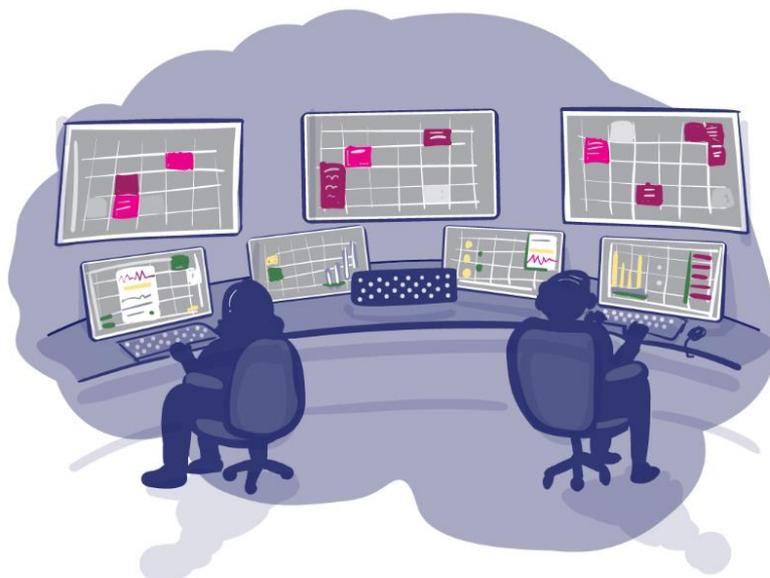


# PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



## RACIONALIZACION DEL SISTEMA DE ALARMAS, REFINERIA AXION CAMPANA

PAN AMERICAN ENERGY



Diamela Dego | 2023

## **Resumen**

Las plantas con procesos de refinación, cuentan con uno de los sistemas más complejos de control. Debido a esto, es totalmente indispensable que las refinerías cuenten con un Sistema de Alarmas y un Sistema de Control totalmente funcional y optimizado.

El funcionamiento de un Sistema de Alarmas, debe ser armónico y sensible al contexto, con el propósito de brindar ayuda al operador en las diversas situaciones en que se puede encontrar el proceso. El producto de este análisis, es conducir a la Refinería Axion de Campana a un Sistema de Gestión Alarmas de excelencia.

La racionalización de alarmas es un proceso que examina y analiza cada alarma contra los principios y criterios definidos en la Filosofía de la Alarmas, teniendo como objetivo optimizar el sistema, eliminar alarmas redundantes y mal configuradas. Deben proveen un monitoreo automático de las condiciones de la planta, mantener la planta en un entorno operativo seguro e identificar desviaciones de las condiciones de operación deseadas que podrían llevar a una pérdida económica por degradar la calidad de un producto.

Un proceso de gestión eficiente necesita de un marco de recomendaciones para la configuración de alarmas y un conjunto de herramientas que apoyen dicha gestión. Las condiciones de proceso y las plantas, se van modificando con el tiempo y las configuraciones propuestas deben ser revisadas y mejoradas periódicamente, salvando errores u omisiones.

## Contenidos

1. Introducción.....	4
1.1 Objetivo.....	4
1.2 Breve descripción del proceso .....	4
1.2.1 Diagrama de flujo de la refinería.....	4
1.2.2 Secciones de la Refinería Campana.....	5
1.3 Sistema de alarmas de Plantas Antiguas.....	6
1.4 Sistema de Alarmas de Plantas Nuevas.....	9
2. Desarrollo.....	9
2.1 Definiciones y presentación del tema.....	11
2.2 Alcance.....	11
2.3 Términos, abreviaturas y definiciones.....	11
2.4 Acrónimos.....	13
2.5 Breve Descripción de Control de Procesos.....	14
2.6 Indicadores Clave de Performance.....	15
2.7 Gestión de alarmas.....	19
2.7.1 Sistema de Alarmas (Alarm Managment).....	19
2.7.2 Propósito del Sistema de Alarmas .....	20
2.7.3 Metodología de racionalización de alarmas .....	21
2.7.4 Modelo de ciclo de vida de Gestión de alarmas.....	23
2.7.5 Diseño básico de alarmas.....	23
2.7.6 Método de priorización de alarmas.....	24
2.7.7 Documentación de alarmas y racionalización.....	28
3. Plan.....	29
3.1 Acciones.....	30
3.1.1 Seguimiento de Alarmas y Mejora Continua.....	30
3.1.2 Autorización de Cambio (AC).....	31
3.1.3 Mejoras implementadas.....	32
4. Resultados.....	44
5. Conclusiones.....	49
6. Anexos.....	50

# 1. Introducción

## 1.1 Objetivo

El objetivo del presente informe es la racionalización del sistema de alarmas de todas las plantas en la Refinería Axion en Campana (PAE). Dicha gestión permitirá disminuir los indicadores de alarmas (KPIs) de la refinería:

- KPI Alarmas permanentes.
- KPI Alarmas fuera de servicio.
- KPI Alarmas por hora.
- KPI Máximo número de alarmas en 10 minutos.
- KPI Tiempo en avalancha.

Hasta el momento, no se había realizado una racionalización ni se tenía la documentación que lo avale. En el transcurso de la pasantía, en conjunto con el equipo de Process Control Team, creamos un SIO de Alarmas para su la estandarización del proceso de Gestión de Alarmas.

La disminución del número de alarmas permitirá al consolita tener una visión clara del proceso, para poder tomar acciones correctivas adecuadas en el tiempo previsto, evitando así generar incidentes o problemas de calidad. En el caso de las plantas nuevas (DHT – FGT - DKU), el sistema de alarmas se encontraba sobrealarmado, una situación totalmente indeseada.

La aparición de los nuevos Sistemas de Control Distribuido han traído como ventaja la posibilidad de modificación y reconfiguración sencilla, flexibilidad para el suministro y almacenamiento de datos, tendencias e históricos. Por contra, también han traído consigo algunos problemas significativos como es el exceso de configuración de alarmas, debido a lo fácil que resulta crearlas.

## 1.2 Breve descripción del proceso

### 1.2.1 Diagrama de flujo de la refinería

La refinería esta formada por una serie de plantas, cada una con su complejidad y necesidades distintas. En el diagrama se muestra el circuito de refinación de crudo.

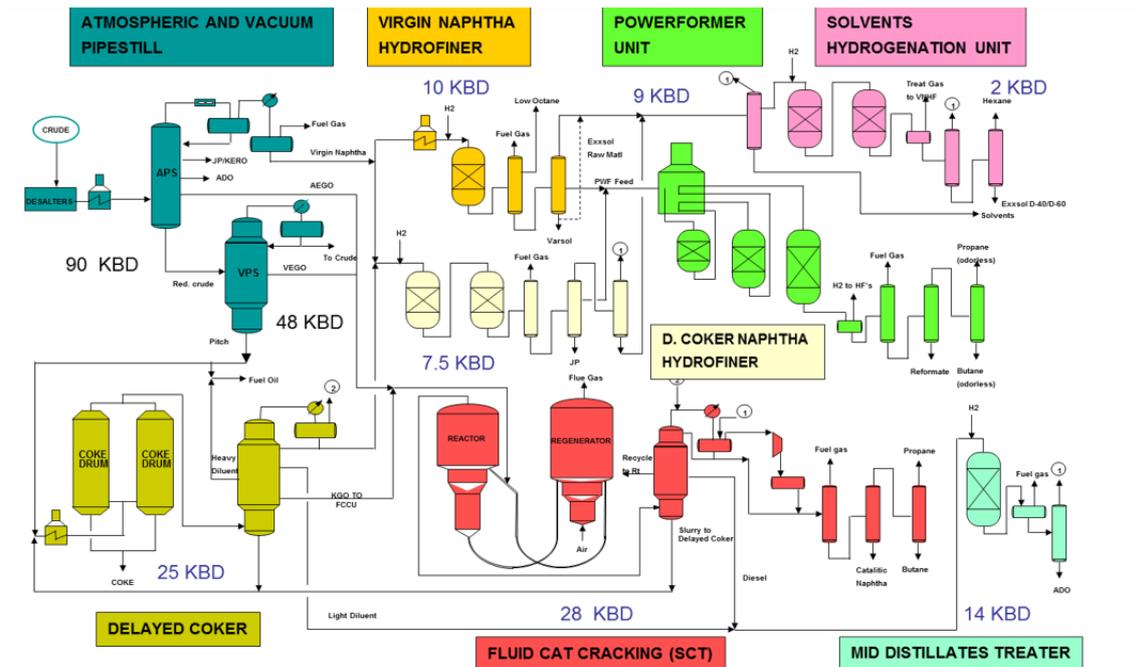


Fig. Diagrama de flujo – Refinería Axion

## 1.2.2 Secciones de la Refinería Campana

Para poder comprender mejor el diagrama anterior, se indicará una breve descripción y se detallará la funcionalidad de cada planta.

La Refinería Campana se encuentra dividida en distintas secciones:

- **Sección A**

- **APS: Torre de Destilación a Presión Atmosférica (Atmosferic Pipe Steel)**

Es la primera etapa de destilación de crudo, para la obtención de productos combustibles, especialidades químicas y cortes como:

- **Gases:** Butanos y gases más livianos, son enviados al acumulador de destilado del FCCU.
- **Nafta Virgen:** Alimentada a unidades de hidrotreamiento y el resto a tanque.
- **JP:** Primer corte lateral, previo al envío a tanque, se trata en el sistema Merox (Oxidación de mercaptanos).
- **Gas Oil:** Se obtiene por mezcla del segundo y tercer corte lateral. Parte se envía la DHT y el resto es clarificado en secadores con sal previo a su envío a tanques.
- **Cuarto corte lateral:** Se mezcla con el LVGO (EGO liviano de VPS) y HGVO (EGO pesado de VPS) de etapa de vacío.

- Crudo Reducido: Fondo de torre atmosférica que se alimenta en la etapa de vacío.
- **VPS: Torre de Destilación al Vacío (Vacuum Pipe Steel)**

Es la segunda etapa de destilación de crudo al vacío. Los productos obtenidos son:

- Gasoil liviano y pesado: Se mezclan con el cuarto corte lateral de la etapa atmosférica. Parte de esta corriente se envía como alimentación caliente al FCCU y el resto a tanque.
- Pitch: Es el fondo de la torre de vacío. Parte se alimenta caliente al DKU y el resto es enfriado y enviado a tanque.
- **DKU: Unidad de Coqueo Retardado (Delayed Cocker Unit)**

Se da un proceso de craqueo térmico utilizado para mejorar y convertir los residuos de petróleo (fondos de las unidades de destilación atmosférica y al vacío) en corrientes de productos líquidos y gaseosos que se separan de un carbón concentrado sólido conocido como coque. Es el único proceso de la refinación que no es continuo, ya que la corriente de alimentación se cambia entre dos cámaras. Una cámara se llena on-line con coque, mientras la otra es despojada con vapor, se enfría, el coque se extrae y se vuelve a calentar.

Los vapores de cabeza de las cámaras fluyen al fraccionador llamado torre combinada.

Los productos resultantes son hidrocarburos más livianos y más pesados que la alimentación a la unidad. Las distintas estructuras físicas y propiedades químicas del coque determinan el uso final del material, el cual puede quemarse como combustible, calcinarse para uso en las industrias de aluminio, química o metalúrgica o gasificarse para producir bases de alimentación para vapor, electricidad o gas para la industria petroquímica.

- **Sección B**

- **FCCU: Unidad de Craqueo Catalítico (Fluid Catalytic Cracking Unit)**

Se da un proceso de craqueo con catalizador. La finalidad de esta unidad es la transformación de fracciones de petróleo de elevado punto de ebullición (EGO) en productos más livianos, de cuyo fraccionamiento es posible obtener productos de mayor valor comercial:

- Fuel gas: Se envía a la red par quemado en hornos, calderas y excepcionalmente como alimentación a la red de gas de pilotos.
- Nafta estabilizada: Se envía a tanques de almacenaje para diversas mezclas.
- Propanos: Mezcla con alta concentración de propilenos (60%).

- Butanos: De alto grado de pureza.
- Aguas agrias: Producidas por el lavado con agua a que se someten el gas y la nafta antes de recibirla en los acumuladores y separadores y que son enviadas a por presión al tratamiento de aguas agrias.

