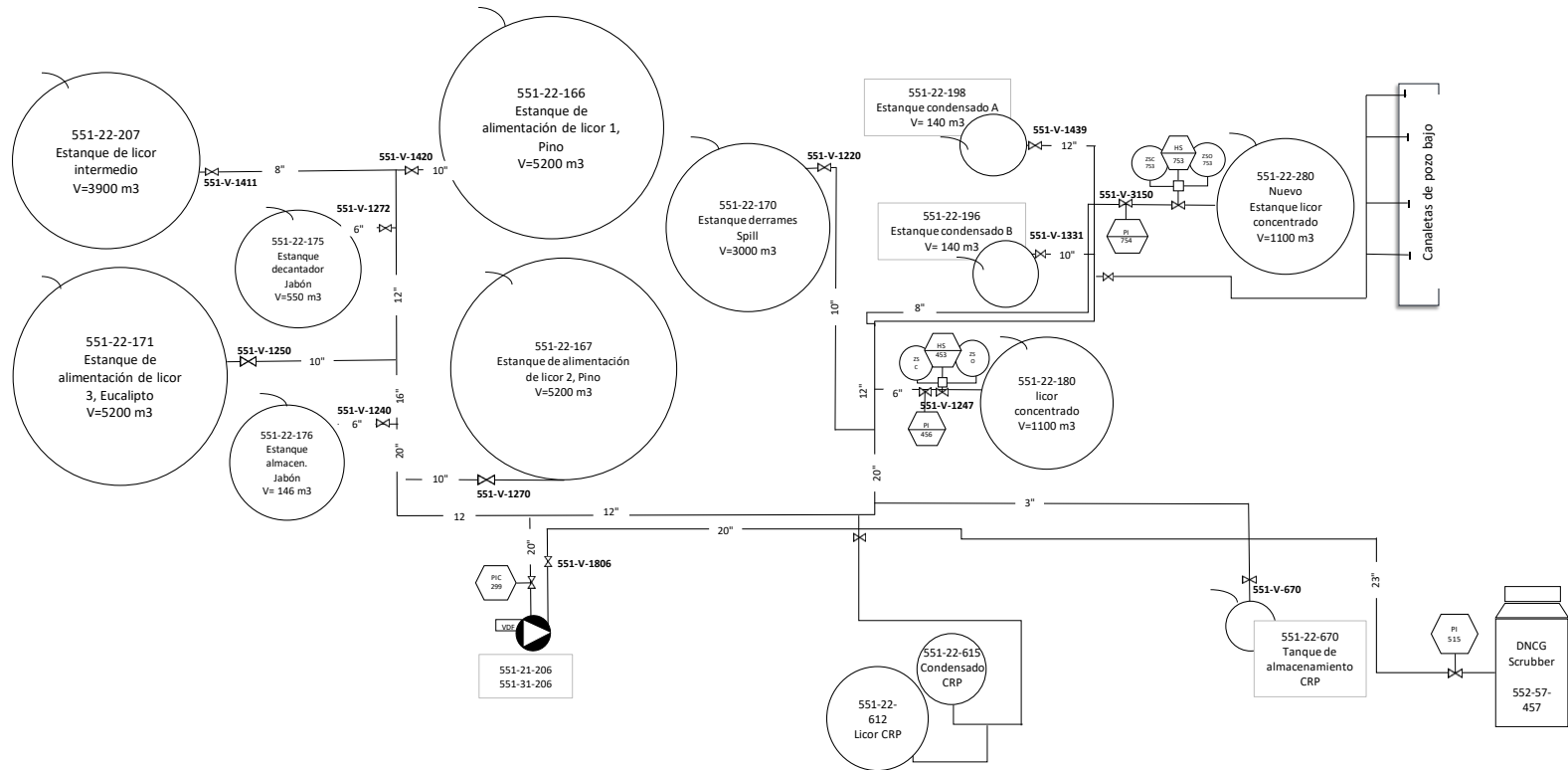


Figura 8. Esquema actualizado de las líneas conectadas al extractor de gases 206 del sistema DNCG con sus diámetros. Elaboración propia.




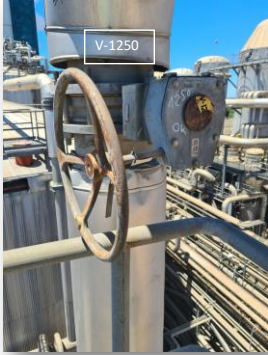

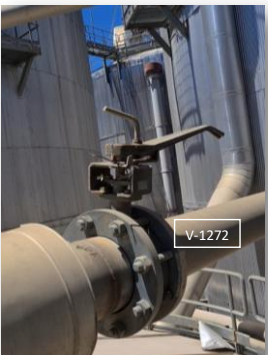
<p>1</p>	<p>TK licor intermedio 551-22-207</p>  <p>Solo tiene valvula para regular flujo de gases manual</p> <p>No tiene medición de vacío</p>	<p>3</p>	<p>TK de alimentación de licor 2. pino 551-22-167</p>  <p>Solo tiene valvula para regular flujo de gases manual</p> <p>No tiene medición de vacío</p>	<p>5</p>	<p>TK de derrames. Spill 551-22-170</p>  <p>Solo tiene valvula para regular flujo de gases manual</p> <p>No tiene medición de vacío</p>
<p>2</p>	<p>TK de alimentación licor 3. Eucalipto 551-22-171</p>  <p>Solo tiene valvula para regular flujo de gases manual</p> <p>No tiene medición de vacío</p>	<p>4</p>	<p>TK de alimentación 1. Pino 551-22-166</p>  <p>Solo tiene valvula para regular flujo de gases manual</p> <p>No tiene medición de vacío</p>	<p>6</p>	<p>TK decantador de jabón 551-22-175</p>  <p>Solo tiene valvula para regular flujo de gases manual</p> <p>No tiene medición de vacío</p>

Figura 9a. Levantamiento de instrumentación para medir y regular vacío de gases DNCG.

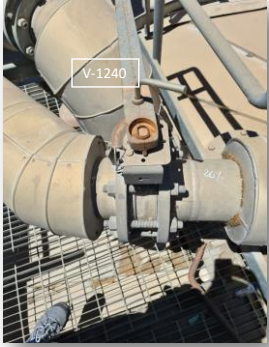



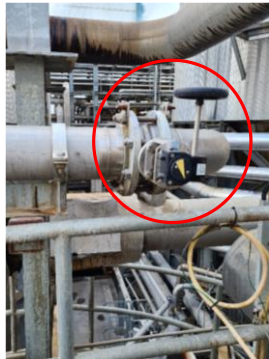

<p>7</p>	<p>TK de almacenamiento de jabón 551-22-176</p>  <p>Solo tiene valvula para regular flujo de gases No tiene medición de vacío</p>	<p>9</p>	<p>TK de condensado B 551-22-196</p>  <p>Solo tiene valvula para regular flujo de gases No tiene medición de vacío</p>	<p>11</p>	<p>TK nuevo licor concentrado 551-22-280</p>  <p>Tiene control de flujo en línea Tiene medición en línea</p>
<p>8</p>	<p>TK de condensado A 551-22-198</p>  <p>Solo tiene valvula para regular flujo de gases No tiene medición de vacío</p>	<p>10</p>	<p>Pozo bajo solidos V-?</p>  <p>Solo tiene valvula para regular flujo de gases No tiene medición de vacío</p>	<p>12</p>	<p>TK de licor concentrado 551-22-180</p>  <p>Tiene control de flujo en línea Tiene medición de vacío manual y en línea</p>

Figura 9b. Levantamiento de instrumentación para medir y regular vacío de gases DNCG.






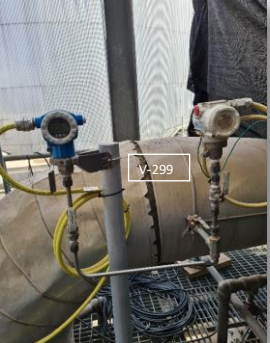
<p>13</p>	<p>TK licor CRP 551-22-615</p>  <p>No tiene valvula para regular flujo de gases</p> <p>No tiene medición de vacío</p>	<p>15</p> <p>Valvula a CRP V-?</p>  <p>Tiene valvula para regular flujo de gases</p> <p>Conecta al 615 y 612</p> <p>No tiene medición de vacío</p> <p>NO tiene registro ni acceso</p>	<p>17</p> <p>TK almacenamiento CRP 551-22-670</p>  <p>Tiene valvula para regular flujo de gases</p> <p>No tiene medición de vacío</p>
<p>14</p>	<p>TK condensado CRP 551-22-612</p>  <p>No tiene valvula para regular flujo de gases</p> <p>No tiene medición de vacío</p>	<p>16</p> <p>Valvula salida de gases hacia scrubber DNCG V-1806</p>  <p>No tiene valvula para regular flujo de gases</p> <p>Tiene medición manual sin acceso</p> <p>Tiene medición de vacío en línea</p>	<p>18</p> <p>Valvula extractor V-299</p>  <p>No tiene valvula para regular flujo de gases</p> <p>Tiene medición de vacío en línea</p>

Figura 9c. Levantamiento de instrumentación para medir y regular vacío de gases DNCG.

Luego de realizar un estudio detallado del área, se identificaron las variables de mayor implicancia en la generación de vahos, mediante visitas a terreno y la utilización de los programas Wedge y Aspenone.

Según el registro de visitas a terreno especificadas en la tabla 2, de las 10 veces en las cuales se hizo una visita a terreno mientras se ejecutaba un lavado, en 7 ocasiones (70%) se presenciaron vahos en uno de los estanques atmosféricos. Por otra parte, cuando no se estaba ejecutando un procedimiento de lavado, no se presenciaron vahos en ninguno de los estanques (100% de las veces).

Tabla 2. Registro de visitas a terreno y observaciones de vahos en estanques asociados al sistema de gases DNCG.

N°	Hora en terreno	Fecha	Vahos	Evaporador lavado	Estanque con vahos
1	15:00-15:46	11-enero	Si	1G	Licor Concentrado
2	14:01-15:04	13-enero	No	1C	No aplica
3	10:42-13:48	17-enero	No	SC	No aplica
4	09:26-11:22	24-enero	No	-	-
5	14:09-14:15	26-enero	Si	1G	Licor Concentrado
7	11:51-11:58	14-febrero	No	-	-
8	14:12-14:45	14-febrero _t	No	-	-
9	14:12-14:45	15-febrero	Si	1F	Licor Débil Euca.
10	10:13-12:15	16-febrero	Si	1D	Licor Débil Euca.
11	13:35-13:44	16-febrero _t	Si	1C	Licor Débil Euca.
12	09:45-11:08	22-febrero	Si	1C	Licor Débil Euca.
13	14:07-16:07	22-febrero _t	No	E7	No aplica
14	09:41-10:29	27-febrero	Si	1A	Licor Débil Euca.

