

PROCESOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE PLANTA UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE MEJORAS DE LA CALIDAD

Autor: Héctor Pacheco

Empresa Petrolera Chaco S.A

Habiéndose identificado serios problemas asociados a una baja eficiencia de recuperación de propano en la Planta Criogénica de Carrasco, se conformó un Equipo de Mejoras, que tenía como tarea asignada el encontrar soluciones efectivas que conllevarían a poner la planta en condiciones operativas de diseño.

La baja eficiencia en la recuperación de propano significa una no-recuperación de licuables, los cuales se perderían en la corriente de gas residual entregado al gasoducto. Y al ser mayor el precio de venta de los líquidos que el del gas, la no-producción de líquidos se traduce en una pérdida real.

El Equipo de Mejoras, constituido por personal especializado técnico y operativo se puso inmediatamente a trabajar utilizando diversas herramientas de calidad que entre ellas se pueden citar: la Búsqueda de Nuevas ideas, el Análisis de Procesos, el Análisis de Causas, el Diagrama de Pareto, la Matriz de decisión y la Recolección de Datos.

A través del uso de estas herramientas, se lograron identificar las causas, razón de la baja eficiencia de la Planta y se plantearon trabajos y acciones que conllevarían a reducir estas pérdidas y poner la planta en condición de operación similares a las de diseño.

Estos trabajos y acciones fueron elevados a la Gerencia, que luego de hacer un análisis y verificación, dio luz verde para poderlos llevar a cabo, programándose dichas tareas y asignándose los líderes responsables para cada una de ellas.

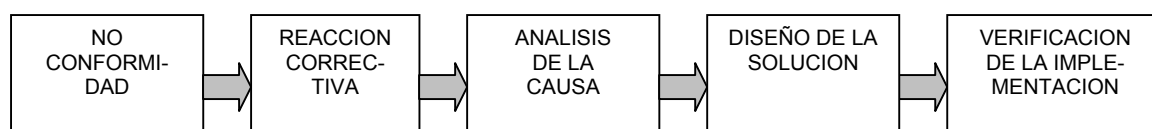
1. Introducción:

La Planta Criogénica de Carrasco tiene una capacidad de diseño nominal de recuperación de propano del 95% y por diversos factores hasta antes desconocidos, la eficiencia de la planta fue disminuyendo paulatinamente hasta llegar a un 76 - 77%. En cierta oportunidad después de un paro programado de planta, y debido a problemas operativos muy serios, la eficiencia de planta alcanzó una pérdida de recuperación record del 60%, momento en el cual, se toma la decisión de conformar inmediatamente un Equipo de Mejoras, al cual se le asigna la tarea de investigar las causas que motivaron esta baja eficiencia y poner la planta en el tiempo mas breve en las condiciones de operación, que se tenían previos al mencionado paro; así mismo se fijó la meta de que una vez recuperada la eficiencia antes mencionada, se deberá llevar la planta a condiciones de operación similares a las de diseño: 90%.

Cabe remarcar que estos dos aspectos se transformaron en la “misión” asignada al equipo.

2. Desarrollo:

Se siguió el siguiente proceso utilizando para la solución de los problemas planteados:



Una vez detectada la no-conformidad y asignada la tarea, este Equipo de Mejoras comenzó a trabajar con el análisis de la causa utilizando las siguientes herramientas:

- Búsqueda de Nuevas ideas: Lluvia de ideas y diagrama de afinidad.
- Análisis de Procesos: Diagrama de flujo.
- Análisis de Causas: Diagrama Causa-Efecto con las 5 “M”, Diagrama de Pareto.
- Evaluación: Matriz de decisión.
- Recolección de Datos: Gráficos de Control.
- Proceso de Mejora Continua: Ciclo de Deming.

1) Búsqueda de Nuevas Ideas: Lluvia de Ideas :

A través del uso de esta herramienta, se plantearon los problemas existentes, las posibles causas y soluciones propuestas. Las ideas se agruparon por afinidad y se trabajó en el análisis de causa.