Este proceso pone en contacto una alimentación pesada (gas oil virgen), junto con un agente catalítico activo. Las reacciones que se llevan a cabo hacen que un residuo carbonoso se deposite sobre el catalizador, el cual luego se regenerará a través del quemado de esos depósitos.

Las reacciones químicas son de muchos tipos, tales como craqueo, isomerización, alquilación, deshidrogenación, etc.

○ **PF: Unidad de Reformación Catalítica (Powerformer)**

Corresponde a la unidad de reformado de naftas. Se da a partir de reacciones químicas en fase gaseosa sobre reactores de lecho fijo y su propósito es obtener una nafta de elevado número de octanos, a partir de una alimentación de bajo RON.

La sección de reformación catalítica está compuesta por tres secciones:

- Hidrotratamiento (Hydrofiner): Su función es hidrogenar catalíticamente la nafta virgen para remover el azufre, nitrógeno, olefinas y otros compuestos perjudiciales para la vida útil del catalizador de reformación. El producto deshidrotratamiento es posteriormente fraccionado.
- Reformación Catalítica: Mediante una serie de reacciones catalíticas, se eleva el octanaje de la nafta alimentada, generándose hidrogeno e hidrocarburos livianos como productos adicionales. El gas rico en hidrogeno, es utilizado en distintas unidades de hidrotratamiento de la refinería. Los hidrocarburos producidos son enviados a la sección de recuperación de cortes livianos para su fraccionamiento.
- Recuperación de cortes livianos (Gasolina): Aquí se completa la remoción de gas del producto y se recupera propano y butano, para así poder obtener el producto principal de la unidad: nafta reformada de alto octanaje, el cual es bombeado a tanques de almacenaje para la formulación de nafta terminada.

○ **DHT: Unidad de Hidrotratamiento de Diesel (Diesel Hydrotreater)**

El proceso de hidrotratamiento de diesel utiliza un método de hidrogenación catalítica para mejorar la calidad de las fracciones de destilado de petróleo por descomposición de los contaminantes, efecto despreciable en el intervalo de ebullición de la alimentación. La unidad está diseñada principalmente para eliminar el azufre y el nitrógeno. El grado deseado de hidrotratamiento, se obtiene procesando la materia

prima sobre un lecho fijo de catalizador en presencia de grandes cantidades de hidrogeno. Las naftas utilizadas como materias primas son deben ser hidrotratadas hasta quedar con menos de 0,5 ppm de azufre. Los catalizadores selectivos de alta actividad funcionan durante largos periodos entre regeneraciones.

- **FGT: Unidad de tratamiento de Fuel Gas (Fuel Gas Treatment)**

La función de la unidad es asegurar la provisión de un suministro vital para el proceso como es el gas combustible para hornos y calderas. El fuel gas es un derivado del proceso cuyo excedente se ventea a la antorcha. Con este proceso, se busca minimizar el envío de gas aprovechable para ser quemado en antorcha.

Esta planta fue colocada en el Proyecto de Expansión de la Refinería Campana, con el objetivo de eliminar los componentes de azufre presentes en el fuel gas y llegar a los consumidores con gas limpio permitiendo de esta forma mejorar la calidad de las emisiones de aire.

- **Sección C**

- **US: Usina**

Unidad de generación de energía eléctrica. Aquí se consume vapor para alimentar a las turbinas de los turbogeneradores. Para el caso que se produzca una gran diferencia entre el total de la generación y el total de la demanda, el sistema de distribución de vapor posee una eliminación selectiva de cargas preseleccionadas. En condiciones normales, la capacidad de generación siempre supera la demanda de vapor, pero existen ocasiones en que esto no sucede y se requiere una eliminación selectiva de cargas de vapor que facilite la recuperación del balance carga-generación.

Las fuentes de alimentación del sistema son: generación de calderas de alta presión, generaciones de plantas como DKU (alta y baja presión), APS (baja presión) y FCCU (alta presión). El vapor de alta y media presión se distribuye desde fuerza motriz hacia los consumidores de las plantas.

- **SE: Antorcha (Flare)**

En toda refinería, se generan exceso de gases no reutilizables que deben ser evacuados. La función del sistema de antorcha es canalizar y quemar de forma eficiente y segura las evacuaciones de hidrocarburos gaseosos y/o líquidos de la refinería. La antorcha, es el equipo encargado de la combustión y eliminación de gases de escape y como tal exige tener en cuenta aspectos de seguridad y medioambiente.

El conjunto de colectores que canaliza los fluidos residuales se denomina Red de Antorcha.

Como parte del Proyecto de Expansión de la Refinería para ampliar la capacidad de producción, se construyó un nuevo sistema de antorcha en el área de tanques, que se divide en Sistema de quemado de Gases Ácidos y Sistema de quemado de Hidrocarburos. Ambos sistemas si bien son redes independientes, comparte la misma estructura y sistema de control.

- **Sección D**
  - **BULK**: Sector de tanques, movimiento y almacenaje de productos.

### **1.3 Sistema de alarmas de Plantas Antiguas**

Las plantas que corresponden a unidades antiguas de la Refinería Campana son:

- **APS**
- **VPS**
- **FCCU**
- **BULK**
- **USINA**
- **SE** (Solo antorcha vieja)

Todas estas plantas son manejadas con tecnología Honeywell TDC3000. Esta tecnología tiene limitaciones y diferencias respecto a las más nuevas.

### **1.4 Sistema de Alarmas de Plantas Nuevas**

Las plantas que corresponden a unidades nuevas de la Refinería Campana son:

- ✓ **DHT**: Creada en el Proyecto de Expansión de la Refinería.
- ✓ **FGT**: Creada en el Proyecto de Expansión de la Refinería.
- ✓ **DKU**: La planta ya existía, pero se reemplazó por una unidad completamente nueva.
- ✓ **SE** (Solo antorcha nueva): Creada en el Proyecto de Expansión de la Refinería.

Todas estas plantas son manejadas con tecnología Honeywell TDC300.

## 2. Desarrollo

### 2.1 Definiciones y presentación del tema

Comenzaremos definiendo los criterios, definiciones, principios y responsabilidades del sistema de alarmas en todas las etapas de su ciclo de vida. Para ello se detallarán los métodos de, identificación, racionalización, diseño, implementación, monitoreo, gestión del cambio y auditoría a seguir.

### 2.2 Alcance

El análisis está limitado a las alarmas de prioridad 1, 2, y 3 según lo definido en puntos posteriores. Las alarmas sin prioridad de los operadores de consola no están reglamentadas por el presente sistema.

No cubre las alarmas en paneles locales en el campo.

### 2.3 Términos, abreviaturas y definiciones

A continuación, se detallan los términos más importantes para gestión de alarmas en refinería Campana:

Definición	Descripción
Alarma	Aviso al operador por medio de un sonido audible y/o una indicación visual de que existe un mal funcionamiento en un equipo, una desviación del proceso o una situación anormal en la unidad, y que se requiere una acción correctiva en un tiempo razonable.
Alarma Activa	Una alarma en un estado en el que la condición de alarma es verdadera, ya que los límites preestablecidos de set point han sido excedidos.
Alarma Inhabilitada	Alarma cuyo monitoreo en DCS ha sido inhabilitado. El operador de consola no será notificado cuando los límites predefinidos de esta alarma hayan sido excedidos.
Alarma Normal	Alarma que estando en su estado pasivo, monitorea la variable asignada, y se activa cuando el límite preestablecido de dicha variable ha sido excedido.
Alarm off-delay	Tiempo que una alarma permanece activa después de que la medición del proceso haya regresado a la condición normal.

<b>Definición</b>	<b>Descripción</b>
Alarm on-delay	Tiempo antes de que una alarma se active después de que la medición del proceso haya excedido el set point de la alarma.
Alarmas permanentes	Alarmas que se encuentran activas durante un largo período de tiempo. (ej: más de 24 hs.)
Alarm rate	Número de alarmas anunciadas, por operador, en un intervalo de tiempo específico.
Alarmas redundantes	Alarmas que indican la misma condición anormal del proceso y que requieren la misma acción por parte del operador.
Alarmas repetitivas o intermitentes (chattering alarm)	Alarmas que se activan y desactivan constantemente en cortos períodos de tiempo.
Alarma ruidosa o mal actor	Alarma que se activa en repetidas oportunidades (más de cuarenta y dos veces por semana) sin que sea necesario un cambio operativo para que retorne a sus límites.
Alerta	Una notificación visual o audible por medio de la cual se le indica al operador la condición de un equipo o proceso que requiere su atención, pero no posee o alcanza los criterios definidos para una alarma.
Avalancha de alarmas (Alarm flood)	Situación donde la cantidad de alarmas recibidas por parte del operador excede el número que efectivamente puede atender. (ej: más de 10 alarmas en 10 minutos)
BadPV	Medición no confiable.
Banda Muerta de alarma / (Alarm deadband)	El rango a partir del cual la señal del valor de alarma debe variar para que desaparezca una condición activa de alarma.
Ciclo de vida de la gestión de alarmas	Metodología sistemática que define la interacción entre las distintas etapas de la gestión de alarmas de un sitio (Complejo/Activo Industrial), representada por un

<b>Definición</b>	<b>Descripción</b>
	flujograma en el que se identifican los distintos bucles de gestión, y las entradas y salidas de cada etapa.
Enforcement	Acción automática del software de gestión de alarmas que normaliza los valores y estados de las mismas al registrado en la base de datos.
Quit de enforcement	Acción que impide la ejecución del enforcement de alarmas mediante la utilización de la tecla quit.
Gestión de Alarmas	Procesos y prácticas para determinar, documentar, diseñar, operar, monitorear y mantener los sistemas de alarmas.
Límite de alarma (Alarm Set Point, alarm limit, alarm trip point)	Valor de proceso o estado discreto de una variable que activa una alarma.
No reconocida (Unacknowledged)	Estado de alarma en el que el operador aún no ha confirmado el reconocimiento de una indicación de alarma
Prioridad de una alarma	Importancia relativa de cada alarma dentro del sistema de alarma de acuerdo con la severidad de sus consecuencias y el tiempo para responder.
Reconocida (Acknowledge)	Acción del operador que confirma el reconocimiento de una alarma.
Sistema de Alarmas	Conjunto de elementos de hardware y software cuyas funciones son la detección de un estado de alarma, la comunicación de dicho estado al operador y el registro de los cambios del estado de alarma.
Suprimir o inhibir una alarma	Una alarma es suprimida o inhibida cuando se evita que la misma se anuncie al operador, aun cuando la condición de alarma se presente.
Tiempo de respuesta aceptable	Tiempo máximo entre la anunciación de la alarma y el momento en que el operador debe tomar acción correctiva para evitar la consecuencia.

## 2.4 Acrónimos

Se detallan los acrónimos del presente documento:

ID	Descripción
AC	Autorización de Cambio
C300	Controladores del sistema Experion.
HPM	Controladores del sistema TDC3000 (High Process Module).
DCS	Sistema de Control Distribuido
DI/DO	Digital Input/Digital Output.
EPKS	Experion Process Knowledge System.
GEN	Gestión de Equipo de Negocios - Unidades de negocios, conformadas por integrantes de las divisiones Técnica y Producción, lideradas por el jefe de Planta.
KPI	Key Performance Indicator / Indicador Clave de Performance
M&R	Metrics & Reporting. Módulo de cálculo de indicadores del software de gestión de alarmas.
OFFNRMALM	Alarma de estado NO normal
OPHH	Muy alto (HH) valor de una salida de control (OP).
OPHI	Alto (HI) valor de una salida de control (OP).
OPLL	Muy bajo (LL) valor de una salida de control (OP).
OPLO	Bajo (LO) valor de una salida de control (OP).
PVHH	Muy alto (HH) valor de una variable de proceso (PV).

ID	Descripción
PVHI	Alto (HI) valor de una variable de proceso (PV).
PVLL	Muy bajo (LL) valor de una variable de proceso (PV).
PVLO	Bajo (LO) valor de una variable de proceso (PV).
PCT	Process Control Team - Equipo de Control de Procesos.
SM	Safety Manager

## 2.5 Breve Descripción de Control de Procesos

### Control Básico:

El objetivo de un sistema de control de procesos automáticos es emplear la variable manipulada para mantener la variable controlada en un valor lo más cercano posible a su punto de consigna, a pesar de las perturbaciones que se produzcan en el sistema.