Hay que considerar que, dentro de todas las situaciones, fue el estanque de Licor Concentrado el equipo más crítico en favor de la generación de vahos,

por su intensidad y duración, es por eso que en este trabajo solo se analizara el caso del estanque de Licor Concentrado.

5.2 Estanque de Licor Concentrado 551-22-280

Uno de los equipos dedicados a la evaporación que presenta mayores consecuencias al momento de lavar, es el Concentrador 1G.

El lavado conceptualmente se logra dividir en 5 pasos:

- Limpieza inicial del sistema de tuberías: Se usa un pequeño flujo de licor de lavado.
- Preparación para lavado: Se ajustan flujos para mantener el balance de licor luego de contar con una unidad menos de evaporación.
- Periodo de lavado: Se realiza normalmente con flujos sobre los 70 l/s de Licor Débil de Eucalipto.
- Estabilización: Es la etapa en donde se logran los valores esperados de operación, los flujos se empiezan a normalizar.
- Limpieza final: Se purga el licor residual con un pequeño flujo de licor de lavado en las tuberías.

Para más detalle del proceso de lavado, revisar el anexo 8.1 y 8.2.

5.2.1 Observaciones en terreno

Durante las salidas a terreno, los días 11 de enero de 2023 y 26 de febrero de 2023, se registraron vahos saliendo del estanque de Licor Concentrado que se encuentra conectado al sistema de gases DNCG, mientras se realizaba un

lavado en el Concentrador 1G. Estos resultados no son los esperados, debido a que el estanque de Licor Concentrado se encuentra conectado al extractor de gases DNCG 206, que funciona con un vacío de hasta -2,2 kPa, por lo tanto, debiesen ser direccionados hacia el Scrubber DNCG⁵ y no hacia a la atmósfera.

Por otro lado, aplicando el principio de Bernoulli, si un pequeño volumen de fluido se mueve desde una región de alta presión a una región de baja presión, entonces habrá más presión detrás que en el frente, esto le dará una fuerza neta al volumen, acelerándolo a lo largo de la línea de corriente (Freedman y Young, 2009), y en este caso produciendo la salida de gases desde el estanque. Esto indica que, si la presión del flujo de entrada es mayor que la presión del estanque, el flujo de entrada desplazara los gases hacia la zona superior de menor presión.

La función del extractor es que cuando llegue un volumen de gases a la parte superior, se capturen antes de ser expulsados a la atmósfera (ver figura 10). Se puede inferir o hipotetizar que el extractor está sub-dimensionado o la cantidad de flujo de gases que se genera es demasiada alta para ser contenida a pesar del tamaño del extractor. Debido a lo anterior, este estudio se centra en analizar si existen problemas operativos o de diseño e identificar las oportunidades de mejora que permitirán eliminar las emanaciones difusas de gases a la atmósfera durante el lavado del concentrador G.

⁵ Hay que recordar que estos gases antes de ser inyectados como aire secundario superior en la Caldera Recuperadora, son dirigidos hacia un depurador de gases o Scrubber.

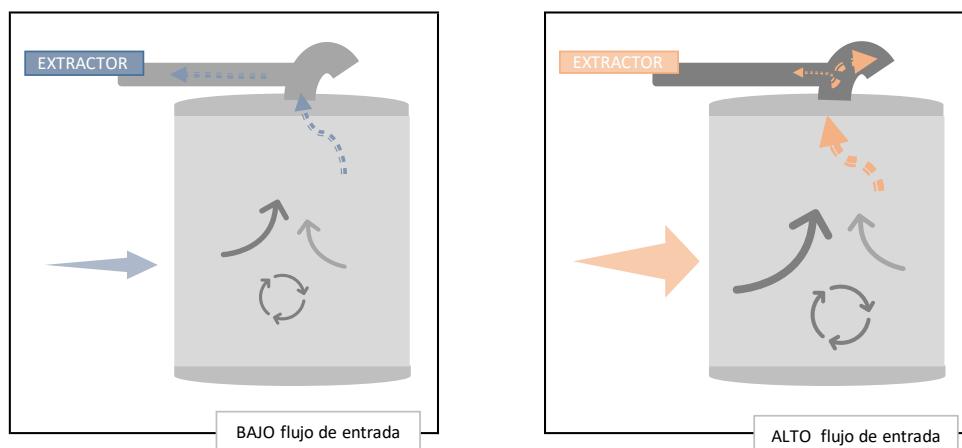


Figura 10. Representación simple de flujos de entrada y salidas a estanques atmosféricos. Elaboración propia.

5.2.2 Revisión de tendencias

El día 11 de enero de 2023 a las 15:45 horas y 26 de enero de 2023 a las 14:10 horas, se presenciaron vahos desde el estaque de Licor Concentrado. Se revisaron una serie de variables asociadas al proceso, sin embargo, en este trabajo se consideraron sólo las que tuvieron una mayor implicancia según las tendencias analizadas que se comentarán a continuación.

5.2.2.1 Tendencias de flujo de licor y vapor

En la figura 11 y 12, desde las 15:10 hasta 16:39 el día 11 de enero y desde las 12:43 hasta 14:15 horas el día 26 de enero respectivamente, se estaba ejecutando un lavado en el Concentrador 1G. En la parte superior de las figuras, se observa que el flujo de licor de lavado aumenta al mismo tiempo en

que empieza a disminuir el flujo de vapor de baja presión que es inyectado al Concentrador 1G, que se representa con el indicador FIC774 (parte inferior de las figuras). Cuando se realiza un lavado, el flujo de vapor de baja presión que es inyectado al concentrador para evaporar el licor disminuye, porque no es utilizado, por lo tanto, si los kg/s de vapor inyectados disminuyen considerablemente, quiere decir que se está realizando un lavado del concentrador.

El área marcada de gris indica el tiempo de ejecución de lavado (se aplica para todas las figuras) y la línea roja vertical indica el momento en el cual se presenciaron vahos saliendo del estanque de Licor Concentrado para ambos casos.

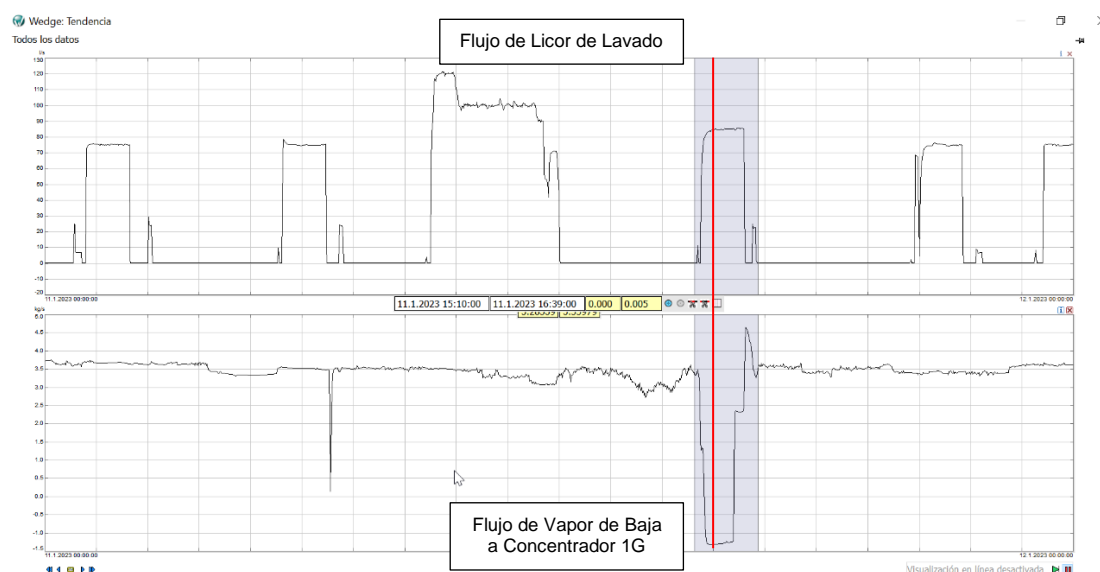


Figura 11. Relación del flujo de licor para lavado y entrada de vapor de baja presión al Concentrador 1G en un periodo de 24 horas, el día 11 de enero de 2023.

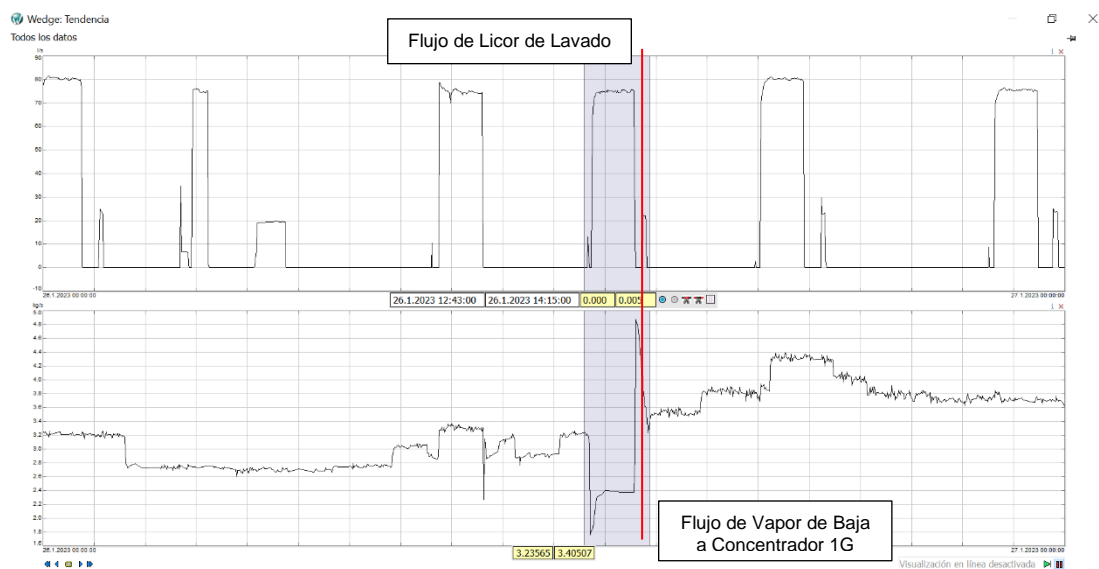


Figura 12. Relación del flujo de licor para lavado y entrada de vapor de baja presión al Concentrador 1G en un periodo de 24 horas, el día 26 de enero de 2023.