Uno de los primeros análisis que se realizaron fue confirmar que las pérdidas que se argumentaban eran reales. Los resultados obtenidos confirmaron los datos de la misión (ver Tabla N°1), en los datos también se observa la pérdida económica que se origina en la recuperación de GLP por eficiencias inferiores al 90 %

Tabla N°1

Volumen Gas Procesado, MPCD	Volumen de GLP recuperado actual (77%), M3	Volumen de GLP recuperable al 90% eficiencia, M3	Diferencia, M3	\$us/M3 de GLP perdido	\$us perdidos por Día	\$us perdidos por Mes
75,000	240	260	20	19.13	382.50	11,475.00

2) Análisis de Procesos

La primera actividad realizada fue la de simular a través del software HYYS procesos completos de la Planta criogénica y de los diversos equipos que la componen. Los resultados mostraban que, con las condiciones operativas y los equipos existentes, la planta debería tener una eficiencia de alrededor del 90%.

El estudio también corroboró que efectivamente existía una pérdida de propano en el gas residual, consecuencia de algún problema que se estaba dando en la planta.

La simulación consistió en la modelización de la planta equipo por equipo y comparando las condiciones de diseño originales con las actuales. No se encontraron mayores diferencias en los equipos, salvo en la Torre DHX, que de acuerdo a los resultados, sugería que podría tener algún problema de carácter mecánico, por lo cual este equipo no estaría atrapando el propano en las cantidades sugeridas de acuerdo a diseño.

La acción recomendada es un estudio de Gamma Scan para poder verificar la integridad de la torre y al mismo tiempo analizar en condiciones dinámicas el comportamiento de este equipo a diferentes regímenes de funcionamiento.

Así mismo, se recomendó la instalación de una válvula By-Pass para poder regular la temperatura del gas de alimento al proceso y poder enmarcarse dentro de los parámetros de diseño.

3) Análisis de Causas

A través del Diagrama Causa-Efecto, ordenamos las relaciones entre las consecuencias y las causas, de manera de identificar posteriormente el impacto que estas últimas tienen sobre la eficiencia de la planta, priorizándolas en función de su impacto final.

El problema fue definido como Baja eficiencia de Planta igual a pérdida de Propano.

A los efectos de ordenar la espina de pescado, la búsqueda de síntomas se pensaron en función de las 5 Ms (ver Tabla N°2). En la misma se evaluó cualitativamente de acuerdo a la experiencia de los operadores y análisis del proceso, y cuantitativamente donde se tenían datos, cual era el impacto: Alto, Medio, Bajo que las distintas anomalías encontradas podían tener sobre las pérdidas de propano (ver tabla N°2).

Para elaborar la Espina de Pescado, se realizó una lluvia de ideas y con cada una de las causas encontradas se siguió el método del “Por Que-Por Que”. La “Espina de Pescado” correspondiente se muestra en la Figura N°5.

Con el análisis de los diferentes componentes de esta evaluación, se elaboró una tabla, donde se categorizaron todos los síntomas a través del impacto que estos tienen en el proceso de la planta, agrupación de acuerdo a las 4 causas identificadas y clase de problema que podría causar (ver Tabla N°3)

A través de la regla enunciada por Wilfredo Pareto, que dice: “El 80% de los problemas que se presentan provienen de sólo un 20% de las causas”, se pudo conformar un diagrama. Donde se vio efectivamente, que la mayor causa de los problemas encontrados, provenían de problemas relacionados con la formación de hidratos y problemas relacionados con el diseño de algunos elementos de la planta (ver Figura N°1).