Los elementos del control básico son:

1. **Elemento primario:** Transmisor
2. **Controlador:** PID, ON/OFF
3. **Elemento final a controlar:** Válvula, variador de velocidad.
4. **Proceso.**

Algunos conceptos útiles:

- **Variable controlada (CV) o de proceso (PV):** Es la variable del proceso que debe mantenerse o controlarse en algún valor deseado.
- **Punto Consigna (SP):** Es el valor deseado para la variable controlada
- **Variable Manipulada (MV):** Es la variable que se utiliza para mantener la variable controlada en su punto de consigna.
- **Variable de Perturbación (DV):** Cualquier variable que pueda provocar una desviación de la variable controlada respecto al punto de consigna.

### Control en Cascada:

El control en cascada consta de dos lazos de realimentación (PID), uno de los cuales es interno al otro. Su objetivo es el de mejorar el desempeño de un lazo de control

realimentado que no funciona satisfactoriamente, debido a la lentitud de respuesta de su variable controlada.

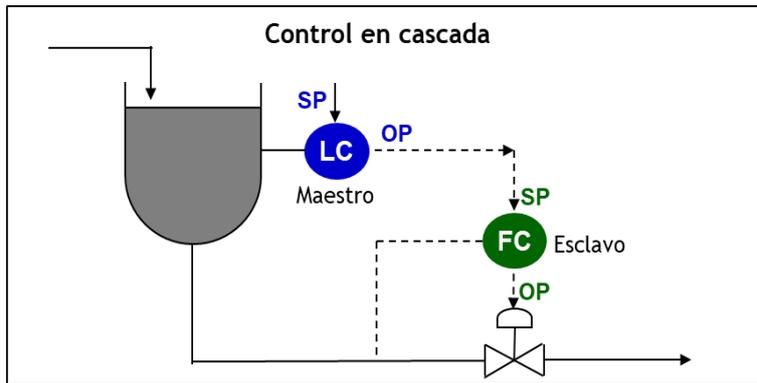


Fig. Control en cascada

La salida (OP) del lazo externo o principal, llamado el control maestro, fija el SP del lazo interno o secundario, denominado el controlador esclavo.

Una configuración en cascada suele ser más estable y de respuesta más rápida que el correspondiente lazo simple. La mayor necesidad de instrumentación se ve compensada por los beneficios en cuanto a las mejoras en la calidad de control.

## 2.6 Indicadores Clave de Performance

Los KPIs (Key Performance Indicator), son esenciales para la performance del Sistema de Alarmas, ya que nos permiten hacer un seguimiento e identificar posibles fallas.

Estos KPI están definidos en la “*Filosofía de alarmas del Complejo*” basados en el estándar ISA 18.2 – 2009.

Los que utilizaremos para el presente informe se detallan a continuación:

Indicador	Objetivo
<b>Alarmas por hora</b>	$\leq 6$
<b>Alarmas permanentes</b>	$\leq 5$
<b>Mayor número de alarmas en 10 min.</b>	$\leq 10$
<b>Porcentaje de tiempo en avalancha</b>	$< 1$
<b>Alarmas fuera de servicio</b>	$\leq 30$

Tabla. Indicadores de Performance Recomendados - ISA 18.2 – 2009

**1) KPI Alarmas permanentes (Stale Alarm):**

Representa a la cantidad de alarmas que suenan de forma permanente durante al menos 24h. La métrica se calcula como el promedio de alarmas permanentes en 24h en el período de un mes.

Las mejores prácticas recomiendan una cantidad menor a 5 alarmas permanentes.

Aclaración: Aquellas alarmas que ya no estén sonando actualmente, pero hayan alarmado por más de 24 hs en el periodo seleccionado, se contabilizan de igual forma en el KPI.

**2) KPI Alarmas fuera de servicio:**

Representa a la cantidad de alarmas deshabilitadas, inhibidas, suprimidas e inactivas. El operador de consola no será notificado auditivamente ni visualmente cuando los límites predefinidos de la alarma hayan sido excedidos.

Las mejores prácticas recomiendan una cantidad menor a 30 alarmas fuera de servicio.

**3) KPI Alarmas por hora:**

Representa a la cantidad de alarmas que sonaron en el período de 1 hora.

Las mejores prácticas recomiendan una cantidad menor a 6 alarmas por hora.

**4) KPI Máximo número de alarmas en 10 minutos:**

Representa a la cantidad de alarmas que sonaron en un intervalo de 10 minutos.

Ejemplo:

	10:00am	10:10am	10:20am	10:30am
Unit 1	••• 3 alarms	• 2 alarms	•• 1 alarm	
Equipment 1	• 1 alarm	• 1 alarm	•• 2 alarms	
Equipment 2	•••• 4 alarms	• 1 alarm	••• 3 alarms	
TOTAL ALARM COUNT	8 alarms	4 alarms	6 alarms	

En este caso:

- Cantidad total de alarmas para el 1er intervalo de 10 min: 8

- Cantidad total de alarmas para el 2er intervalo de 10 min: 4
- Cantidad total de alarmas para el 3er intervalo de 10 min: 6

Las mejores prácticas recomiendan una cantidad menor a 10 alarmas cada 10 minutos.

#### 5) **KPI % Tiempo en avalancha:**

Situación donde la cantidad de alarmas recibidas por parte del operador exceden el número que efectivamente puede atender, en nuestro caso, más de 10 alarmas en 10 minutos.

Las mejores prácticas recomiendan una cantidad menor a 1% de tiempo en avalancha.

#### 6) **Desempeño:**

Describe el buen o mal funcionamiento del sistema de alarmas, basándose en los indicadores de Promedio de alarmas en 10 min y % de tiempo en avalancha fuera del valor objetivo durante la operación normal y durante una perturbación. El desempeño se simboliza de 1 a 5, siendo 1 la mejor situación posible. Cada estado le corresponde una denominación distinta

#### **Tipos de Estados:**

- ***Estado 1- Predictivo***

Es el mejor estado al cual se puede llegar con la tecnología disponible en el mercado. Los operadores confían plenamente en el Sistema de Alarmas.

- ***Estado 2- Robusto***

El sistema de alarmas funciona adecuadamente durante todos los modos de operación, normal y ante perturbaciones. Los operadores confían en el sistema de alarmas, y tienen tiempo de ver y comprender todas las alarmas. Se utilizan técnicas de gestión dinámica de alarmas para mejorar el desempeño del sistema de alarmas

- ***Estado 3 - Estable***

El sistema de alarmas es confiable durante la operación normal, dando alertas tempranas de perturbaciones inminentes, pero es menos útil durante las perturbaciones. Se han definido correctamente las alarmas, los parámetros de tasa de alarmas y máxima tasa de alarmas se encuentran en valores aceptables. Los operadores confían en la priorización dada a las alarmas, y reaccionan de manera consistente y rápida a todas las alarmas críticas. Todas las alarmas son significativas y tienen una respuesta definida.

- **Estado 4 - Reactivo**

El sistema de alarmas no es tan estable y en general resulta inútil durante perturbaciones de planta. Se presta cierta atención a la priorización de alarmas, pero no es confiable. El sistema de alarmas da algún aviso temprano a perturbaciones en la planta y algunas alarmas no tienen sentido o son de poco valor.

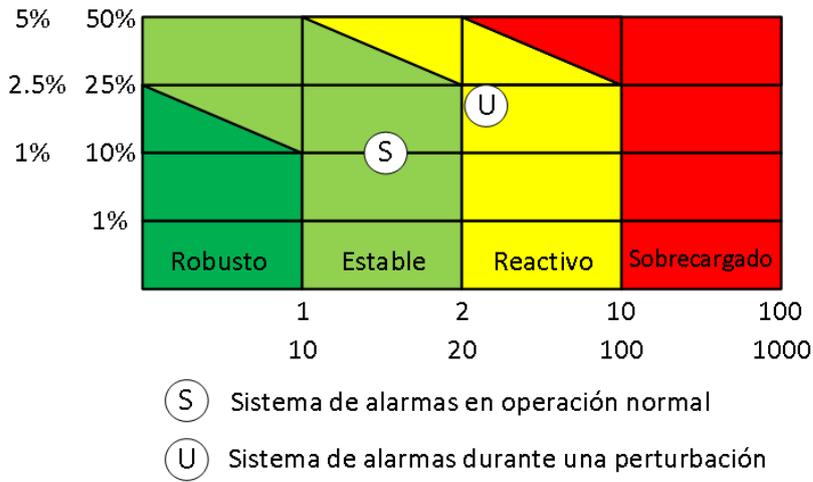
- **Estado 5 - Sobrecargado**

En este estado el sistema de alarmas está sometido a una tasa de alarmas muy alta y se deteriora rápidamente ante una perturbación. Esto genera baja confiabilidad del operador en el sistema de alarmas, que es ignorado durante largos períodos. Con frecuencia se suprimen alarmas porque son repetitivas y luego son olvidadas. Es muy difícil o imposible discriminar las alarmas importantes de las menos importantes, y el sistema de alarmas da muy poco o ningún aviso de perturbaciones en la planta. Se requieren fuertes estrategias de mitigación.

**Métricas de desempeño del Sistema de Alarmas**

Métricas del desempeño del sistema de alarmas					
		Operación Normal		Operación durante una perturbación	
Estado		Promedio Alarmas /10 min	% de tiempo fuera del valor promedio objetivo	Tasa máxima de Alarmas /10 min	% de tiempo fuera del valor promedio objetivo
Estado 5	Sobrecargado	>10	>25% & <50%	>100	>2.5% & <5%
Estado 4	Reactivo	<10	>10% & <25%	<100	>1% & <2.5%
Estado 3	Estable	<2	>1% & <10%	<20	<1%
Estado 2	Robusto	<1	<=1%	<10	<1%
Estado 1	Predictivo	<0,8	<=0,8%	<5	<0,8%

**Gráfico de desempeño del Sistema de Alarmas**



EEMUA 191 Third Edition Figure 26 Alarm System Performance

**2.7 Gestión de alarmas**

**2.7.1 Sistema de Alarmas (Alarm Management)**

A continuación, se describirá al sistema que gobierna el buen funcionamiento de las alarmas, y por consiguiente, un buen resultado en los KPI.

Un Sistema de alarmas es el conjunto de las alarmas configuradas para un proceso, la manera en que se representan y el circuito de gestión para tal conjunto.

Los sistemas de alarmas proveen un monitoreo automático de las condiciones de la planta, y atraen la atención del operador del proceso hacia cambios significativos que requieren alguna acción.

Estos sistemas ayudan al operador a:

- Mantener la planta en un entorno operativo seguro.
- Identificar desviaciones de las condiciones de operación deseadas que podrían llevar a una pérdida económica por degradar la calidad de un producto.
- Comprender mejor, condiciones complejas en el proceso.

El proceso de gestión de alarmas es un proceso de mejora continua. Un proceso de gestión eficiente necesita de un marco de recomendaciones para la configuración de alarmas y un conjunto de herramientas que apoyen dicha gestión.

## 2.7.2 Propósito del Sistema de Alarmas

En la década del 90 las investigaciones de diferentes accidentes industriales demostraron que una mala interpretación y gestión de las alarmas contribuye significativamente en estos accidentes, la mayoría con pérdidas millonarias.

Fue entonces que el mundo de la industria empezó a trabajar en guías y estándares que estableciesen criterios y pautas a seguir en la definición de alarmas, también en la depuración y racionalización de las bases de datos.

De acá surgen estos principales pasos para realizar la gestión de alarmas, para garantizar tener un sistema de alarmas sano, que *ayude al operador a detectar problemas en el proceso y a priorizar su respuesta*. Para esto, se debe:

- Desarrollar, adoptar y mantener una Filosofía de Alarmas
- Recopilar datos del DCS, KPIs para identificar las alarmas de peor comportamiento, unidades con sistema de alarmas con mal desempeño.
- Racionalizar, revisar todas las alarmas identificadas, su configuración y su propósito, con la finalidad de que cumplan con la filosofía. Implementar los cambios necesarios en el DCS. La Documentación de las alarmas es un requisito indispensable para poder realizar la Base de Datos Maestra y mantenerla actualizada.
- Un programa efectivo de Monitoreo y Gestión o manejo del Cambio, que recoja modificaciones, análisis el sistema en curso y realice la corrección de problemas, son herramientas imprescindibles.