5.2.2.2 Tendencias de presión de extracción

En la figura 13 y 14 la presión del estanque del Licor Concentrado y del ventilador DNCG 206 se mantuvo en un rango negativo durante el momento en que se llevó a cabo el lavado del Concentrador 1G.

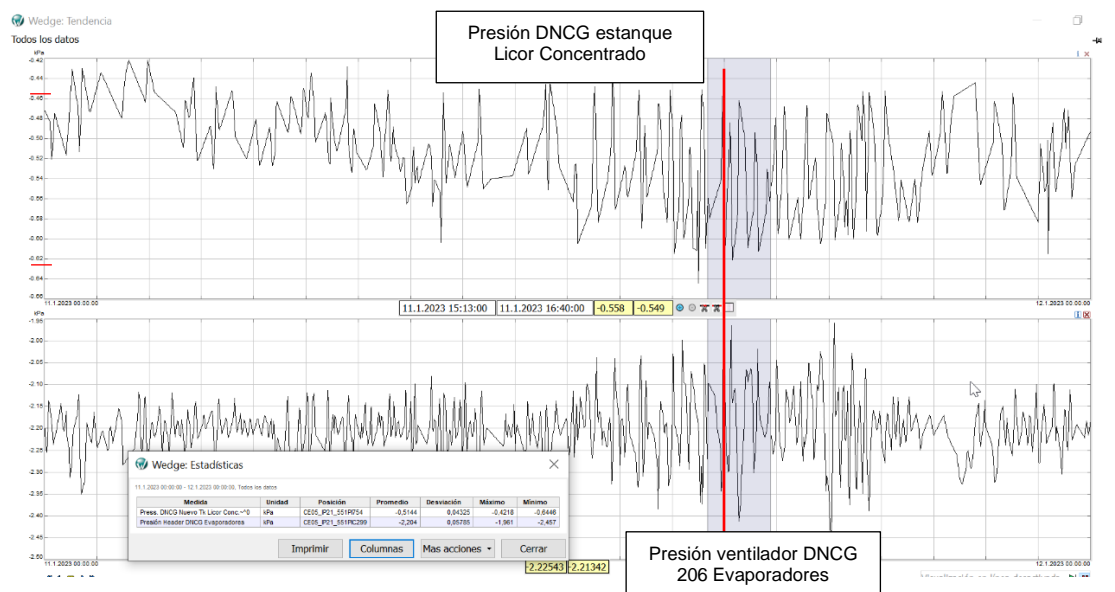


Figura 13. Relación de vacío del estanque de Licor Concentrado y extractor de gases, durante un periodo de 24 horas, el día 11 de enero 2023.

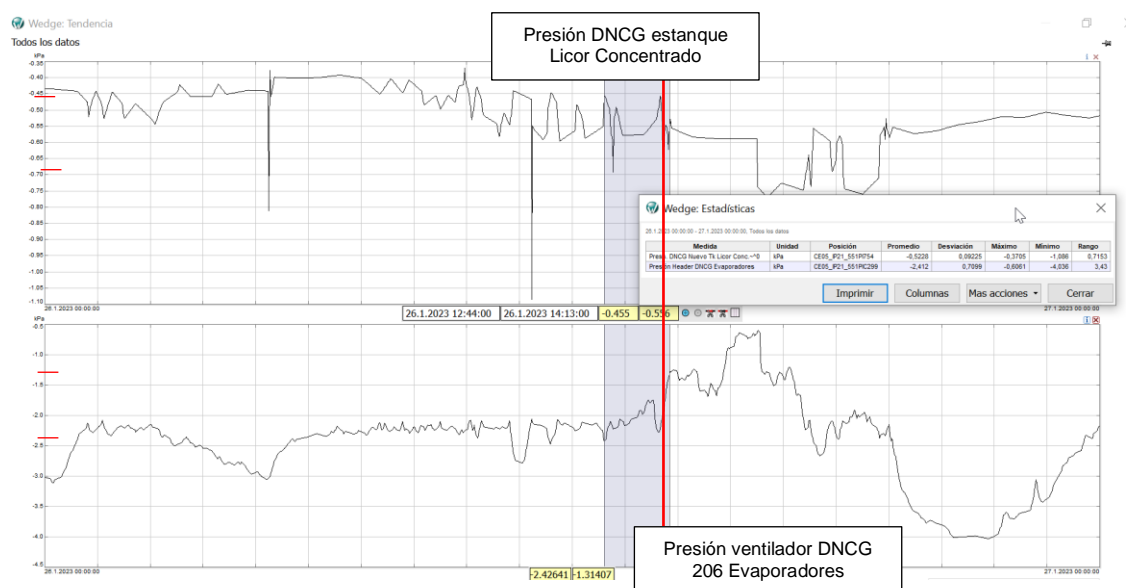


Figura 14. Relación de vacío del estanque de Licor Concentrado y extractor de gases, durante un periodo de 24 horas, el día 26 de enero 2023.

En el área de fibra de Celulosa Arauco en Nueva Aldea, se maneja como óptimo un vacío entre -0,15 y -0,2 kPa como máximo⁶ (Repertorio PCNA, 2023c) de lo cual, se tiene certeza de un buen funcionamiento operativo y ambiental. Sin embargo, para este caso el menor vacío registrado fue -0,4 kPa, el doble de vacío que el valor de referencia óptimo y se observaron de igual manera vahos saliendo del estanque de Licor Concentrado (se efectuaron más de 8 revisiones, evidenciando el mismo resultado) y en todos los casos, la presión fue menor a -0,4 kPa (para efectos de practicidad en este estudio solo se utilizará la información de las fechas señaladas).

Según lo comentado y señalado por un asesor experto en licor (que visitó PCNA por un período de 2 semanas), no es recomendado trabajar con vacíos excesivos, por el arrastre de material particulado del ambiente o de licor dentro del estanque. Por lo tanto, de acuerdo con la anterior, como se observó la presión se mantiene en un buen rango de valores.

5.2.2.3 Tendencias de Estanques flash

Durante el lavado del Concentrador 1G se utiliza en conjunto el estanque flash de lavado 551-23-115 y estanque flash de Licor Concentrado 551-23-114 (que comparten la misma salida de gases) y en operación normal el estanque flash FG 551-23-142. Estos equipos reciben el flujo de licor antes de ser enviados

⁶ Debido al arrastre de fibra desde dentro del estanque, lo cual tiende a tapan las líneas de extracción de gases.

al estanque de Licor Concentrado, su función consiste en la recuperación de vapor flash generado a partir del condensado caliente cuando existe una reducción de presión entre el licor de llegada y el licor contenido (Mott, 2006). El vaho generado es utilizado como parte del vapor de alimentación en el efecto 3 y el licor recuperado (condensado) es enviado hacia el estanque de Licor Concentrado o hacia el estanque Spill.

En la figura 15 del día 11 de enero en el horario de lavado del Concentrador 1G, se observa que al inicio del periodo, la presión del estanque Flash FG aumenta de -9,34 kPa hasta 16,3 kPa, es decir, un aumento absoluto de 25,6 kPa y el % de nivel aumenta hasta 91,6%. Los estanques flash (que se utilizan en operación de lavado) para el mismo día, también presentan un aumento en la presión y nivel según la figura 16.

Para el día 26 de enero, se observa el mismo escenario, el nivel y presión del estanque Flash FG de la figura 17, aumentan hasta un 93,7% y 16,2 kPa respectivamente. Por parte de los estanques Flash de lavados, en la figura 18 se registran valores de nivel de hasta un 110% y presión de 16,2 kPa.

Para cada una de las figuras se observa una línea horizontal de color rojo, que indica los valores de presión óptimos y los niveles promedios comúnmente utilizados.

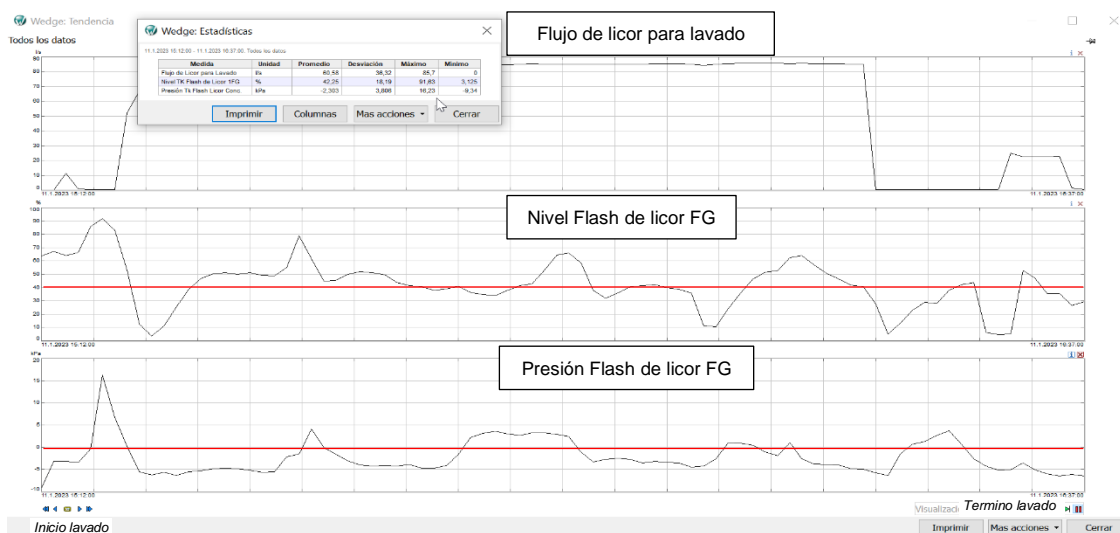


Figura 15. Relación de niveles de tk flash FG y presión durante el tiempo de lavado, el día 11 de enero de 2023.