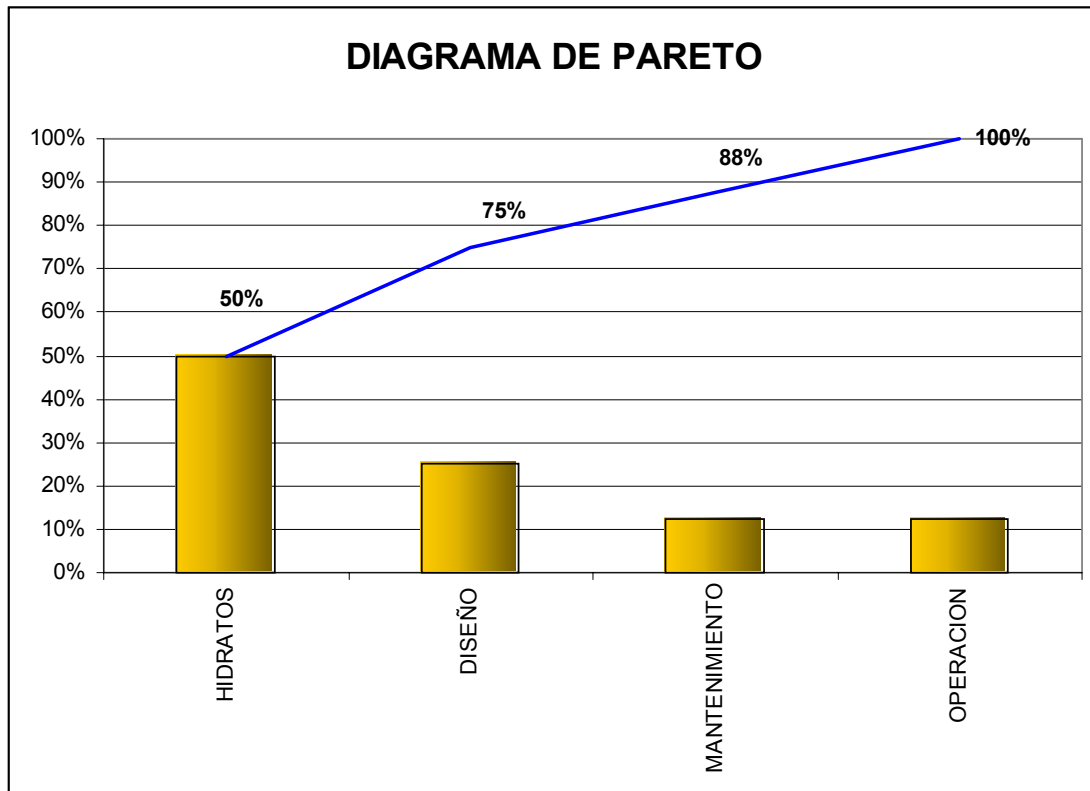


Figura N° 1

4) Evaluación

Se evaluaron los resultados obtenidos y al tener identificada la causa principal de los problemas de baja eficiencia de Planta, se conformó una nueva “Espina de Pescado”, donde se analizaron solamente las posibles causas de la formación de hidratos (ver figura N°6).

A partir de aquí, todos los esfuerzos se centraron en analizar las variaciones del contenido de humedad de la corriente de gas que entra a proceso y asociarlo con las diversas posibles causas.

5) Recolección de Datos

A través del análisis de los datos recolectados del contenido de humedad del gas a proceso, la temperatura del gas de regeneración, se pudo evaluar el comportamiento de cada una de las cribas y tomar acciones de aseguramiento de la calidad del gas de entrada a proceso.

Así mismo con la ayuda del cromatógrafo en línea instalado, se monitoreó la calidad del gas residual y contenido de propano cada 15 minutos, permitiéndonos hacer un seguimiento del comportamiento de la planta en cuanto a eficiencia se refiere.

6) Proceso de Mejora Continua

A través del proceso de mejora continua se logró reducir en promedio el contenido de propano residual de la banda comprendida entre 0.5 y 0.6% a la banda comprendida entre 0.4 y 0.5%, lo cual representa una mejora en la eficiencia de planta del 2% (Ver Figura N°5)

3. Resultados:

En base a las recomendaciones del estudio HYSYS, se tomó la decisión de instalar una válvula de By-Pass al intercambiador de gas de entrada al proceso, con lo que se logró de esta manera controlar la temperatura del gas de ingreso a la Planta Criogénica. Con esta implementación, se redujeron las pérdidas de producción por sobre-enfriamiento y se evitaron los paros de planta debido a este problema.

Se centraron los esfuerzos en asegurar que el gas de entrada al proceso criogénico se encuentre con el contenido de agua mínimo requerido de acuerdo a diseño, para lo cual se analizaron los datos de control del Punto de Rocío del gas de alimento al proceso y se revisó el sistema de regeneración de los tamices moleculares. Se encontró que el horno usado para calentar el gas de regeneración no alcanzaba la suficiente temperatura como para garantizar el secado completo de los tamices. Se trabajó en la lógica de regeneración de los tamices, se hicieron los ajustes correspondientes con la instrumentación del horno y se controló la temperatura de regeneración de cada una de las cribas moleculares.

Así mismo se procedió a realizar el cambio de los tamices de una de las cribas, que presentaba evidentes problemas de carácter mecánico. En las Figuras N°2 y N°3 se presentan los estados antes y después de los trabajos, donde se puede apreciar claramente una mejora en la temperatura de Punto de Rocío de Agua del gas, en un promedio de 10 °F, desde -125 °F a -135 °F en promedio.