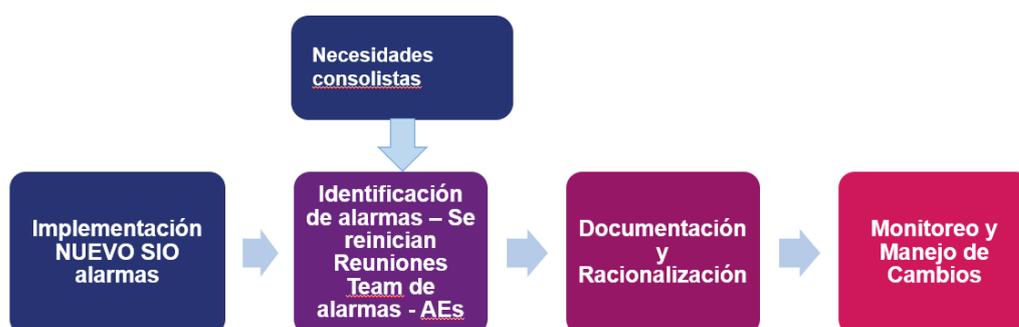


Fig. Pasos a seguir en la Gestión de Alarmas.

Se define a alarma como:

***Aviso al operador por medio de un sonido audible y/o una indicación visual de que existe un mal funcionamiento en un equipo, una desviación del proceso o una situación anormal en la unidad, en donde se requiere una acción correctiva por parte del operador, dentro de un tiempo razonable.***

La decisión de configurar una alarma debe seguir ciertos criterios. El sistema de alarmas debe estar reservado solamente para eventos que requieren la acción por parte del operador. Los eventos que solo son utilizados como información para el operador deben ser presentados de otra forma. Las posibles acciones que puede tomar el operador son:

- Manipular el sistema de control para hacer un cambio al proceso.
- Dar instrucciones a otros para que hagan cambios en la operación o tomen acciones (arrancar manualmente una bomba, operar una válvula manual, tomar muestras, etc.).
- Empezar a investigar o analizar una situación.
- Contactar otra gente o grupo de personas.
- Cambiar el tipo de operación: operar manualmente una parte del proceso porque ha fallado un subsistema automático u operar lejos del óptimo porque el sistema de control avanzado ha fallado.

Al momento de configurar una alarma se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1) ¿El evento requiere una acción del operador?

Los eventos que no requieran acción por parte del operador no se deben configurar como una alarma.

2) ¿Es esta alarma la mejor indicación de la causa raíz del problema?

Las alarmas serán asignadas de manera que un solo evento no genere múltiples alarmas indicando todas ellas la misma situación anormal. Esto es, las alarmas se deben configurar de manera que sean la mejor indicación de la fuente del problema.

3) ¿Es esta alarma el verdadero resultado de una situación anormal?

Las alarmas serán el producto de situaciones anormales solamente, no de situaciones normales.

### 2.7.3 Metodología de racionalización de alarmas

Las etapas a seguir para la gestión de alarmas son:

Etapas	Descripción
<p><b>1. Filosofía de Alarmas</b></p>	<p>Documento marco que establece los criterios, definiciones y principios para las Etapas del Ciclo de Vida de Gestión de Alarmas, especificando métodos de identificación de alarmas, racionalización, clasificación, priorización, monitoreo, gestión del cambio y auditorías. Se aplica en un sitio (Complejo / Activo Industrial).</p>

Etapas	Descripción
<b>2. Identificación</b>	Es un punto de partida de posibles alarmas, propuestas por alguno de los métodos para determinar si una alarma podría ser necesaria. Los métodos pueden ser formales, como el análisis de peligros del proceso, o a partir de revisiones de procedimientos operativos. alarma, que se pueden utilizar para completar el diseño.
<b>3. Diseño</b>	En esta etapa se especifican y diseñan atributos de alarma adicionales en función de los requisitos determinados por la racionalización. Hay tres áreas de diseño: diseño básico de alarmas, diseño en HMI y diseño de técnicas avanzadas de alarma.
<b>4. Implementación</b>	Etapa de transición entre el diseño y la operación durante la cual se pone en servicio la alarma.
<b>5. Mantenimiento</b>	En la etapa de mantenimiento, la alarma o el sistema de alarma no está operativo, pero está siendo probado o reparado.
<b>6. Monitoreo y evaluación</b>	En esta etapa, el rendimiento general del sistema de alarma y las alarmas individuales se monitorean continuamente contra los objetivos de rendimiento/ KPIs, establecidos en la Filosofía de alarmas. Esto puede desencadenar trabajos de mantenimiento o identificar la necesidad de cambios en el sistema de alarma o los procedimientos operativos. Sin monitoreo, es probable que el rendimiento de un sistema de alarma se degrade con el tiempo.
<b>7. Autorización de Cambio (AC)</b>	En esta etapa se proponen y aprueban modificaciones al sistema de alarma. El proceso de cambio debe seguir cada una de las etapas del ciclo de vida de la gestión de alarmas desde la identificación hasta la implementación.
<b>8. Auditoría</b>	En esta etapa se realizan revisiones periódicas para evaluar la efectividad del proceso de gestión de alarmas y mantener la integridad del sistema de alarmas.

Tabla. Etapas de la Gestión de Alarmas

### 2.7.4 Modelo de ciclo de vida de Gestión de alarmas

Para un a correcta gestión, debe desarrollarse una Filosofía de Alarmas. Este modelo para identificar todas las alarmas presentes en cada planta. Luego, se

realizará una racionalización de las mismas y se identificarán los cambios que puedan realizarse para la optimización de los KPIs de planta. Los indicadores se definen a partir de las normas ISA y EEMUA.

Una vez implementado el cambio en el sistema de alarmas, se debe monitorear la operación, y en caso de ser necesario, se vuelve al paso inicial para analizar otra alternativa de cambio.

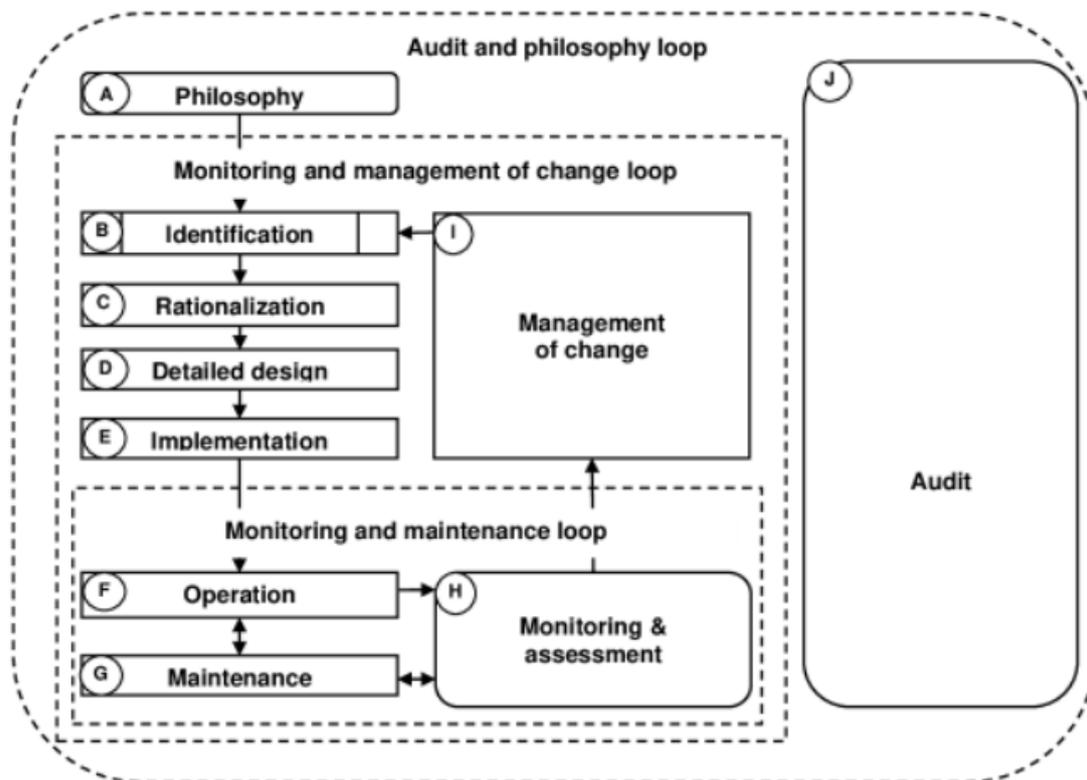


Fig. Ciclo de vida de Gestión de Alarmas

### 2.7.5 Diseño básico de alarmas

El diseño básico de alarmas debe ser coherente con la filosofía de alarmas del sitio, así como también con la funcionalidad y especificaciones de diseño de los sistemas en los que estén configuradas.

El sistema de gerenciamiento de alarma de PAE, está compuesto por:

- El **Sistema de Control Distribuido (DCS)**, donde se alojan las alarmas de prioridad **P2, P3 y P4**.
- El **Sistema de Seguridad (EHS)**, sistema independiente del DCS, donde se alojan las alarmas con prioridad **P1 (excepto para Sección C)**

Las alarmas con prioridad P4 no son gestionadas por el sitio, es decir, no se tiene en cuenta para el análisis de performance o seguimiento de KPIs.

En la consola de Sección C, por no contar con el sistema independiente del DCS que aloje alarmas de P1, estas alarmas P1 se registran en el DCS como P2 iniciando el descriptor del punto con un @.

Existen variables críticas/especiales en las cuales es importante registrar su actividad, para seguimiento de incidentes y/o análisis de eventos. Ej: BYP, MOS, estas serán auditadas por el sistema de gerenciamiento. Tienen la particularidad que no generan alarma audible al operador, pero si dejaran registro de la actividad al colocar una prioridad de **Journal**.

### 2.7.6 Método de priorización de alarmas

La prioridad de una alarma está dada en función de dos factores:

- 1) **Severidad del impacto** – la consecuencia potencial del evento alarmado.
- 2) **Tiempo de respuesta** – el tiempo que dispone el operador para intervenir y evitar la consecuencia de la ocurrencia.

Para la priorización de alarmas, se tomará de referencia la siguiente tabla de consecuencias. Se debe seleccionar, de cada columna, la consecuencia que aplique y tomar el valor más alto de todos.

El análisis que debe hacerse es cuán severa es la consecuencia, si la alarma ocurre y el operador no toma acción en respuesta a ella. Luego, basado en el más serio de los impactos, asignar una severidad según las siguientes categorías:

- a. **Menor**
- b. **Moderada**
- c. **Seria**

				CONSECUENCIAS		
				Personas	Bienes Materiales	Medio Ambiente
SERIAS	Una fatalidad, o incapacidad total y/o permanente.	> 1 MU\$D	Daño ambiental grave que puede afectar al entorno de la propiedad, que supera en amplias zonas los niveles de referencia de calidad ambiental y puede afectar a terceros. También considera las consecuencias Muy			

			Serias, Desastrosas y Catastróficas.
<b>MODERADAS</b>	Con pérdida de días (más de 30 días de baja), incapacidad parcial y/o permanente.	De 100 KU\$D a 1 MU\$D	Daño ambiental relevante que excede los niveles de referencia de calidad ambiental o que es capaz de generar una denuncia y no tiene efectos permanentes.
<b>MENORES</b>	Con pérdida de días (menos de 30 días de baja).	< 100 KU\$D	Incidencia ambiental no relevante o en zona sin contención garantizada que provoca un daño ambiental local dentro de los límites de la propiedad.

Tabla. Severidad de Impacto de un Alarma.

Consideración especial: No es apropiado considerar la probabilidad en esta discusión. Se debe asumir que la alarma ha ocurrido sin importar lo improbable que esto sea. La consecuencia para considerar es el evento que tomará lugar si el operador no toma acción en respuesta a la alarma. La probabilidad se tiene en cuenta en los análisis de riesgos para la especificación de un equipo o la redundancia de un sistema, no para determinar la prioridad de una alarma cuando sucede un evento.

### **Máximo tiempo disponible para responder y corregir**

Se necesita una estimación del tiempo que un operador requiere para responder a una alarma y prevenir la ocurrencia de un incidente. Esto es, cuánto tiempo se dispone para tomar acción una vez que la alarma se ha activado hasta que la consecuencia se hace inevitable. La siguiente figura presenta los niveles a tener en cuenta para establecer este tiempo:

Tipo de Respuesta	Tiempo de Respuesta
<b>Prontamente</b>	<b>15 a 30 minutos</b>
<b>Rápidamente</b>	<b>5 a 15 minutos</b>
<b>Inmediatamente</b>	<b>&lt; 5 minutos</b>

Tabla. Tiempo de Respuesta de una Alarma.