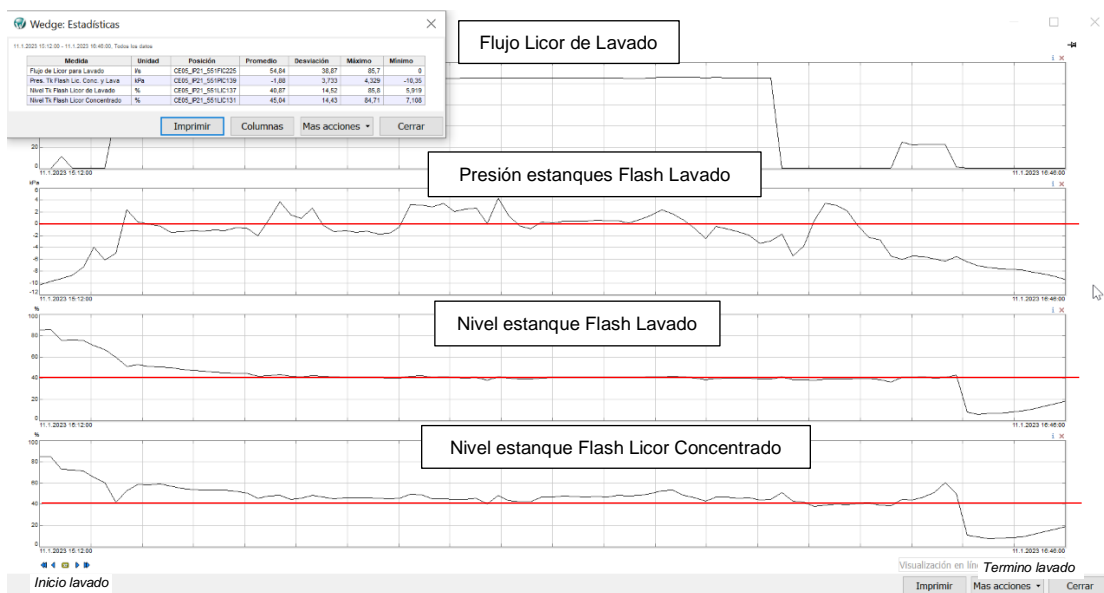


Figura 16. Relación de niveles de tk flash de lavado, tk flash LC, y presión durante el tiempo de lavado, el día 11 de enero de 2023.

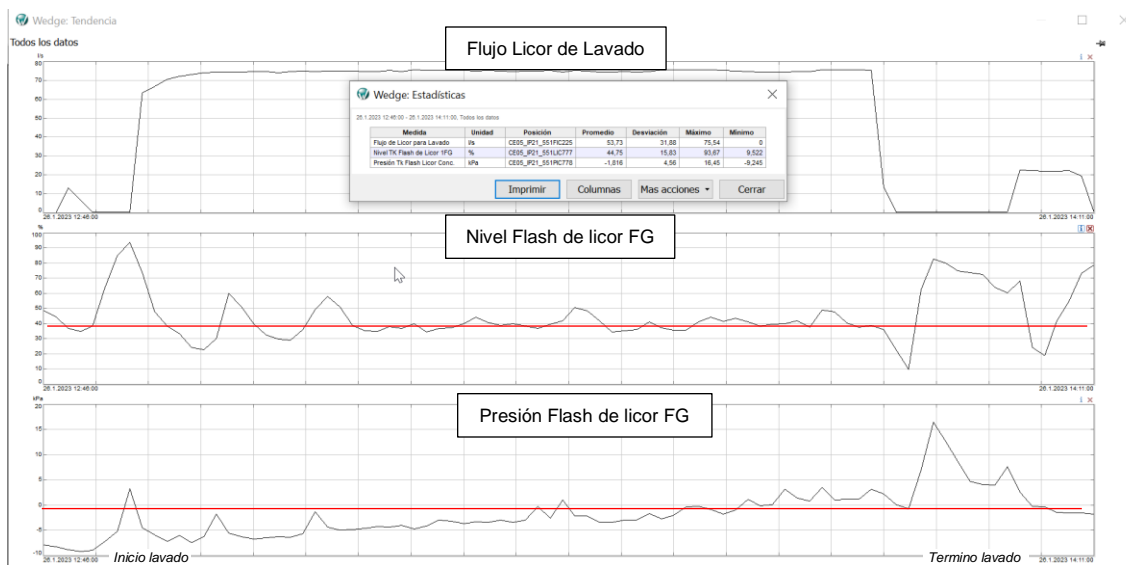


Figura 17. Relación nivel tk flash FG y presión durante el tiempo de lavado, el día 26 de enero de 2023.

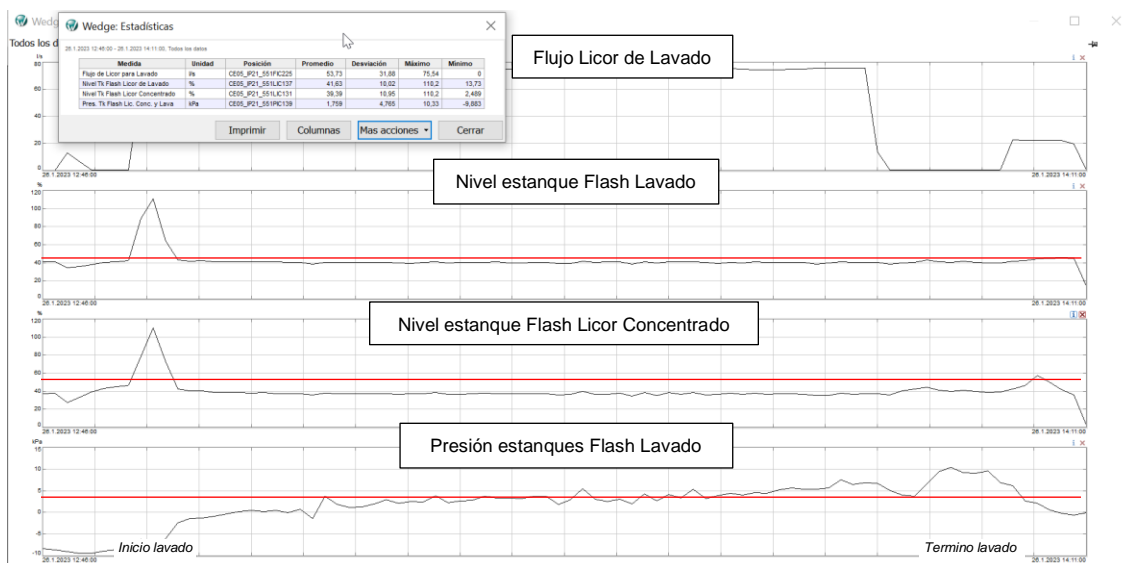


Figura 18. Relación de niveles de tk flash de lavado, tk flash Licor Concentrado y presión durante el tiempo de lavado, el día de 26 de enero de 2023.

En las figuras se observa que a medida que aumenta el nivel proporcionalmente aumenta la presión, aunque sin duda también incide la velocidad en la cual ingresa el licor (Kraige y Merian, 2004), sin embargo, no existe el instrumento para medir directamente dicha variable⁷.

El condensado de alta temperatura contiene una gran energía que no puede permanecer en forma líquida a presiones bajas, debido a que existe mayor energía que la requerida para obtener agua saturada a una menor presión. El resultado es que el exceso de energía produce el vapor flash (TLV, 2023). Si se considera que la presión del estanque flash llega a valores positivos, ¿qué sucede con el licor que ingresa luego al estanque de Licor Concentrado? Como se puede observar en la figura 19, en el ejemplo 1 se genera un % mayor de vapor flash cuando se descarga a un estanque atmosférico⁸ comparado a cuando se descarga a un sistema de recuperación cerrado (ejemplo 2).

⁷ Para efectos de este estudio, se utilizará según la instrumentación disponible las variables de nivel y presión de los estanques Flash.

⁸ En este caso, el vaho no es derivado directo a la atmósfera, pero sí a un estanque que está en equilibrio con la presión atmosférica.

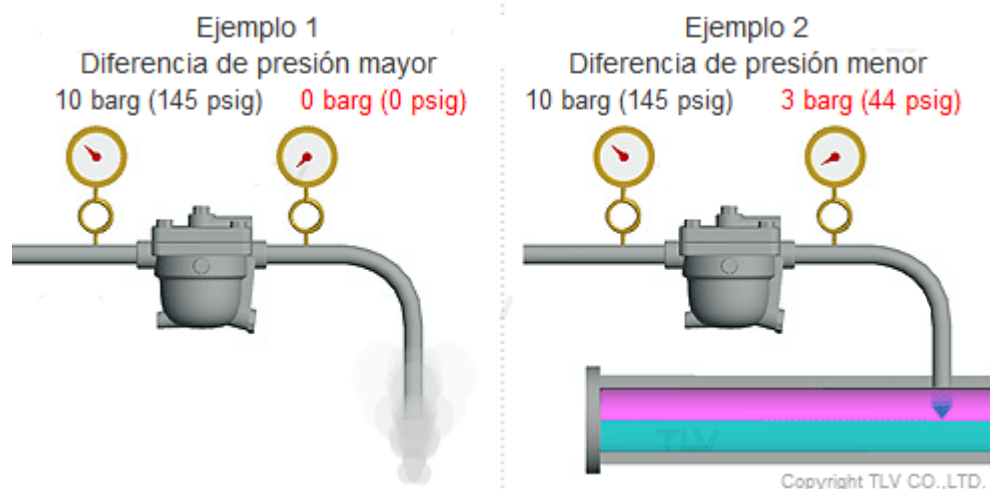


Figura 19. Representación de vapor flash descargado a la atmosfera (ejemplo 1) y a un sistema cerrado (ejemplo 2). Obtenido de TLV (2023).

Si aumenta el nivel del estanque flash como se visualizó en las tendencias, existirá menor espacio que posibilite la generación de vapor flash, lo cual será desplazado hacia el estanque de Licor Concentrado.

Se estima que el nivel aumenta por una obstrucción en la salida de los estanques flash y su tamaño para contener todo el volumen que requiere ser enviado. Operadores del área mencionan que la válvula de salida de los estanques flash tiene una respuesta de apertura tardía, lo que no permite un correcto drenado y por ende un aumento de presión en el mismo. Considerando que tienen un volumen de 10 m³ aproximadamente, si el flujo de salida no se mantiene igual o mayor al de entrada y el flujo de licor de entrada es de 80 l/s⁹, el nivel del equipo será saturado luego de 2 minutos y 6

⁹ 80 l/s se usa en promedio de Licor Débil para lavado, lo que equivale a 4,8 m³/min.

segundos. Como consecuencia, la presión del flujo de entrada al estanque de Licor Concentrado aumentará, favoreciendo la generación de vahos y la pérdida de energía utilizada en el efecto 3 (ver figura 20).