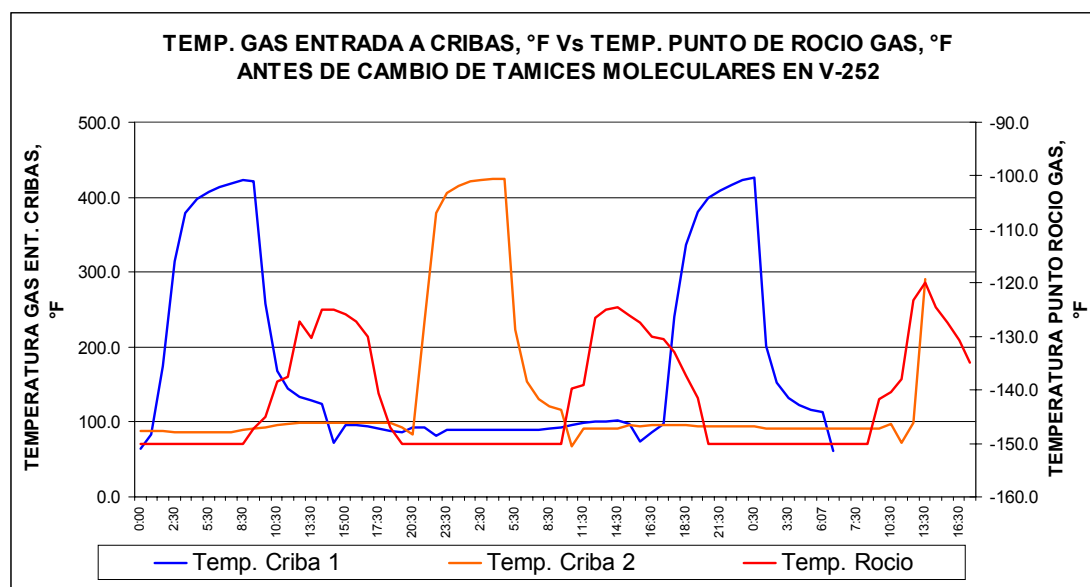


Figura N°2

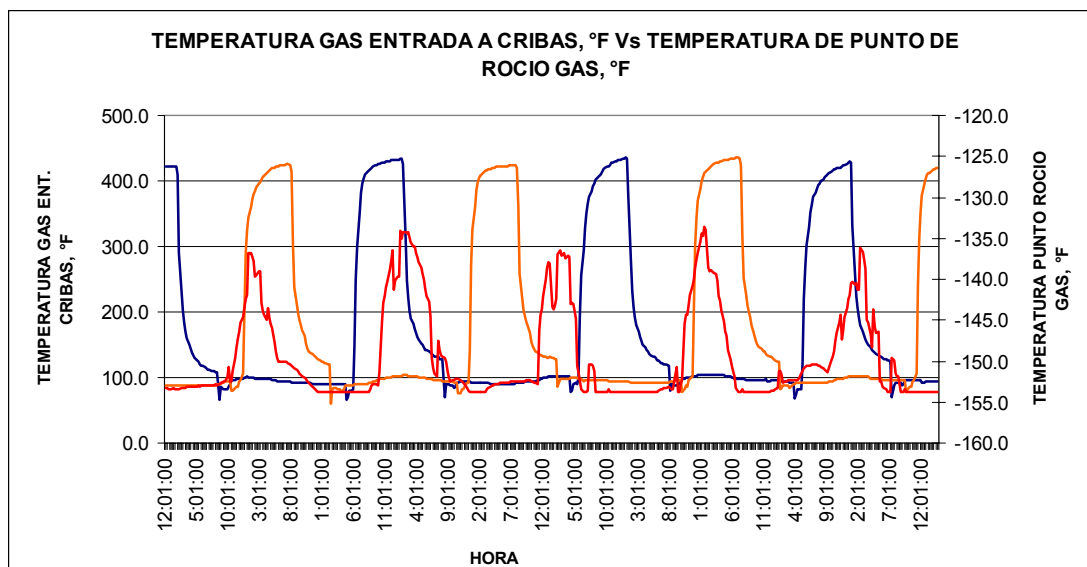


Figura N°3

Con la identificación del problema principal relacionado con la formación de hidratos, y a través del aseguramiento de la calidad del gas en cuanto a contenido de humedad se refiere, se logró controlar la pérdida de eficiencia de planta ocasionada por el descontrol en el sistema de deshidratación.