## Asignación de Prioridades a las Alarmas

Una vez asignada la severidad de la alarma y el tiempo de respuesta del operador, se puede definir la prioridad. La siguiente matriz define las prioridades de las alarmas como función de la severidad y el tiempo máximo para responder del operador.

Máximo Tiempo para Responder	Consecuencia Menor	Consecuencia Moderada	Consecuencia Seria
> 30 minutos	Si es posible, realice reingeniería de la alarma para que entre en la grilla.		
Prontamente	P3	P3	P2
Rápidamente	P3	P2	P2
Inmediatamente	P2	P1	P1

Tabla. Asignación de Prioridades de una Alarma

Donde P1 es la prioridad más alta de alarmas y P4 la más baja de las prioridades de alarmas. La prioridad se identificará con los siguientes nombres dependiendo del Sistema en que se implemente la alarma:

- **P1 Emergency**: Son las alarmas de seguridad y de máxima prioridad. Se representa en color **rojo** en el panel de alarmas P1. Este panel es un sistema independiente. Existe un área aparte dedicada a ellas: Seguridad de Procesos.
- **P2: Urgent**: Son alarmas de prioridad urgente y se representan en el DCS en color **rojo**. Se lo puede visualizar en el Resumen de Alarmas.
- **P3: High**: Son alarmas de prioridades altas y se representan en el DCS en color **amarillo**. Se lo puede visualizar en el Resumen de Alarmas.
- **P4: Low**: No son consideradas alarmas, sino que son alertas, ya que el operador no necesariamente toma una acción. Son alertas con prioridades bajas y se representa en el DCS en color **cyan**. *No se analizarán dentro de los KPIs*. Se lo puede visualizar en el Resumen de Alarmas.
- **Prioridad Journal**: No son alarmas ni alertas, ya que no tienen un aviso de visualización ni aviso audible, pero dejan registro del evento. Se los puede visualizar en el Resumen de Eventos.

El Resumen de Alarmas se presentará en una pantalla que muestra las alarmas ordenadas por prioridad o fecha de ocurrencia.

Las siguientes prioridades estarán disponibles en el DCS, con las propiedades listadas:

Prioridad	Alarma en Pantalla	Bocina	Requiere reconocimiento
Emergencia Panel (P1)	Si	Si	Sí
Urgente (P2)	Si	Si	Sí
Alta (P3)	Si	Si	Sí
Baja (P4)	SI	SI	SI

Tabla. Propiedades de cada Prioridad de Alarma

<i>Estado de alarma</i>	<i>Indicación auditiva</i>	<i>Indicación visual</i>		
		<i>Color</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Parpadeo</i>
Normal	NO	NO	NO	NO
Sin reconocimiento (Unacknowledged alarm)	SI	SI	SI	SI
Reconocimiento (Acknowledged alarm)	NO	SI	SI	NO
Retorno a normal sin reconocimiento (Return to normal Unacknowledged alarm )	NO	Combinación		Opcional
Alarmas suprimidas por diseño Suppressed-by-design alarm	NO	Opcional		N/A
Alarmas fuera de servicio Out-of-service alarm	NO	Opcional		N/A
<p>Nota 1. SI: significa que el tipo de indicación debe ser usado para indicar el estado de alarma.                      Nota 2. NO: significa que el tipo de indicación no debe ser usado para indicar el estado de alarma.                      Nota 3: N/A: significa que no es aplicable o la condición no es relevante para el estado de alarma.                      Nota 4: Opcional: significa la indicación no es requerida.</p>				

Tabla: ISA 18.02 2016 Indicación de estados de alarmas recomendados

Nótense las siguientes características:

- Las alarmas no reconocidas parpadean con el color correspondiente a la prioridad de la alarma.
- Las alarmas reconocidas quedan “fijas” con el color correspondiente a su prioridad hasta que desaparece la condición de alarma.
- Las alarmas que salen de la condición sin reconocimiento no desaparecen del resumen de alarmas automáticamente.

### **2.7.7 Documentación de alarmas y racionalización**

La documentación de alarmas y racionalización es la metodología por la cual las alarmas son determinadas, priorizadas y documentadas. Involucra la revisión de las alarmas configuradas, como así también el análisis de los puntos (tags) donde exista la posibilidad de configurar una alarma.

Los pasos por seguir para definir o racionalizar una alarma son:

- Confirmar que la alarma debe existir: Revisión de análisis Hazops, SRS, procedimientos operativos, experiencia operativa etc.
- Verificar que la alarma no duplique otra similar que ocurra bajo las mismas condiciones. Si es así, mantener la que mejor describa la causa raíz de la condición anormal.
- Definir la prioridad y punto de disparo de cada alarma, de acuerdo con la siguiente metodología:
  - Seleccionar la prioridad de la alarma de acuerdo con los siguientes principios:
    - Determinar la severidad de la consecuencia que ocurrirá si no se toma ninguna acción en respuesta a la alarma.
    - Determinar el tiempo disponible que tiene el operador para responder exitosamente a la alarma y evitar esas consecuencias.
  - Definir el punto de disparo de la alarma basado en:
    - Tiempo máximo de respuesta.
    - Revisión de la historia del proceso.
    - Revisión de los procedimientos operativos vigentes.
    - Revisión de las especificaciones de diseño y seguridad de los equipos.

- Documentar los siguientes puntos:
  - Tipo de alarma (Muy alto valor, alto valor, bajo, valor, etc.)
  - Prioridad y punto de disparo de cada alarma.
  - Posibles causas de la alarma.
  - Consecuencias de la No actuación
  - Respuesta apropiada del operador.

### 3. Plan

Para poder mejorar las métricas y obtener un Sistema de Alarmas en estado predictivo, es necesario hacer un análisis previo y seguir una serie de etapas definidas en la Filosofía de Alarmas.

Las tareas alcanzadas comprenden:

- Cambios en la prioridad de las alarmas.
- Cambios en los límites de alarma.
- Configuración de nuevas alarmas.
- Eliminación de alarmas
- Cambio de tipo de alarma.
- Otros parámetros relativos a la configuración de una alarma.

La filosofía de alarmas se debe auditar teniendo en cuenta los lineamientos de la Política de alarmas de PAE, estándares, guías y mejores prácticas del tema.

### 3.1 Acciones

#### 3.1.1 Seguimiento de Alarmas y Mejora Continua

##### Team de Alarmas

Para poder hacer un seguimiento de los KPIs de alarmas, se decidió conformar un equipo de gestión interdisciplinario para revisar alarmas por consola, con representación de los siguientes equipos:

- Control Avanzado de Procesos: Ingeniero de Aplicaciones o Líder de Control de procesos.

- Producción: Líder de Sección, Coordinador de Producción o Ingeniero de Producción y operador de consola.
- Ingeniería de Procesos: Ingeniero de Proceso
- Seguridad de procesos: Ingeniero de Seguridad de Procesos

El equipo será liderado por el Coordinador Técnico. Esta responsabilidad se asignará al Ingeniero de Aplicaciones de cada Sección.

El equipo se reúne con una frecuencia de 2 veces al mes, apuntando a los siguientes objetivos:

- Revisar indicadores del mes.
- Revisar / analizar malos actores.
- Racionalizar alarmas según la filosofía expuesta.
- Generar planes de acción concretos:
  - Notificaciones para reparación de instrumentos.
  - Eliminación de alarmas redundantes.
  - Abrir/cerrar autorizaciones de cambio asociadas a la actividad.
  - Solicitudes de soporte a otros equipos.

El líder de equipo generará un acta de esta reunión incluyendo participantes, ítems para seguimiento, fechas estimadas de cumplimiento y responsables.

Los cambios deberán ser registrados por el Ingeniero de Aplicaciones en la base de datos de alarmas offline (D&E), indicando TAG, descripción, seteos de alarma, prioridad, causas probables, medidas correctivas y número de Autorizaciones de Cambio.

### **3.1.2 Autorización de Cambio (AC)**

Con la finalidad de hacer más dinámico el proceso de cambio, se acordó realizar una única AC Anual para alarmas de Primera Prioridad y otra AC Anual para alarmas de Segunda y Tercera Prioridad. Las AC se realizarán por área/consola según el análisis del Team de Alarmas. De esta forma, se evita demoras por la creación de ACs individuales.

#### **AC Alarmas P1:**

- Hacer una única AC Anual de Alarmas P1 por área o por planta, según conveniencia.
- Por cada AC abierta, completar el Checklist del SIO de Manejo de Cambios.

- Por cada alarma que sea necesario modificar/eliminar, completar una nueva planilla de modificación de alarmas, e incluirla en la AC anual de alarmas ya abierta.
- Incluir un análisis más detallado de la justificación de la modificación/eliminación (ej: tiempo necesario de respuesta mayor a lo relativo a P1, análisis de HAZOP no incluye la necesidad de P1, etc.).

### **AC Alarmas P2, P3:**

- Hacer una única AC Anual de Alarmas por área o por planta, según conveniencia.
- Por cada AC abierta, completar el Checklist del SIO de Manejo de Cambios.
- Por cada alarma que sea necesario modificar/eliminar, completar una nueva planilla, e incluirla en la AC anual de alarmas ya abierta.

En total se abrieron 14 ACs Anuales:

- **AC DHT, P1**
- **AC DHT, P2 Y P3**
- **AC FGT, P1**
- **AC FGT, P2 Y P3**
- **AC CC-PF, P1**
- **AC CC-PF, P2 Y P3**
- **AC AP-VP, P1**
- **AC AP-VP, P2 Y P3**
- **AC DKU, P1**
- **AC DKU, P2 Y P3**
- **AC BULK, P1**
- **AC BULK, P2 Y P3**
- **AC A3, P1**
- **AC A3, P2 Y P3**

### **3.1.3 Mejoras implementadas**

A continuación, se detallarán todas las acciones tomadas durante 8 meses.

#### **1. Bombas y Compresores Suplentes**

Se encontraron muchos casos donde se tenían dos compresores/bombas: una en operación y otra suplente. Dentro de las alternativas de operación, se podía tener:

- Ambas bombas apagadas.
- Una de las dos bombas funcionando.
- Ambas bombas funcionando por un período largo de tiempo.

- Ambas bombas funcionando por un período corto de tiempo mientras son cambiadas.

Cada bomba tiene un punto digital que muestra su estado de apagada (Condición No Normal) o encendida (Condición Normal). En el caso de tener una sola bomba apagada o las dos apagadas, se tendrá una o dos alarmas permanentes activas.

Esta configuración es bastante sencilla, pero es muy pobre desde el punto de vista de control de procesos, ya que al operador se le está alertándolo de una situación normal de operación, cuando solo debería alertarse una anormal.

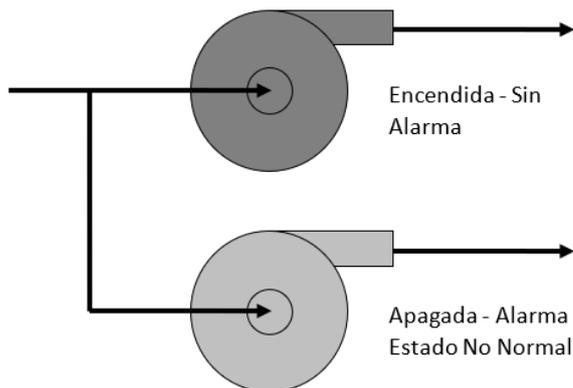


Figura: Bombas Suplenes - Alarmando de Forma Equivocada

### **Acción implementada:**

La manera correcta de solucionar esta situación es, a partir de una lógica de control, configurar una alarma que se active solamente cuando una bomba/compresor se encuentre apagado y se supone que debería estar funcionando. A continuación, se muestra a modo de ejemplo, la lógica creada para el par de compresores del DHT, C701A y C702B.

### **Funcionamiento de lógica para compresores C701A y C701B:**

Existen 3 alarmas de P1 asociadas a cada compresor, a saber:

- C-701A
  - DHX102A: Compresor Parado.
  - DHX105A: Compresor Disparado.
  - DHX142A: Alguna Alarma Activa.
- C-701B
  - DHX102A: Compresor Parado.
  - DHX105A: Compresor Disparado.