Figura 20. Vista superior Estanque de Licor Concentrado de tubería de alivio de gases conectado a la línea de extracción DNCG, con presencia de vahos el día 26 de enero de 2023.

5.2.3 Observaciones asociadas al lavado del Concentrador 1G

Los lavados están automatizados, cuando se cumplen las condiciones el operador comienza el ciclo (descritas en el punto 2.4).

En la figura 21, se visualiza que llegan dos flujos al Concentrador 1ABCD, uno que ingresa con licor del efecto 2A y un flujo de endulzamiento desde el Concentrador 1F. El proceso continúa desde la unidad 1D, 1C, 1B y 1A consecutivamente, luego a la unidad 1G, estanque flash FG, estanque de Licor Concentrado, Concentrador 1F y finalmente hacia el Super Concentrador.

En modo lavado, la unidad 1G se incomunica de la unidad 1A, por lo tanto, ese flujo es redirigido hacia los estanques Flash de lavado 114-115 y luego al estanque de Licor Concentrado. Por su parte el licor del estanque flash FG, se observó que ingresa normalmente al estanque de Licor Concentrado y se mantiene igual hasta que disminuye su porcentaje de sólidos por debajo de 65% (porcentaje promedio utilizado por los operadores), luego de eso se realiza la derivación al estanque spill. Sin embargo, mediante distintas pruebas se evidenció que era favorable mantener abierta las válvulas HV132C/HV138D y cerradas HV132D/HV138C al comienzo del lavado, porque actualmente para todos los casos estudiados se tardaba en promedio 4 minutos el tiempo que se lograba diluir el Licor proveniente del Flash FG (llegar de un 80% a un 65% de sólidos), entonces no tal solo se mantenía abierta la válvula HV138D, sino que también la válvula HV132D.

Si se considera que en operación normal el estanque de Licor Concentrado recibe un flujo de 30 l/s, cuando comienza un lavado puede llegar a recibir hasta 120 l/s sólo desde el flash FG 551-22-142 (4 veces más de lo habitual).

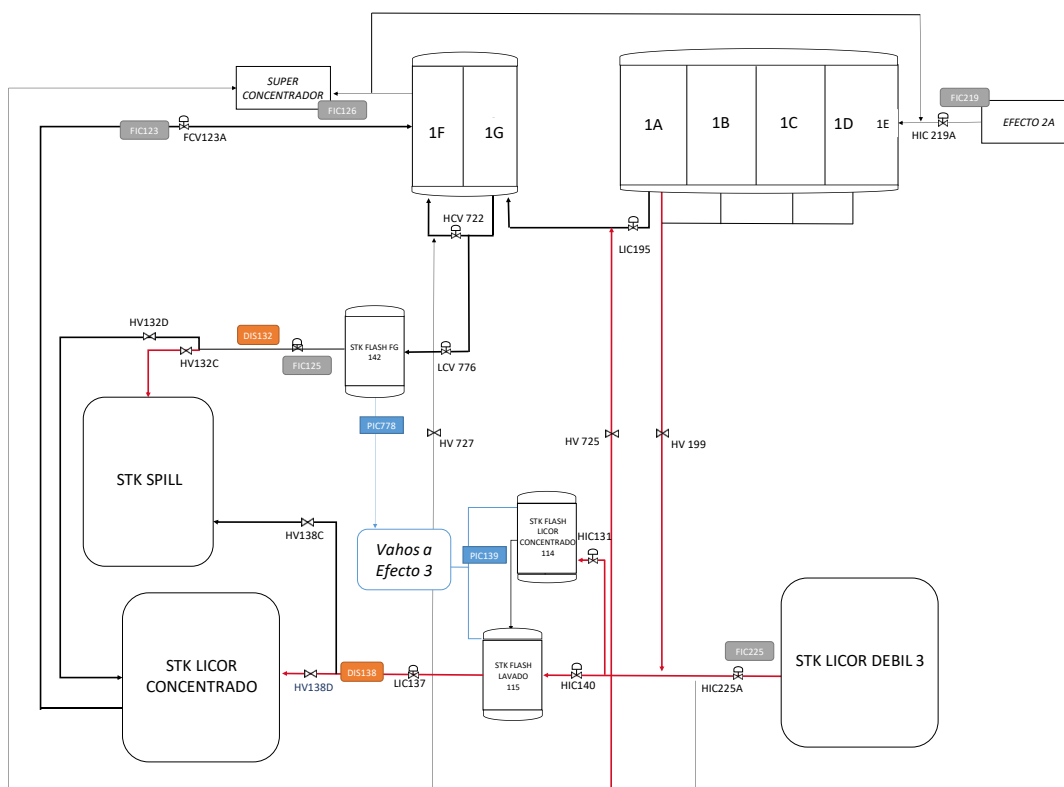


Figura 21. Proceso simplificado que involucra las variables asociadas al lavado del Concentrador 1G. Elaboración propia.

Por otro lado, una variable que podría favorecer la generación de vahos es la temperatura y porcentaje de sólido del licor del Concentrador 1A y 1G. La temperatura del estanque de Licor Concentrado es de aproximadamente 114°C y en operación normal recibe el licor del Concentrador 1G con temperaturas de hasta 140°C con un 80% de sólidos, sin generar vahos. Por su parte, el Concentrador 1A presenta valores similares al Concentrador 1G, según tendencias la variación de temperatura en ambos es de 2°C (ver figura

22) y de sólidos de un 5%. De modo que no debiese afectar de gran manera el cambio de concentrador.

Por el contrario, se ha evidenciado que con un flujo de 30 l/s, cuando se opera normalmente, no se registran vahos, pero sí hay evidencia de vahos cuando los flujos son tres o cuatro veces más que lo normal (ver figura 23). Por lo que se infiere que, la cantidad de flujo de licor enviado tiene un impacto más significativo en la generación de vahos que el delta de temperaturas entre el licor de los concentradores que ingresan al estanque de Licor Concentrado.

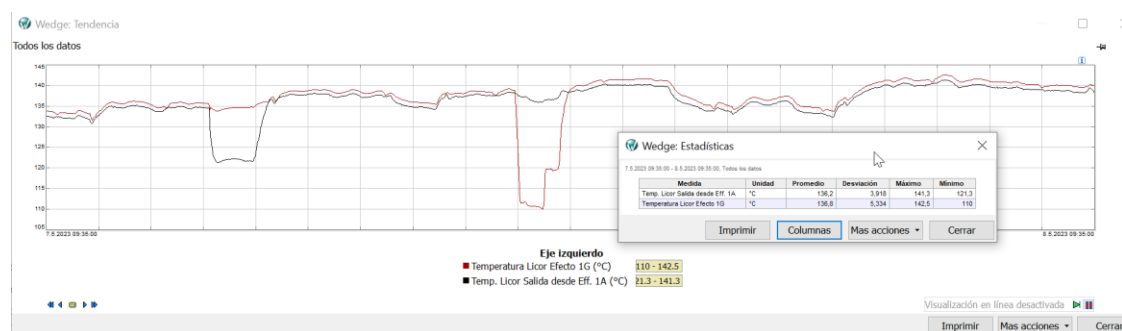


Figura 22. Relación de temperaturas de concentrador 1A y 1G, en un tiempo de 24 horas¹⁰.

¹⁰ La baja prolongada de temperatura de licor en el gráfico corresponde a un lavado en Concentrador 1A y Concentrador 1G, respectivamente, debido a que cuando se realiza lavados de concentradores se disminuye la temperatura del licor contenido a medida que comienza a diluirse con el licor de lavado.

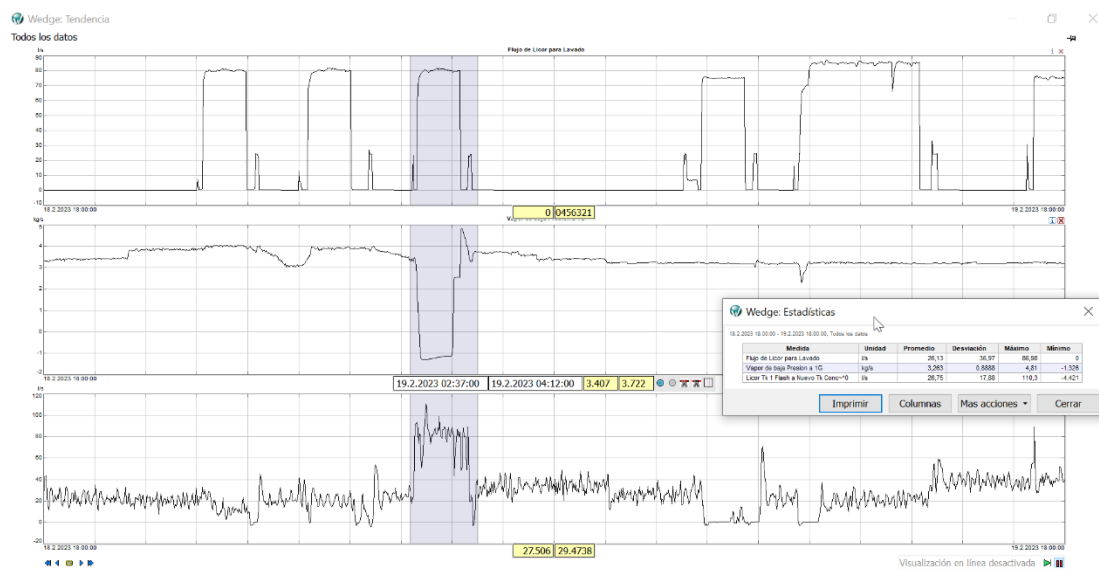


Figura 23. Tendencia de flujo de salida de el estanque de Licor Concentrado durante el momento en que se realiza lavado del Concentrador 1G.

Tener en cuenta que una operación no muy frecuente que se realiza es permitir el ingreso de licor de lavado (Licor débil Eucalipto) al estanque de Licor Concentrado cuando se necesita incrementar su nivel (dependiendo de las condiciones de operación). Se hicieron tres pruebas, y en cada caso, cuando ingresaba licor de lavado al estanque de Licor Concentrado se observaron vahos saliendo del estanque. Sin embargo, también se debe revisar en detalle otras alternativas (que no serán precisadas en este estudio), como una posible cavitación de la línea que transporta el licor desde los estanques flash hacia el estanque de Licor Concentrado, es decir, que exista una llegada no tan solo de licor, sino, también de burbujas de vapor que serán liberadas al momento de ingresar al estanque de Licor Concentrado (flujo que resulta ser mayor a

cuatro veces el flujo habitual de licor cuando se realiza un lavado del Concentrador 1G)¹¹.