Con la ayuda del cromatógrafo en línea que se tiene instalado en la planta, se pudo monitorear el comportamiento de la eficiencia a través del contenido de propano en la corriente de gas residual. En la figura N°4 se puede apreciar claramente el contenido de propano antes, durante y después del descontrol, por causa de los hidratos. Como se puede apreciar, antes del paro de planta, el contenido de propano se encontraba en el orden del 0.5 % mol en promedio; luego durante el descontrol se ve claramente que hay un incremento con valores muy variables, y en el último segmento se puede apreciar que se logró alcanzar los valores iniciales previos al paro, luego de las acciones tomadas.

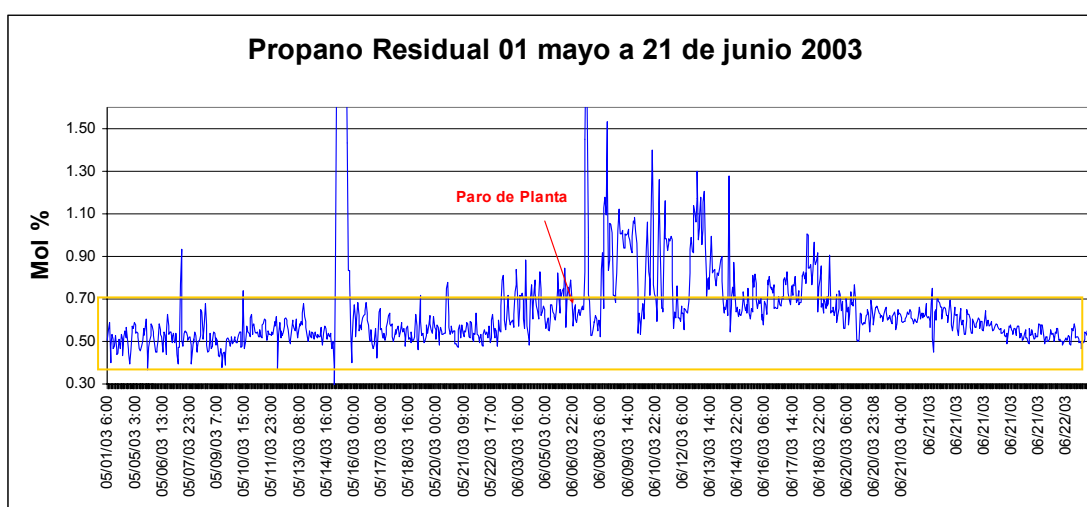


Figura N°4

Evidentemente se lograron identificar las causas raíz de los problemas operativos presentados por hidratos y se logró restituir la eficiencia operacional previo al paro de Planta que derivó en el descontrol de los parámetros operativos y se identificaron oportunidades de mejora continua para poder incrementar más aún la eficiencia de la Planta.

Así mismo se logró reducir en promedio el contenido de propano residual de la banda comprendida entre 0.5 y 0.6% a la banda comprendida entre 0.4 y 0.5%, lo cual representa una mejora en la eficiencia de planta del 2% (Ver Figura N°5)