- DHX142A: Alguna Alarma Activa.

La lógica implementada se rige por la siguiente tabla de verdad:

C701A		C701B		ESTADO ALARMA			ESTADO ALARMA		
PARADO	FUNCIONANDO	PARADO	FUNCIONANDO	DHX142A	DHX102A	DHX105A	DHX242A	DHX202A	DHX205A
1	0	1	0	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA
1	0	1	0	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA
1	0	1	0	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA
1	0	1	0	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA
0	1	1	0	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	INACTIVA	INACTIVA	INACTIVA
0	1	1	0	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	INACTIVA	INACTIVA	INACTIVA
0	1	1	0	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	INACTIVA	INACTIVA	INACTIVA
0	1	1	0	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	INACTIVA	INACTIVA	INACTIVA
1	0	0	1	INACTIVA	INACTIVA	INACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA
1	0	0	1	INACTIVA	INACTIVA	INACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA
1	0	0	1	INACTIVA	INACTIVA	INACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA
1	0	0	1	INACTIVA	INACTIVA	INACTIVA	ACTIVA	ACTIVA	ACTIVA

Tabla. Tabla de verdad para lógica de compresores DHC701A/B

La lógica funciona de la siguiente manera:

- Si DHC701A está parado y DHC701B parado todas las alarmas están activas.
- Si DHC701A está parado y DHC701B funcionando todas las alarmas asociadas al DHC701B (DHX242A, DHX202A, DHX205A) quedan activas y se inactivan las asociadas al DHC701A (DHX142A, DHX102A, DHX105A).
- Si DHC701B está parado y DHC701A funcionando todas las alarmas asociadas al DHC701A (DHX142A, DHX102A, DHX105A) quedan activas y se inactivan las asociadas al DHC701B (DHX242A, DHX202A, DHX205A).

- Si DHC701A está funcionando y DHC701B funcionando todas las alarmas están activas.
- Si DHC701A está funcionando y DHC701B funcionando, y se para DHC701A se activa alarma DHX102A.
- Si DHC701A está funcionando y DHC701B funcionando, y se para DHC701B se activa alarma DHX202A.

De esta forma, se implementó una lógica de control que *alarma la discrepancia entre el comando enviado a dicha bomba y su estado en campo*, de manera que solo alarme la situación en la que la bomba no responda por requerir reparación.

A partir de esta acción, el operador tendrá una alarma sonora que le permitirá identificar una bomba en mal estado y se evitarán alarmas innecesarias que se tenían en el caso previo, por alarmar “bombas spare” (bombas suplentes) apagadas en operación normal.

## 2. Válvulas de Corte

Un interlock permite cerrar tres válvulas diferentes en el caso de una señal de alta presión. Cada válvula posee finales de carrera que permiten saber si están Abiertas o Cerradas. La condición “Abierta” es el estado Normal y la condición “Cerrada” es el estado No Normal, alarmado.

Cuando ocurre una alta presión, el interlock se activa y cierra las tres válvulas. Esta situación no es anormal en el proceso, sin embargo, se generaban tres alarmas al momento de cerrarse las válvulas.

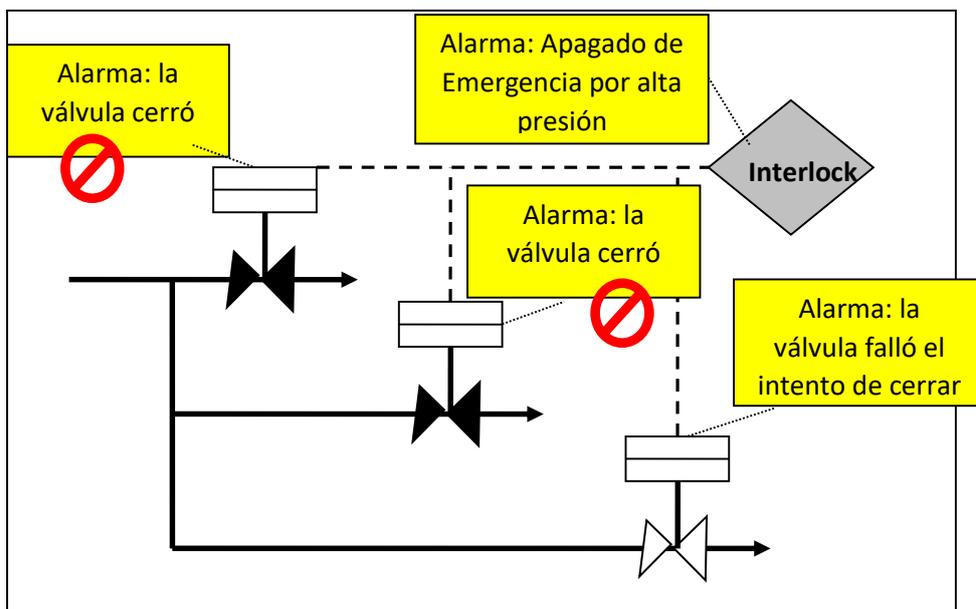


Figura: Válvulas de Corte - Alarmas Incorrectas y Correctas

El cierre de las tres válvulas es exactamente lo que se espera en esta situación, lo que

debería alarmarse es la situación de que una válvula no cierre cuando se le da la instrucción de que lo haga.

#### **Acción implementada:**

Se creó una alarma de *discrepancia entre un estado deseado y el real*. De esta forma estaremos alarmando la situación en la que una válvula no cierre cuando se le da el orden y evitar alarmar la situación de válvulas cerradas en operación normal.

### **3. Alarmas P1 duplicadas en DCS**

Durante el análisis de Bad Actors, se identificaron una gran cantidad de alarmas de primera prioridad duplicadas (P1) debido a que los tags estaban duplicados en el sistema Safety Manager correspondiente al Panel de Alarmas P1 y en el DCS correspondiente a la consola que opera el consolista.

Los sistemas SM (Safety Manager) y DCS (TDC 300/3000) deben ser independientes por norma. Se debe tener especial cuidado en el análisis de la configuración de alarmas, teniendo en cuenta si el operador posee una estación dedicada para el sistema de seguridad (SM) o si el mismo se visualiza directamente en el DCS.

Para evitar la configuración de múltiples alarmas en el sistema de seguridad y en el DCS que produzcan avalanchas de alarmas, las alarmas comunicadas se deben diseñar para asegurar:

- Mínima cantidad de múltiples alarmas como resultado de una desviación del proceso.
- Que el operador no reciba una avalancha de alarmas en caso de arranque, parada, u otras situaciones anormales. .

El sistema se encontraba sobrealarmado ya que por cada evento de alarma P1, sonaban al menos 3 tags distintos:

A modo de ejemplo, se mostrará el tag: PFF431SC.

Este tag aparecía repetido 4 veces con la misma descripción como se muestra a continuación:

- **PFF431SC: @ENTR. F402 BAJO CAUDAL**

Este tag P1 alarmaba en el Panel de Alarmas P1 del SM y en la consola del DCS con prioridad P2. Es decir, por cada evento alarmaba dos veces y creaba dos sonidos en simultaneo que solo hacían ruido al operador.

- **PFF431SC P1: @ENTR. F402 BAJO CAUDAL**

Este tag existe únicamente para dinamizar visualmente el Panel de Alarmas P1. Este tag, en algunos casos, tenía configurada una alarma, la cual no tenía sentido. No deben tener prioridad P1.

- **PFF431SC F: @ENTR. F402 BAJO CAUDAL**

Este tag alarma la falla en la comunicación de la señal P1. Este tag, en algunos casos, tenía configurada una alarma, la cual no tenía sentido, solo debería tener un aviso con prioridad P4\_Low. No deben tener Prioridad P1.

- **PFF431SC BYP: @ENTR. F402 BAJO CAUDAL**

Este tag alarma la colocación de un ByPass. No tiene sentido que alarme ya que es el equipo de sistemas quien lo coloca y no requiere alarma, ya se tiene conocimiento del ByPass. No deben tener Prioridad P1.

**Acción implementada:**

Se determinó por SIO, que no se debe configurar alarmas en ambos sistemas para la misma condición de proceso, evitando así alarmas duplicadas o triplicadas.

Dependiendo del tipo de tag, se modificaron las prioridades según la siguiente tabla:

TAG	Tipo de tag	Prioridad anterior	Nueva Prioridad
Tags P1 → Ej: <b>PFF431SC</b>	Corresponde alarmas de primera prioridad P1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ P1_Emergency (Panel de Alarmas)</li> <li>▪ P2_Urgent ( Consola)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ P1_Emergency (Panel de Alarmas)</li> <li>▪ Journal ( Consola)</li> </ul>
Tags P1 terminados en “_P1” → Ej: <b>PFF431SC_P1</b>	Corresponde a los estados de la alarma P1. Se dinamina en el Panel de Alarmas P1.	P2_Urgent	Journal
Tags P1 terminados en “_F” → Ej: <b>PFF431SC_F</b>	Corresponde a la falla de un alarma P1.	P2_Urgent	P4_Low
Tags P1 terminados en “_BYP” → Ej: <b>PFF431SC_BYP</b>	Corresponde a un ByPass activo de una alarma P1.	P2_Urgent	Journal

Para todas las alarmas P1 repetidas en el Safety Manager y en el DCS, se modificaron las prioridades en el DCS, de “P2\_Urgent” a “Journal”, para que ya no se considere como alarma.

Recordar que la prioridad “Journal” permite el registro del evento en el Sumario o Historial de Eventos. Por otro lado, en Panel de Alarmas P1, se mantuvieron las

prioridades. Al operador le resulta mas eficiente, ver y escuchar la alarma de un evento por única vez en una única pantalla: Panel de Alarmas.

La configuración de alarmas debe evitar la duplicación sistemática de alarmas entre el SM y el DCS, a fin de evitar avalanchas durante las emergencias ocasionadas por alarmas que no proveen al operador de información que no sea relevante.

Es importante destacar, que la mayor cantidad de alarmas P1 duplicadas se encontraron en los sistemas nuevos de las plantas del DHT, FGT y DKU, debido a que en el momento de su creación, no existía un SIO de Alarmas y no se colocaron con la prioridad adecuada.

**Aclaración: El cambio de prioridad antes mencionado no aplica a la Sección C, ya que no posee un Safety Manager, por lo que en ese, caso la alarma solo suena en consola y debe tener alta prioridad (P2\_Urgent).**

TAG	Prioridad sin modificación
Tags P1, SECCIÓN C	P2_Urgent

Esta acción de cambio de prioridades, fue la que más redujo los valores de KPIs, ya que se realizó de forma masiva en todos los tags P1 existentes de todas las plantas (excepto Sección C).

Respecto a los Tags terminados en “\_BYP”, “\_F” y “\_P1” se modificaron a “Journal” ya que el operador solo puede dar aviso al equipo de sistemas pero el desde consola no puede tomar ninguna acción.

El tag de las alarmas ByPass P1, se mostraba en el Panel de Alarmas P1. Como acción, se decidió en conjunto con todo el equipo, quitar esa visualización del panel y crear un vínculo/botón para acceder a un gráfico “Resumen de ByPass” por consola, donde se muestren todos los ByPass activos.