5.2.4 Medidas para la reducción de vahos:

5.2.4.1 Cambio del Set Point Estanques flash:

De acuerdo con el apartado anterior, una mejora operacional que se realizó fue modificar el set point de nivel del estanque Flash de lavado de 40% a 30%, debido a que la velocidad de respuesta de apertura de la válvula de salida de los estanques es lenta¹², por lo que automáticamente tendrá más tiempo para lograr abrir y permitirá un mejor drenado del flujo de licor que llega de los estanques flash al momento de comenzar el lavado¹³.

5.2.4.2 Cambios en secuencia de lavado Concentrador 1G

De acuerdo con todos los antecedentes revisados, en conjunto con los operadores, se generó un plan de mejora operacional para el lavado del Concentrador 1G.

El procedimiento consensuado consta de dos partes:

¹¹ Con este párrafo se pretende precisar que la intensidad y la generación de vahos para este último caso mencionado, no depende solamente de la entrada de licor de lavado, incluso podrían existir otros factores que por falta de recursos no fueron estudiados. Es por eso que, será de gran ayuda la instalación de termocuplas, sensores o cámaras para un adecuado seguimiento.

¹² Para evitar fallas mecánicas en la misma, como golpes de ariete en la v/v.

¹³ Estos cambios fueron aplicados para toda operación, no solo para lavados.

Cambios previos (al momento de comenzar la secuencia automática de lavado):

- Mantener la válvula HCV722 en un 30% de apertura para desplazar el flujo de licor desde el Concentrador 1G al Concentrador 1F y así disminuir nivel del Concentrador 1G hasta un 30%, para lograr recuperar la mayor cantidad de licor con buen % de sólido.
- Aumentar niveles a un 60% gradualmente (cada 2%) de las unidades 1ABCD, disminuyendo en un 20% el valor sugerido por la secuencia de lavado para el lazo de control FIC219¹⁴ (flujo que ingresa desde el Efecto 2A) y también el valor de lazo de control FIC216 (flujo hacia el Super Concentrador¹⁵).
- Al cerrar la válvula HCV722 en el paso 11 de la secuencia de lavado, se debe volver a abrir para evitar aumentar el nivel del Concentrador 1G y disminución de nivel del Concentrador 1F (para no incrementar la salida de licor del estanque de Licor Concentrado),

Durante la secuencia de lavado:

- Luego antes de que ingrese flujo de lavado al concentrador 1G, cerrar HCV722 (para no enfriar licor del Concentrador 1F).
- Al comenzar la secuencia de lavado, se debe aumentar el set point de nivel de la unidad 1G a 50% y disminuir el flujo de lavado a 50 l/s

¹⁴ Si se aumenta el nivel de cada unidad concentradora y se disminuye su flujo de entrada, aumentará el tiempo de residencia del licor dentro de los concentradores mientras se alcance el nivel pedido.

¹⁵ FIC219 y FIC216 se deben cambiar en la secuencia de lavado.

aproximadamente, para tener una menor apertura de la válvula LCV776 y menor flujo de entrada al estanque Flash FG 142.

- Se deben mantener cerradas las válvulas HV138D/HV132C y abiertas las válvulas HV132D/HV138C hasta que DIS138 sea mayor o igual a 65% de sólidos¹⁶. Luego realizar el cambio de válvula en el siguiente orden: abrir HV132C, cerrar HV132D, abrir HV138D y cerrar HV138C para no mezclar ambos licores.
- Realizado el cambio, aumentar el flujo de lavado sobre los 90 l/s (FIC 225). (El cambio de válvula mencionado se debe realizar aproximadamente entre el paso 16 y 17 del circuito de lavado del Concentrador 1G del anexo 8.1).
- Al término de la secuencia de lavado, abrir HV138C, cerrar HV138D, abrir HV132D y cerrar HV132C¹⁷ (en orden), entre el paso 31 y 32 de la tabla de lavado, cuando DIS132 sea mayor al 70%.

Antes de realizar el cambio de válvulas indicadas anteriormente, se debe disminuir el nivel del concentrador 1G igual que al comienzo, para que no aumente la presión a positivo del lazo de control PIC778 y flashee en el estanque de Licor Concentrado.

¹⁶ Se podrá mantener abierta la válvula HV132D solo si, FIC125 es menor a 30l/s, DIS132 mayor a 65% de sólidos y PIC778 junto con PIC139 marquen presión negativa.

¹⁷ Hacer el cambio antes de que comience la purga de licor de lavado.

5.2.4.3 Bypass Concentrador 1A a Concentrador 1F

Se propone la construcción de una línea que comunique la descarga de la bomba 122 (Concentrador 1A) antes de válvula 551-HV-199, con la línea de descarga de lavado, válvula 551-HV-727, que alimenta el Concentrador 1F (ver figura 24). Para llevarla a cabo, se necesitará agregar una nueva válvula de control en esta línea. Además, se requerirá un estudio de ingeniería para evaluar puntos de conexión de ésta, y como consecuencia, también se necesitará realizar un cambio en la lógica de lavado del Concentrador 1G, que mantenga las válvulas HV199 y HV727, cerradas.

El objetivo es evitar que el licor proveniente del Concentrador 1A pase por el estanque de Licor Concentrado y así eliminar la generación de vahos. Además, permitirá mantener el nivel del Concentrador 1F con un licor que vendrá con mejor temperatura, por lo cual, disminuirá el BPR del Concentrador 1F y el % de sólido enviado al estanque Presurizado.

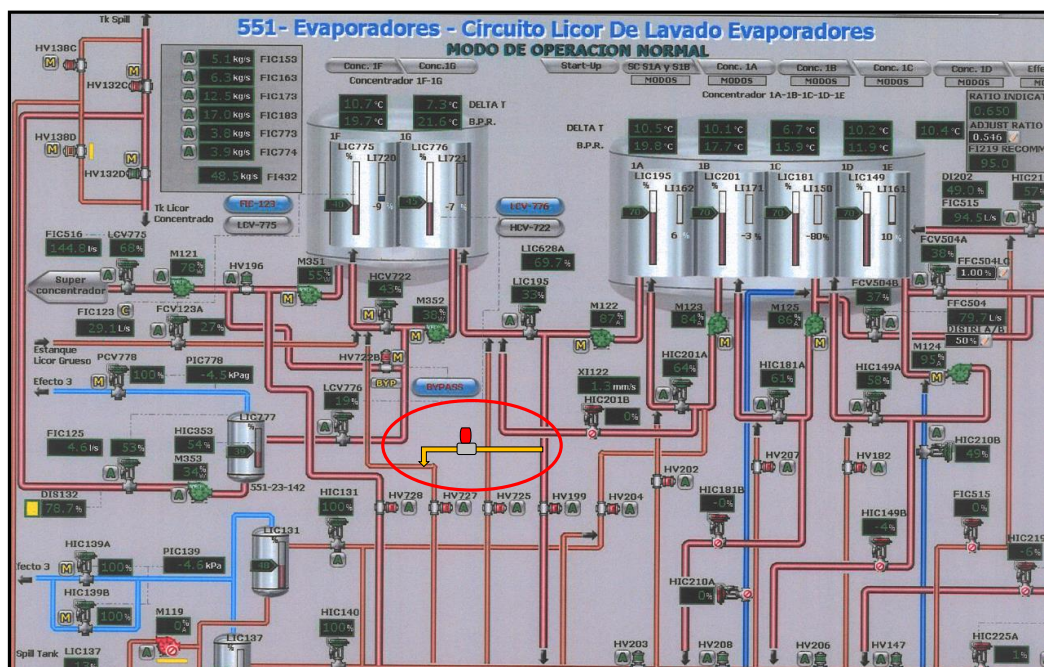


Figura 24. Pantalla de circuito de licor de lavado evaporadores, con propuesta de bypass del Concentrador 1A a 1F.

Esta medida es presentada a PCNA como una propuesta ingenieril de mejora (ver anexo 8.3), para mitigar las emanaciones difusas a través del estanque de Licor Concentrado. Esto permitirá que mientras se incomunique la unidad 1G, el gran flujo que proviene desde el Concentrador 1A pase directamente hacia la unidad 1F, en vez del estanque de Licor Concentrado.

5.2.5 Discusión y recomendaciones de mejoras sugeridas para el estanque de Licor Concentrado

El cambio realizado en el set point del estanque flash de lavado se sostiene durante todo el tiempo de operación, por lo tanto, se recomienda como medida

de eficiencia energética utilizarlo sólo para cuando se realiza el lavado del Concentrador 1G.

Además, antes de realizar un lavado, se debe procurar una estabilización del nivel de los estanques flash, ya que cuando ocurren oscilaciones y picos de nivel, en las tendencias se observa mayor presurización en el equipo Flash.

Hay que tener en cuenta que por múltiples factores ningún lavado será igual a otro, ya que, dependen de las condiciones de producción en que se encuentre la planta, las condiciones ambientales que afectan las reacciones fisicoquímicas y la forma en que se lleva a cabo la operación.

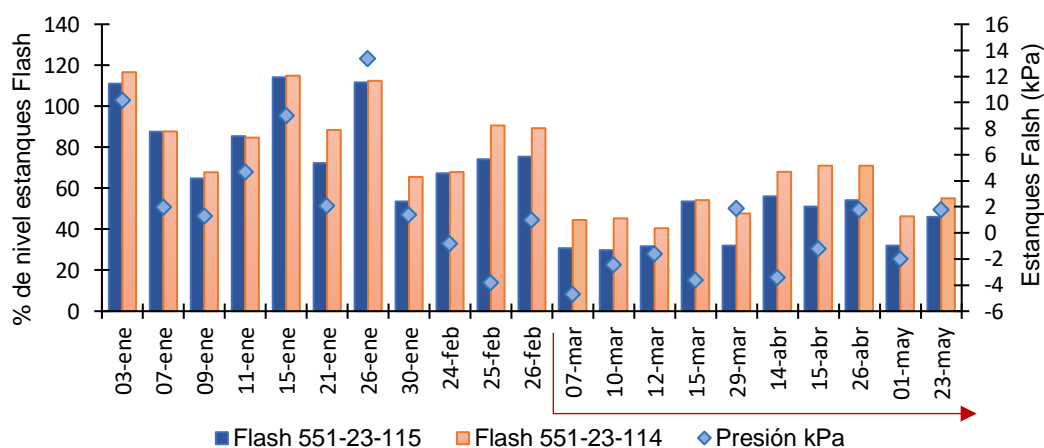
Al observar el gráfico 1, se puede notar que anterior al cambio de set point, se observaban niveles sobre el 100% y presiones de hasta 15 kPa, posterior al cambio, esos valores no volvieron a ser superados.