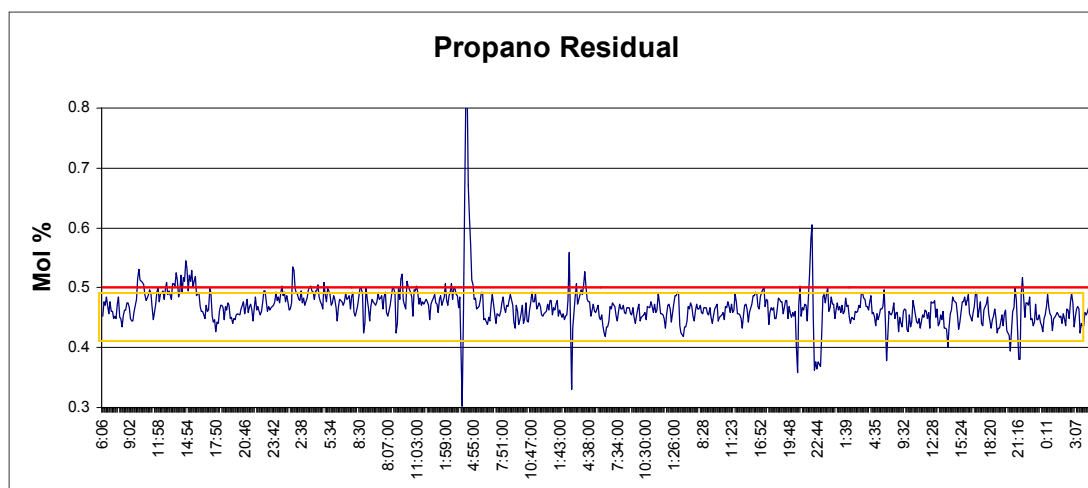


Figura N°5

Al momento el equipo continúa trabajando y tiene programadas acciones que permitirán optimizar mas aún la eficiencia de Planta llevándola a las condiciones operativas de diseño, que vendría a ser la misión asignada al equipo.

Tabla N°2

CAUSA	IMPACTO	AFINIDAD	PROBLEMA
SOBREENFRIAMIENTO	A	METODO	
FORMACION DE HIDRATOS	A		HIDRATOS
DISEÑO INADECUADO DE INTERCAMBIADORES	A		DISEÑO
CARACTERÍSTICAS DEL GAS DISTINTAS	B		
COMPOSICIÓN DISTINTA	B	MATERIAL	CALIDAD GAS
NO SE PUEDE REGULAR TEMPERATURA	A		OPERACION
BAJA EFICIENCIA TURBO EXPANSOR	A	MAQUINA	
PROBLEMAS DE HIDRATOS	A		HIDRATOS
PROBLEMAS AL MANTENER TEMPERATURA ENTRADA	A		DISEÑO
NO SE LO PUEDE PONER SIEMPRE CON 100% DE CARGA	M		DISEÑO
CALCULOS DE EFICIENCIA INADECUADOS	B	MANO DE OBRA	
CROMATOGRAFIA INEXACTA	B		METODO
METODO ERRADO	B		METODO
MUESTRA NO REPRESENTATIVA	B		METODO
DATOS DE CALCULO PUNTUAL NO PONDERADOS	B		METODO
LIMITACIONES MECANICAS COMPRESORES	M	MAQUINA	
ALTA PRESION DE GASODUCTO	M		OPERACION
CAPACIDAD DE COMPRESIÓN LIMITADA 60 MMPCD	M		OPERACION
DISPONIBILIDAD DE COMPRESORES DE CAMPO 98%	M		OPERACION
LIMITACIONES OPERATIVAS	M	MAQUINA	
ERRORES DE MEDICION DE PARAMETROS OPERATIVOS	M		
NO HAY MANTENIMIENTO PREVENTIVO/CORRECTIVO	M		MANTENIMIENTO
NO SE CUENTA CON REPUESTOS	M		MANTENIMIENTO
INERCIA EN CONTROL DE PARÁMETROS EN LOS TRANSMISORES	M		
OPERACION MANUAL DE BBL	M		OPERACION
15 A 20 MIN. ONDA BBL	M		OPERACION
EQUIPOS TRABAJANDO FUERA DE ESPECIFICACIONES	A	MAQUINA	
INTERCAMBIADORES NO OPERAN DE ACUERDO A DISEÑO	A		
PROBLEMAS DE HIDRATOS	A		HIDRATOS
EQUIPOS CON PROBLEMAS (DHX, DEETAN)	A		
POSIBLE DAÑO EN LOS PLATOS	A		MANTENIMIENTO
PROBLEMAS DE HIDRATOS	A		HIDRATOS

Tabla N°3

CAUSA	IMPACTO	AFINIDAD	PROBLEMA
SOBREENFRIAMIENTO	A	METODO	
FORMACION DE HIDRATOS	A		HIDRATOS
DISEÑO INADECUADO DE INTERCAMBIADORES	A		DISEÑO
NO SE PUEDE REGULAR TEMPERATURA	A		OPERACION
BAJA EFICIENCIA TURBO EXPANSOR	A	MAQUINA	
PROBLEMAS DE HIDRATOS	A		HIDRATOS
PROBLEMAS AL MANTENER TEMPERATURA ENTRADA	A		DISEÑO
EQUIPOS TRABAJANDO FUERA DE ESPECIFICACIONES	A	MAQUINA	
INTERCAMBIADORES NO OPERAN DE ACUERDO A DISEÑO	A		
PROBLEMAS DE HIDRATOS	A		HIDRATOS
EQUIPOS CON PROBLEMAS (DHX, DEETAN)	A		
POSIBLE DAÑO EN LOS PLATOS	A		MANTENIMIENTO
PROBLEMAS DE HIDRATOS	A		HIDRATOS