El consolista debe acceder a esta pantalla para visualizar los Bypass:

PFBP01 - RESUMEN ALARMAS BYPASS PWF			Acc Page	Name	EngL	Hide
PFIS01	PFIS08	PFIS15				
PFF716BYP ByPass Muy Bajo Caudal de PF-C	PFF713BYP ByPass Muy Bajo Caudal a MPS d	PFX720BYP ByPass Paro de Bombas P415A y				
PFFX725BYP ByPass Paro PF-P-402N A/B_Cie	PFFX725BYP ByPass Paro PF-P-402N A/B_Cie	PFX452ABYP ByPass Valvula PFX452A Quemado				
PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-	PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-	PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-				
PFIS02	PFIS09	PFIS16				
PFF709BYP ByPass Muy Bajo Caudal de Sali	PFF702BYP ByPass Muy Bajo Caudal de Hot	PFH800AT BYPASS TRANSMISORES PF-P800A				
PFFX725BYP ByPass Paro PF-P-402N A/B_Cie	PFFX725BYP ByPass Paro PF-P-402N A/B_Cie	PFH800BT BYPASS TRANSMISORES PF-P800B				
PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-	PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-	PFH800CT BYPASS TRANSMISORES PF-P800C				
PFIS03	PFIS10	PFIS17				
PFF715BYP ByPass Muy Alto Nivel en PF-D-	PFF700BYP ByPass Paro de Emergencia PF-F	PFH800AT BYPASS TRANSMISORES PF-P800A				
PFFX725BYP ByPass Paro PF-P-402N A/B_Cie	PFFX725BYP ByPass Paro PF-P-402N A/B_Cie	PFH800BT BYPASS TRANSMISORES PF-P800B				
PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-	PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-	PFH800CT BYPASS TRANSMISORES PF-P800C				
PFIS04	PFIS11	PFIS18				
PFL703BYP ByPass Nivel PF-D-460	PFF729BYP ByPass Muy Alta Presión PF-D-4	PFH810AT BYPASS TRANSMISORES PF-P810A				
PFFX725BYP ByPass Paro PF-P-402N A/B_Cie	PFFX725BYP ByPass Paro PF-P-402N A/B_Cie	PFH810BT BYPASS TRANSMISORES PF-P810B				
PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-	PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-	PFH810CT BYPASS TRANSMISORES PF-P810C				
PFFX701 BSABYIBYPass Paro de Bomba P460A	PFFX701 BSABYIBYPass Paro de Bomba P460A					
PFFX702 BSABYIBYPass Paro de Bomba P460B	PFFX702 BSABYIBYPass Paro de Bomba P460B					
PFIS05	PFIS12	PFIS19				
PFL703BYP ByPass Nivel PF-D-460	PET705BYP ByPass Muy Alta Temperatura de	PFH810AT BYPASS TRANSMISORES PF-P810A				
PFFX714BYP ByPass Cierre PFX714V	PFFX725BYP ByPass Paro PF-P-402N A/B_Cie	PFH810BT BYPASS TRANSMISORES PF-P810B				
	PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-	PFH810CT BYPASS TRANSMISORES PF-P810C				
PFIS07	PFIS14	PFIS20				
PFF712BYP ByPass Muy Bajo Caudal a PF-F-	PFT720BYP ByPass Muy Alta Temperatura de	PFH820AT BYPASS TRANSMISORES PF-P820A				
PFFX725BYP ByPass Paro PF-P-402N A/B_Cie	PFX452ABYP ByPass Valvula PFX452A Quemado	PFH820BT BYPASS TRANSMISORES PF-P820B				
PFH700BYP ByPass Paro Quemador Horno PF-		PFH820CT BYPASS TRANSMISORES PF-P820C				
PFFX701 BSABYIBYPass Paro de Bomba P460A						
PFFX702 BSABYIBYPass Paro de Bomba P460B						
		PFIS21				
		PFH820AT BYPASS TRANSMISORES PF-P820A				
		PFH820BT BYPASS TRANSMISORES PF-P820B				
		PFH820CT BYPASS TRANSMISORES PF-P820C				

Fig: Esquemático de consola PFBP01

Previamente se alarmaba y se visualizaba en color blanco, en el Panel de Alarmas P1:

ALMP1A62 - ALARMAS PRIORIDAD 1 - AREA 6 MONITOR 2									
DHX761A DH BMS PLC BYPASS ACTMO	DHX141A DH-C-701A BYPASS ACTMO	DHX142A DH-C-701A P1 ALARM ACTIVATED	DHX241A DH-C-701B BYPASS ACTMO	DHX242A DH-C-701B P1 ALARM ACTIVATED	DHP831AH DH-D-703 ALTA PRESION	DHL704ALL DH-D-701 MUYBAJO NIVEL	DHL702AHH DH-D-712 MUYALTO NIVEL	DHP719AHH DH-C-701A SALIDA MUYALTA PRESION	DHX641A RIE11 MEZCLA EXPLOSIVA
DHX762A DH-F-701 BMS COMB FEED HEATER ALM	DHX102A DH-C-701A REC GAS COMPR STOPPED ALM	DHX105A DH-C-701A REC GAS COMPR TRIPPED ALM	DHX202A DH-C-701B REC GAS COMPR STOPPED ALM	DHX205A DH-C-701B REC GAS COMPR TRIPPED ALM	DHF711ALL DH-P-701A/B MUYBAJO CAUDAL	DHL708AHH DH-D-702 MUYALTO NIVEL	DHL770ALL DH-T-701 STRIPPER MUYBAJO NIVEL	DHP720AHH DH-C-701B SALIDA MUYALTA PRESION	DHX651A RIE11 SULFIDRICO
DHX763A DH-F-702 PROD FRAC REBOLER TRIP ALM	DHX341A DH-C-702A BYPASS ACTMO	DHX342A DH-C-702A P1 ALARM ACTIVATED	DHX441A DH-C-702B BYPASS ACTMO	DHX442A DH-C-702B P1 ALARM ACTIVATED	DHF714ALL DHE-703A ENTRADA MUYBAJO CAUDAL	DHL712AHH DH-D-706 MUYALTO NIVEL	DHL771ALL DH-T-703 DEBUTANIZADORA	DHP721AHH DH-C-702A SALIDA MUYALTA PRESION	DHX661A RIE11 FUEGO
DHX764A DH AR PREHEAT SYSTEM (APH) TRIP ALM	DHX302A DH-C-702A MKUP GAS COMPR STOPPED ALM	DHX305A DH-C-702A MKUP GAS COMPR TRIPPED ALM	DHX402A DH-C-702B MKUP GAS COMPR STOPPED ALM	DHX405A DH-C-702B MKUP GAS COMPR TRIPPED ALM	DHF716ALL DH-E-703A/B MUYBAJO CAUDAL	DHL713AHH DH-D-706 MUYALTO NIVEL	DHL772AHH DH-D-714 KO DRUM MUYALTO NIVEL	DHP722AHH DH-C-702B SALIDA MUYALTA PRESION	A6XN178A DH ESD ALGUN BYPASS ACTIVO
DHX942A DHFGS PLC BYPASS ACTMO	DHS701O DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	DHS702O DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	DHS703O DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	DHS704O DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	DHF719ALL DHE-703B ENTRADA MUYBAJO CAUDAL	DHL762ALL DH-T-702 MUYBAJO NIVEL	DHP774AHH DH-T-703 VENTEO MUYALTA PRESION	DHP748AHH DH-T-701 TOPE MUYALTA PRESION	MAL026S_CCR TK-026 ALTO NIVEL
DHX943A DH FUEGO O GAS DETECCION CONFIRMADA	DHS706O DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	DHS706O DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	DHS707O DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	DHS708O DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	DHF731ALL DH-P-702A/B SALIDA	DHL763ALL DH-D-703 MUYBAJO NIVEL	DHP881AHH DH-T-704 LIGHT NAPHTA	DHP767AHH DH-T-702 TOPE MUYALTA PRESION	

Fig. Panel de Alarmas P1 (Pantalla externa a DCS)

Esta mejora permitió quitar la visualización de bypass del alarmero P1 ya que no debían estar allí, por no ser alarmas de primera prioridad.

#### 4. Alarmas permanentes

Las alarmas permanentes son alarmas que se encuentran activas durante más de 24 hs.

A partir de la plataforma de “Metrics and Reporting” de Dynamo, podemos obtener el listado de Alarmas permanentes por Área:

Time	Tag	Identifier	Priority	Description
14 Feb 2022 01:57:49.301 PM	FGF483PV	RSLO	P2_Urgent	Valor de Proceso Caudal de Vapor tipo Real (12000.0 - 65000.0)
14 Feb 2022 01:57:50.801 PM	DHX8_701_ET	RSLO	P2_Urgent	ET TO INITIATE PILOT LIGHT UP ON DHF701
14 Feb 2022 01:57:50.801 PM	DHX5_702_ET	RSLO	P2_Urgent	ET TO INITIATE PURGE ON DHF702
14 Feb 2022 01:57:50.801 PM	DHX6_701_ET	RSLO	P2_Urgent	ET TO RECIEVE AIR FLOW DHF701
14 Feb 2022 01:57:50.801 PM	DHX6_702_ET	RSLO	P2_Urgent	ET TO RECIEVE AIR FLOW DHF702
14 Feb 2022 01:57:51.800 PM	DHTAX182T	ALARM	P2_Urgent	Main Motor Air Circuit RTD for Hot Air - Channel Fault
14 Feb 2022 01:57:52.001 PM	DHX8_702_ET	RSLO	P2_Urgent	ET TO INITIATE PILOT LIGHT UP ON DHF702
30 Nov 2022 08:49:58.101 PM	ARL001ALL	ALARM	P2_Urgent	AR-D-1201 LIQ. LEVEL (HYDROCARBON)
15 Nov 2022 08:02:07.601 PM	ART912BI	External Change	P2_Urgent	FALLA
04 Jan 2023 01:23:29.901 PM	DHTAX201T	ALARM	P2_Urgent	1st Stage Suction Damper 1# TT - Channel Fault
27 Jan 2023 11:18:00.701 AM	DHT240AHH	ALARM	P2_Urgent	DH-C-701B Compressor Bearing (FlyWheel Side) High Temperature Alarm
28 Jan 2023 09:18:20.901 AM	DHT247AHH	ALARM	P2_Urgent	DH-C-701B Motor NDE Bearing High High Temperature Alarm
28 Jan 2023 09:18:20.901 AM	DHIS235	ALARM	P2_Urgent	DH-C-701B Compressor Tripped

### Acciones implementadas

Estas alarmas, fueron revisadas una por una durante la Reunión de Team de Alarmas, para encontrar el origen del problema.

Entre las causas más comunes, las alarmas permanentes se generaban por:

- Cambio en los parámetros de proceso.
- Falla o equipos que requieren reparación.
- Seteo incorrecto de parámetros de alarmas.

Se hicieron Avisos de Avería para reparación de equipos y se modificaron targets de alarmas para quitarlas de ese estado. Para modificación de seteos se realizó la planilla de Alarmas y se cargó en la AC correspondiente.

### 5. Alarmas PVLOLO Y PVLO ; PVHIHI Y PVHI

Existen muchos casos donde se configuran dos alarmas para un mismo evento, en donde, no se requieren dos acciones distintas.

Estas alarmas, también llamadas pre-alarmas, se refieren a aquellas alarmas de proceso por Alta y Baja medición, seguidas de Muy Alta y Muy Baja medición. Las pre-alarmas contribuyen en gran medida a provocar un excesivo número de alarmas al operador por lo que su uso debe ser estudiado cuidadosamente.

### **Acciones implementadas**

Para evitar el sobrealarmado, se optó por configurar únicamente una alarma por evento.

En la gran mayoría de los casos, se procedió a eliminar:

- **PVHIHI:** Alarma por muy alto.
- **PVLOLO:** Alarma por muy bajo.

Y se mantuvieron las alarmas:

- **PVHI:** Alarma por alto.
- **PVLO:** Alarma por bajo.

A partir de esta nueva directiva, la utilización de combinación de alarmas debe hacerse bajo las siguientes condiciones:

- Las acciones del operador para la primera (Alta o Baja) y la segunda alarma (Muy Alta o Muy Baja) deben ser significativamente diferentes. Es decir, no deben existir dos alarmas para que el operador tome la misma acción. Los seteos y prioridades de las diferentes alarmas y pre- alarmas deben ser diferentes.
- Debe haber suficiente tiempo después de que el operador realizó la acción correctiva en respuesta a la primera alarma para que se active la segunda. Por lo general, sucedía que activaban en simultáneo.

### **Caso particular: Planes API Bombas**

Los Planes API buscan estandarizar las alarmas de todas las bombas de la refinería y agruparlas en un mismo esquemático para un rápido acceso a las mismas.

El criterio de planes API se aplica a todos los sistemas de bombas de todas las plantas. Los esquemáticos mostraban alarmas de todo tipo y debía realizarse una limpieza de acuerdo al SIO de Alarmas.



Fig. Esquemático DH250, Resumen de Bombas.

### **Acciones implementadas**

Se eliminan las alarmas:

- **PVHIHI:** Alarma por muy alto nivel de sello de bomba.
- **PVLOLO:** Alarma por muy bajo nivel de sello de bomba.

Solo se mantienen las alarmas:

- **PVHI:** Alarma por alto nivel de sello de bomba.
- **PVLO:** Alarma por bajo nivel de sello de bomba.