A pesar de no ser una acción mitigatoria, resulta ser favorable como medida complementaria para la reducción de vahos. De igual manera se recomienda disminuir el set point del estanque flash FG de 40% a 30%, ya que, al comenzar un lavado, el nivel del equipo comienza a aumentar de forma inmediata al mismo tiempo que aumenta la presión, entonces mientras el estanque flash FG siga enviando licor hacia al estanque de Licor Concentrado, mayor será la probabilidad de generación de vahos.

En el gráfico 1 se señalan las fechas desde el primer lavado realizado del Concentrador 1G a comienzos del año 2023 hasta el día 23 de mayo. Los tramos de fechas sin registros se deben a escenarios inesperados ocurridos en planta. Tampoco fueron consideradas las tendencias que presentaron

oscilaciones prolongadas en el nivel de los estanques flash (porque altera el objetivo de la prueba, debido a que si por alguna razón el valor sugerido es modificado durante la operación, se estaría evaluando un escenario con condiciones diferentes, distintas a las propuestas en este trabajo).

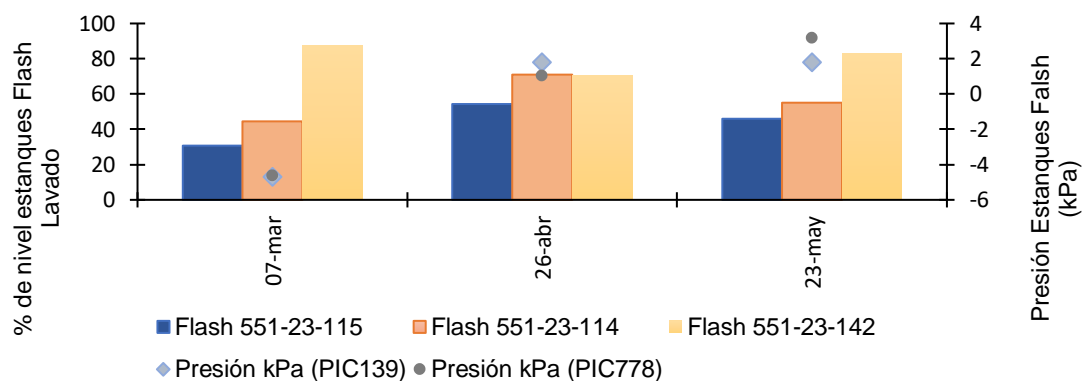
Gráfico 1. Representación de variables de nivel y presión estanques flash de Lavado durante el periodo de estudio.



Por otra parte, si bien la medida anterior tuvo resultados favorables, no resultó ser suficiente. Al realizar una mayor cantidad de pruebas se pudo comprobar la influencia que tenía el flujo de llegada a los estanques flash, el cambio adecuado de válvulas en dirección hacia el estanque de Licor Concentrado y la presión que mantenían los estanques Flash cuando eran derivados hacia el estanque de Licor Concentrado. A partir de eso, se realizaron las configuraciones propuestas para mejorar el lavado del Concentrador 1G. Esas medidas fueron realizadas los días 07 de marzo, 26 de abril y 23 de mayo. En

estas tres fechas cuando se realizó el procedimiento descrito en el punto 5.2.4.2 no se registraron vahos saliendo del estanque de Licor Concentrado durante todo el lavado, de manera que se redujo en un 100% las emisiones de vapor flash, procurando mantener los niveles y presiones de los estanques flash (ver resultados del gráfico 2).

Gráfico 2. Representación de niveles y presión estanques Flash con la implementación de cambios en el circuito de lavado de Concentrador 1G.



A pesar de que el procedimiento ejecutado tuvo resultados satisfactorios, se requiere mucha concentración para ser aplicado, razón por la cual no es la medida más óptima.

Por el contrario, la medida de bypass operativamente es más fiable, porque no requiere la realización de un gran procedimiento para llevarse a cabo, es por eso que se prevé que será la más eficiente, no alterará la continuación del

proceso de concentración del licor cuando se esté realizando el lavado del Concentrador 1G y con una válvula de control se podrá regular el flujo del licor desde el Concentrador 1A directo el Concentrador 1F, y/o mantener el flujo habitual de trabajo en los estanques flash (sin sobre carga) y así evitar la pérdida de vapor flash y finalmente la generación de vahos en el estanque de Licor Concentrado.

6. CONCLUSIÓN

Se realizó un estudio de las líneas conectadas al sistema DNCG, dentro de lo cual se observó que un total de 15 estanques en el área están conectados al sistema y que existen dos ramales principales: el primero conecta los estanques de Licor Débil, licor Intermedio y jabón, y el otro, los estanques de Licor Concentrado, Spill y Condensados. Se identificaron 12 equipos que no poseen toma de presión para medir vacío, pero si tienen válvula de regulación de vacío y otros 3 equipos sin válvula de regulación, pero, con medición en línea a través de DSS.

Por otra parte, de acuerdo con el análisis realizado mediante observaciones en terreno y revisiones de tendencias, fundamentalmente de los estanques flash, se comprobó que existía una correlación entre los lavados realizados a los equipos concentradores de licor negro y los estanques asociados al sistema DNCG de evaporadores. Se descubrió que pese a ello el ventilador DNCG 206 en operación diaria es capaz de recuperar los gases generados en los estanques con una correcta configuración de vacío, y que las emisiones puntuales de vahos, como se evidencio en el estanque de Licor Concentrado, principalmente se generan porque los estanques flash no están diseñados para recibir un gran volumen de licor durante un pequeño periodo de tiempo, como sucede cuando se realiza el proceso de lavado del Concentrador 1G, lo que implica que, la mezcla líquido-vapor no alcance a separarse de forma correcta y se flashee en el estanque de Licor Concentrado. Por ello, como medida principal, se propone realizar la construcción de un bypass entre el

Concentrador 1A y 1F. Además de hacer un cambio adecuado de la secuencia de lavado del Concentrador 1G según las modificaciones propuestas que fueron probadas satisfactoriamente y contribuyeron a la mitigación de vahos que se generaban en el estanque de Licor Concentrado.

7. REFERENCIAS

Arauco. (2022). *Arauco*. Obtenido de <https://na.arauco.com/en/>

aspenONE Process. (2023, Junio 20). *Aspentech*. Obtenido de <https://www.aspentech.com/en>.

A. Tamminen, T. Tamminen. (Julio 2015). *Sulfur emissions from kraft recovery boilers - a short review of measurement techniques and boiler characteristics on SO2 and TRS emissions*. Finlandia.

A. Tamminen. (septiembre, 2012). *Environmental Demands And Industrial Gas Treatment*. Finlandia.

A. Freedman, H. Young. (2009). *Fisica Universitaria 12.º Edición*. México: PEARSON.

C. Sedille. (2003). *Universidad Andres Bello*. Obtenido de <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/3007>.

C. Kennes y F. Thalasso. (1999). Waste gas biotreatment technology. En *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* (pp. 303-319). Gran Betraña: SCI.

EKOMETRICA. (2014). *Estudio de Impacto Odorante, CELCO – Nueva Aldea*. Santiago.

Empresa Besten Ingeniería y Medio Ambiente. (2015). *Evaluación de Impacto de Olores desde Planta de Celulosa Nueva Aldea*. Ránquil, Ñuble.

ENGINEERING S.A DE TLV. (2023, Junio 24). *TLV, Compañía Especialista en Vapor*. Obtenido de <https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/flash-steam.html>.

F.P Gomes, C.M. Bordado. (2003). Emission and odour control in Kraft pulp mills. En *Journal of Cleaner Production* (pp. 797-801). Portugal: Elsevier.

H.Sixta, A. Potthast, W. Krotschek. (2006). Recovery. En H. Sixta, *Handbook of Pulp* (pp. 967-996). Weinheim: WILEY-VCH GmbH.

H.Ullrich, H.Sixta, A.Potthast, M.Schwanninger y W. Krotscheck. (2006). Handbook of Pulp. In H. Sixta, *Pulp Bleaching* (p. 609/932). Weinheim: WILEY-VCH GmbH.

H.Sixta, A. Potthast, W. Krotschek. (2006). Chemical Pulping Processes. In H. Sixta, *Handbook of Pulp* (pp. 3-14). Weinheim: Wiley-VCH GmbH.

Ingeniero de procesos licor. (2018). *Manual de Operación Evaporadores*. Nueva Aldea.

J. Empie. (2009). Recovery Boiler. In J. Empie, *Fundamentals of the Kraft Recovery Process* (pp. 37-60). United States of America: TAPPI PRESS.

J.L Merian y L.G. Kraige. (2004). *Mécanica para Ingenieros, Estática 3.º Edición*. Barcelona: REVERTÉ, S.A.

J. MacMurry. (2012). Biomoléculas y Lípidos. En J. MacMurry, *Química Orgánica*, 9.º Edición (pp. 1088-1127). México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

K. Barbusinski, A. Kalembe, D. Kasperczyk, K. Urbaniec, V. Kozik. (2017). Biological methods for odor treatment – A review. In *Journal of Cleaner Production* (pp. 223-241). Polonia: ELSEVIER.

Ministerio de Medio Ambiente. (2012, Octubre 29). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1049596&f=2013-03-22>.

N. Meisenbichler. (2020, Enero 12). *Repositorio Academico de la Universidad de Chile*. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/discover>.

R. Mott. (2006). *Mecánica de Fluidos*, 6.º Edición. México : PEARSON.

Repositorio PCNA. (2023). Nueva Aldea. Ránquil

Superintendencia de procesos PCNA. (2023). *Introducción Planta Celulosa Nueva Aldea*. Ránquil.

S. Sumathi, Y.T. Hung. (2004). Treatment of Pulp and Paper Mill Wastes . De K. Wang, Y.T. Hung, H. Lo, C. Yapijakis, H. Lawrence K. Wang, *Handbook of*

Industrial and Hazardous Wastes Treatment (pp. 495-543). Boca Ratón: Prensa CRC .