Figura N°5

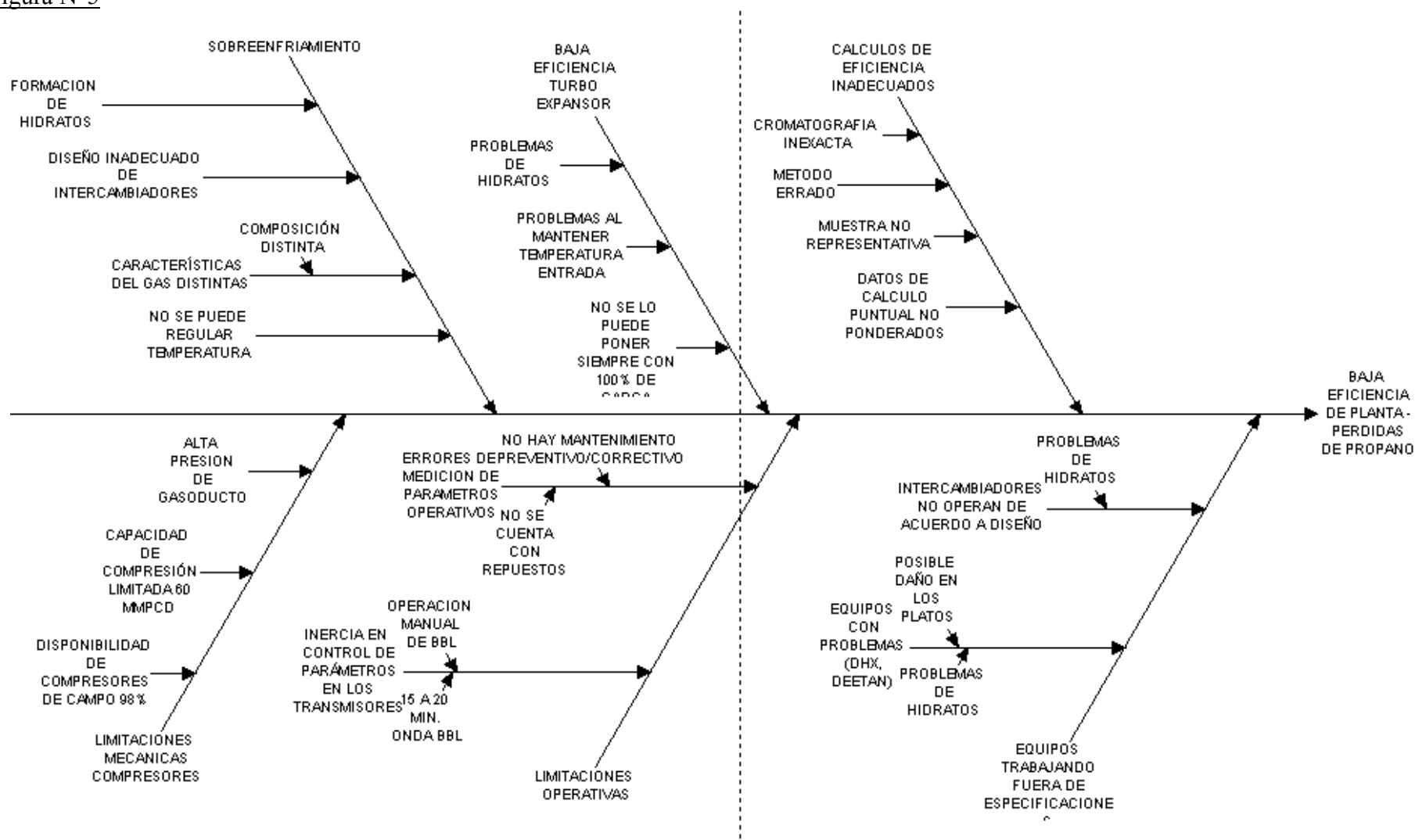


Figura N°6