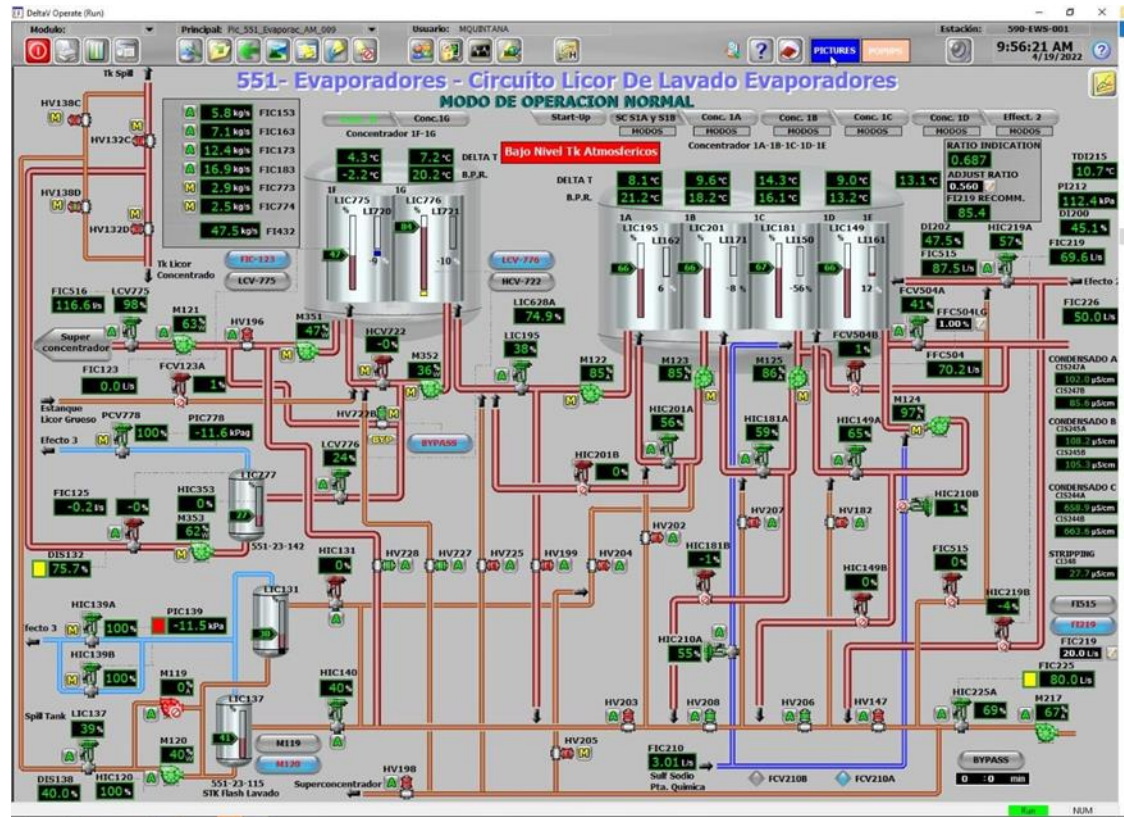
Trimble Inc. (2023, Junio 20). *Wedge Process Diagnostics System*. Retrieved from <https://wedge.trimble.com/>

8. ANEXOS:

8.1 Tabla de circuito de lavado evaporadores.

STEP IN SEQUENCE	1G	CONDITION FOR CONTINUE TO NEXT STEP
0	RESET the values in the sequence	Await start commando
1	Set controls in mode AUTO	Await controls in mode AUTO
2	Valves and motors in mode AUTO	Await mode AUTO for valves and motors
3	Operator confirms/adjust the data in the washing table and the SPs of the controls in the sequence	Await confirmation of operator
4	HCV-140, is set to 30% open, LCV-131 is set to 30% open	Await position HCV-140 >27% , LCV-131 > 27%
5	SP= START pump 551M217	Await confirmation of status RUNNING
6	FIC-225 in mode MAN, out=30%	Await 551M120 RUNNING 30 seconds and FCV225A = 30
7	close HCV-140, LCV-131	Await status closed HCV-140, LCV-131 and FIC-225 < 5 L/s
8	SP FIC-225 = 0	Confirm SP=0 and FCV-225A closed
9	Close HV147 and HV203	Confirm status
10	Open HV725, HV199	Confirm status
11	551FFC504 in AUTO SP=PV	Confirm mode AUTO
12	Assign SP for FIC219, FIC209, FIC284, FFC504 and SP liquor SC (FIC126), OUT FIC774 is ramped	Confirm that the set points are correct
13	Save opening and then close LCV195	Confirm LCV195 < 5%
14	LC195 controls HCV140 mode MAN, OUT=saved opening LCV195 +7.5	Confirm mode and position of HCV140
15	LC195 control in mode AUTO SP=PV, and then SP is ramped 0.5%/min until 50%	Confirm command and mode of the control
16	Open FCV225A, 35% if condensate, 67% if liquor	Confirm opening
17	FIC516 AUTO SP=PV, save SP	Confirm mode
18	Enter SP for FIC225 in the washing table, FCV225A AUTO	Confirm the entered value
19	Washing time	The washing stops if Wash time is completed or PV LC-776<25% and LCV776 <24% or TDI-706 before wash - TDI-706 PV > 3°C or
20	FIC774 MAN, out=OUT_table+2	Confirm OUT=((OUT_table+2)+-3)
21	Close HV725	Await Confirmation of closure
22	SP for FIC225=0, close FCV225A	Await SP=0 L/s
23	LCV195 open 25%	Confirm open > 20%
24	FIC774MAN, out=OUT_table+7	Confirm OUT=((OUT_table+10)+-7), time 30 seconds
25	FFC504 change to mode CAS	Confirm mode and FCV504A in AUTO
26	Restore SP for FIC219, FIC209, FIC284	Confirm start of ramping
27	FIC774 MAN, out=OUT_table+10	Confirm OUT=((OUT_table+10)+-3), time 30 seconds
28	LCV195 open 35%	Confirm opening > 30 and (TDI716 > 12 and DIS132 > 65)
29	Change FIC516 to mode CAS	Confirm mode
30	Enter SP Liquor SC (FIC126) to the same value as before the wash in 180 s.o	Confirm command
31	LC195 controls LCV195 in mode AUTO SP=50%	Confirm command
32	Close HCV140 in 30 seconds	Confirm command and wait in 30 seconds
33	Open HV147 and HV203, close HV199	Confirm status
34	HCV-140, is set to 30% open, LCV-131 is set to 30% open	Await position HCV-140 >27% , LCV-131 > 27%
35	FIC225 in mode MAN, out=30%, controls FCV225A	Await RUNNING 551M120 and FCV225A/OUT=30
36	Clean pipes	Await washing time
37	FIC225 mode MAN, close FCV225A	Confirm FCV225A closed
38	Send SP=STOP to 551M217	Confirm STOPPED
39	FIC774 AUTO, SP=PV, and then ramp until SP before wash	Confirm FIC774 mode AUTO
40	HCV140 and LCV771 open 100%	Await confirmation of opening
41	Permission OPENING HCV722 in MAN	Await DIS132 > 64
42	Finalize sequence	

8.2 Pantalla de operación del circuito de lavado del área de evaporadores de licor negro.



8.3 Formulario de presentación de medida de mejora propuesta junto al turno C del área de licor.



Nº Correlativo		FECHA	26-04-2023
----------------	--	-------	------------

FORMULARIO DE IDEA DE MEJORAMIENTO

1. DATOS BÁSICOS

Nombre Problema o desafío: Disminución de emanaciones difusas, desde estanque de licor concentrado; y mejora de calidad del licor en Concentrador 1F.

Área: Evaporadores

2. INTEGRANTES EQUIPO

Nombre	Cargo
Manuel Quítral E.	Op. Evaporadores
Cesar Leal C.	Op. Caldera Recuperadora
Ricardo Vera H.	Op. Terreno Licor
Julio Novoa N.	Op. Terreno Multipropósito
Cristián Ruiz M.	Operador Líder
Daniela Pradenas F.	Facilitadora

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA O DESAFÍO

-Mitigación de vahos desde Tk licor concentrado 180/280, por v/v de alivio gases DNCG.
-Disminución BPR Efecto 1F, durante lavado Concentrador 1G.

4. EL PROBLEMA O DESAFÍO ESTÁ RESUELTO EN OTRA PLANTA O INDUSTRIA

SÍ ¿DÓNDE? _____
NO

5. DESCRIPCIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL (SIN MEJORA)

Cuando se realiza el lavado del Concentrador 1G, se incomunica el flujo de entrada al concentrador 1F, a través de v/v 551-HCV-722. Por lo que, se debe compensar la falta de licor desde el TK Licor Concentrado (551-22-180/280) para mantener el nivel del concentrador 1F. Sin embargo, este licor viene con menor temperatura, por lo tanto, se genera una disminución en el BPR del Concentrador 1F, que provoca un decremento en el % de sólido enviado al TK presurizado, a la vez que, se generan vahos desde el Tk licor concentrado (180/280), producto de los cambios de flujo, dentro de éste, lo que podría provocar alertas internas/externas de olor.

6. DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA

Se propone la construcción de una línea que comunique la descarga de la bomba 122 (Conc 1A), antes de v/v 551-HV-199 con la línea de descarga de lavado v/v 551-HV-727, que alimenta el Concentrador 1F.
Para llevarla a cabo, se necesitará agregar una nueva v/v On-Off en esta línea. Además se requerirá un estudio de ingeniería para evaluar puntos de conexión de ésta, y como consecuencia, también se necesitará, realizar un cambio en la lógica de lavado del Concentrador 1G, que mantenga las válvulas HV199 y HV727, cerradas.

7. DESCRIPCIÓN DE SITUACIÓN ESPERADA CON LA MEJORA IMPLEMENTADA

Se espera que al comienzo del lavado del concentrador 1G, al cerrar v/v HCV722, el flujo de licor que se alimenta al Concentrador 1F, no sea totalmente del Tk licor concentrado 180/280, sino, sea realizado por el bypass (según propuesta), desde el concentrador 1A. Este licor, al tener mayor temperatura que el licor del Tk 180/280, se espera que no disminuya el % de sólido que va a quemado. Con objetivo también, en paralelo, de mitigar los vahos que salen por la línea de venteo de alivio DNCG del estanque 180/280.

8. BENEFICIOS ESPERADOS (IDEALMENTE CUANTIFICAR)

-Disminución de vahos desde Tk Licor Concentrado, durante proceso de lavado del Concentrador 1G.
-Enviar licor a concentrador 1F con mejor % de sólidos, durante lavado de Conc. 1G.
-Mantener BPR en el concentrado 1F, durante el lavado del Concentrador 1G.