Se toma esta acción, ya que el operador no debe tener dos alarmas para el mismo evento. Por ejemplo: Si sube mucho el nivel, suena la alarma PVHI y el operador ya toma acción, por lo que tener la alarma PVHIHI no tiene sentido.

Quitando algunas excepciones, se estandariza de forma masiva para la mayoría de los sistemas de bombas, reduciendo considerablemente el KPI.

### **6. Alarmas Deshabilitadas**

La inhibición de una alarma suprime el sonido y la anunciación de la alarma al operador. Además, no permite su registro en el sistema de gestión de alarmas.

Si no se implementan estrictos controles sobre la inhibición de las alarmas, se genera un riesgo potencial al no anunciar un eventual desvío. Se deben implementar los siguientes controles para evitar esta situación:

- El operador debe poder identificar las alarmas inhibidas de su unidad. En los DCS que lo permitan deberán tener disponibles listados / pantalla con alarmas inhibidas.
- Las alarmas inhibidas se deben poder identificar mediante una indicación visual en aquellos DCS que así lo permitan.

Las alarmas del sitio con prioridad P2, P3, que se encuentran en el DCS, pueden ser inhibidas con la autorización del Supervisor de Turno de la sección, mediante el uso de la “Llave de Supervisor/Contraseña”.

Para inhibir las alarmas de prioridad P1, se debe generar un formulario especial.

La facilidad con la que los operadores pueden deshabilitar o inhibir una alarma, es el principal ofensor en el KPI “Alarmas Fuera de Servicio”. Esto implica un riesgo para el Sistema de Alarmas, ya que muchas de ellas no sonarán, impidiendo la detección de situaciones anormales a la operación que pueden resultar en pérdidas económicas o paradas repentinas de equipos.

### **Acciones implementadas**

La primer acción tomada por el equipo de Team de Alarmas fue:

1. Generar un listado de todas las alarmas deshabilitadas, inhibidas y suprimidas de cada sección o consola, según corresponda.
2. Realizar un análisis de la razón por la cual el operador deshabilitó la alarma. Las causas pueden ir desde:
  - La alarma sonaba muy seguida y resultaba molesta, a esto solemos llamarlo “Chattering Alarm”. En este punto deben diferenciarse las alarmas que suenan reiteradamente por seteos incorrectos, sensores rotos o cambios en las condiciones de proceso.
  - La alarma no les sirve para el análisis del proceso ni toman acción alguna cuando suena.
  - La silenciaron en alguna situación en particular y se olvidaron de volver a habilitarla para que alarme.
3. Una vez detectada la causa, se procede a habilitar aquellas alarmas que no debían estar deshabilitadas, inhibidas y suprimidas. Par esto, se revisó en el historial de eventos si se había activado la alarma en los últimos 15 días. Aquellas alarmas que no tenían eventos, fueron habilitadas por los Ingenieros de Aplicaciones.
4. Las alarmas restantes, que estaban activas, se llevaron al Team de Alarmas para analizar con todas las áreas.
5. Cualquier modificación de atributos de las alarmas, así como su inhibición o supresión debe ser correctamente informada y documentada. Para aquellas que debían eliminarse porque no era necesarias para el operador, se creó la AC correspondiente, con su planilla de alarmas y se quitó de sistema y del esquemático.

Estas acciones impactan directamente en el KPI de Alarmas Fuera de Servicio.

### **6. Enforcement History**

Al inicio de cada guardia, se ejecuta automáticamente el Enforcement (D&E) de las alarmas de prioridad P2 y P3.

El Enforcement lleva a las alarmas a sus estados normales de prioridad, seteo, estado de habilitación. No se toman acciones sobre tags inactivos.

El operador de consola deberá revisar las alarmas que le indica el Enforcement y cotejar con la carpeta de formularios aprobados. Si la situación de la alarma continúa y tiene el formulario aprobado podrá pasar la misma para ejecutar el Enforcement. Por el contrario, si la situación de la alarma se ha resuelto, deberá dejar que tome los valores originales de ingeniería e iniciar el cierre del formulario.

Existe la posibilidad de evitar la ejecución del Enforcement de alarmas, presionando el botón “quit”. Esta posibilidad sólo debe ser utilizada en caso de tener una situación de emergencia durante el momento de su ejecución.

Si no existe esta situación (parada total o parcial de unidades o incidentes que impidan el normal desarrollo de las operaciones) se deberá ejecutar el Enforcement con los lineamientos arriba descritos.

Entre los tags configurados en consola (DCS) y la Base de Datos Maestro de Dynamo, hay discrepancias. Allí solo deberían registrarse los cambios generados por turno. En la práctica esto no ocurría, ya que existían discrepancias permanentes que no eran corregidas.

#### **Acciones implementadas:**

Se analizaron las discrepancias entre DCS y la Base de Datos Maestro de Dynamo. Se encontraron discrepancias por:

- Diferencia entre seteos (SP) de alarmas.
- Alarmas habilitadas vs Alarmas deshabilitadas.
- Diferencias seteo de off-delay y on-delay.
- Alarmas antiguas que no existían en el DCS pero no fueron eliminadas de la Base de Datos. En estos casos, el Enforcement daba un mensaje de Error.
- Diferencia de prioridades de alarmas.
- Diferencias en configuraciones de parámetros de sistema

La acción está en curso. Una vez eliminadas todas las discrepancias, se procederá a quitar la opción de “Quit” al Enforcement. De esta manera, en cada turno se sobrescribirán los seteos de la Base de Datos al DCS y podrá mantenerse actualizada la Base de Datos y la consola del operador en simultáneo.

### **7. Alarmas de BADPV y BADCTRL**

Los parámetros que analizaremos son:

- **BADPV:** Es una alarma que aparece cuando no se trae ningún dato de campo o cuando la señal que llega no es confiable.
- **BADCTRL:** Es una alarma que aparece por una falla en el sistema de control. Las posibles causas son:

- Al sistema de control no le llega el dato de PV (Variable controlada) porque esta variable se encuentra en BADPV.
- Se colocó el lazo en modo manual (Lazo abierto). En el caso del control en cascada, el controlador maestro deja de escribirle el SP al controlador esclavo.

Existían en el DCS muchos casos en los que, por un único evento, se generaban más de una alarma. Sucedió que había muchos lazos de control donde estaban configuradas alarmas de BADCTRL Y BADPV en los tags de controladores y muchas alarmas de BADPV en los tags de las indicaciones que tomaban esos controladores.

Por ejemplo, para el caso en donde fallaba el transmisor y no llega la señal de campo al sistema, se alarmaba por BADPV la indicación y a su vez, se alarmaba también el controlador por BADPV y BADCTRL, por lo que sonaban 3 alarmas en simultaneo.

#### **Acciones implementadas:**

Se estableció por SIO de Alarmas, colocar una única alarma por falla en el lazo de control, es decir, que, si existe algún problema en un controlador, la única alarma que debe sonar es BADCTRL.

La alarma de BADPV se configurará solo para los tags que no estén asociados a un controlador, es decir, que sean indicaciones que no formen parte del control.

Además, la prioridad de la alarma BADPV no debe ser mayor a las prioridades del resto de alarmas propias del proceso. Este último punto es importante, ya que había muchas alarmas configuradas de BADPV mal configuradas, con prioridades incorrectas.

## **4. Resultados**

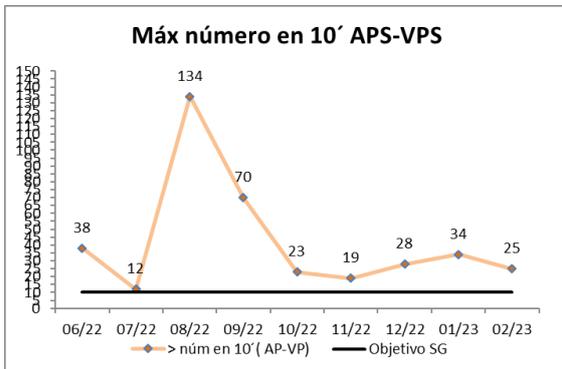
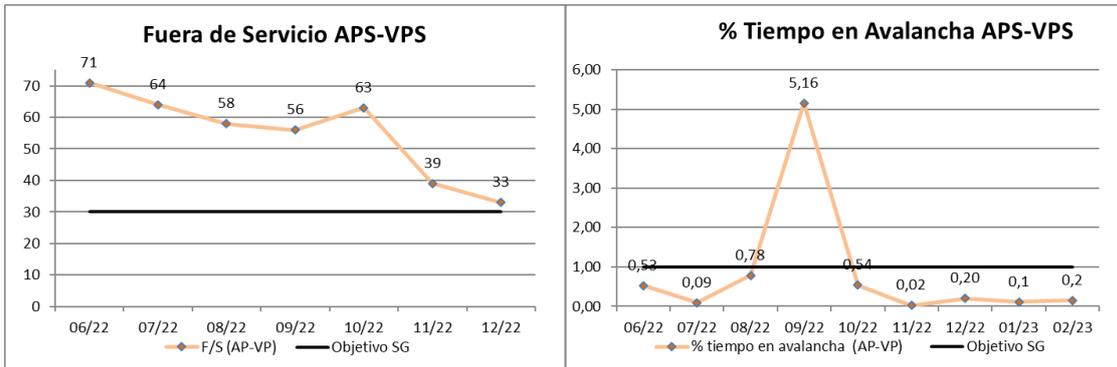
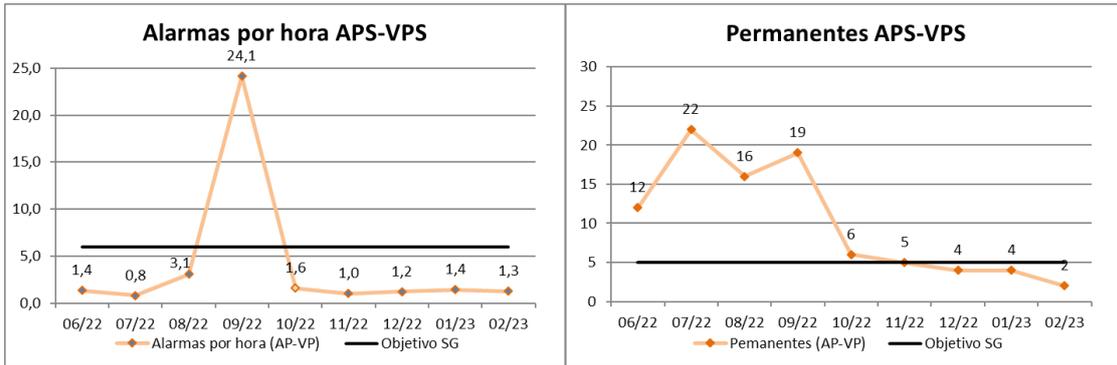
Las acciones implementadas a lo largo de 8 meses, se vieron reflejadas en los KPIs. La siguiente imagen, muestra la mejora en la performance del Sistema de Alarmas.

El foco en la racionalización de alarmas fue puesto en las prioridades más relevantes en seguridad, es decir, aquellas alarmas de prioridades **P1 - Emergency y P2 - Urgent**.

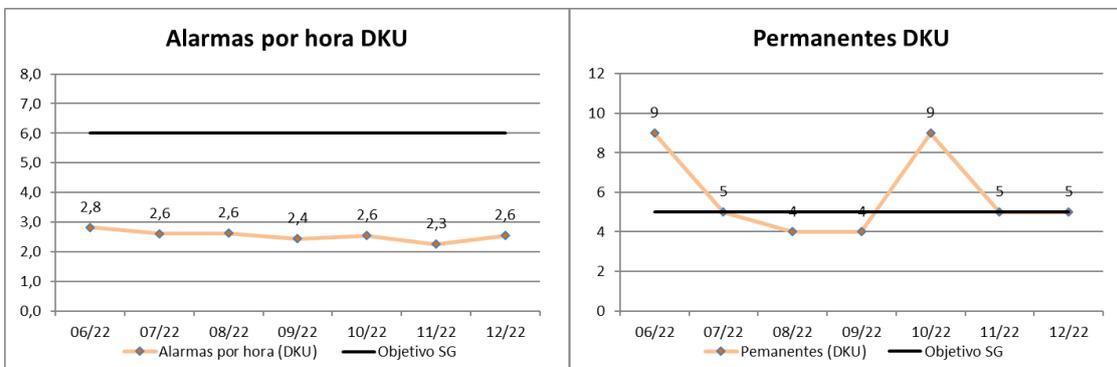
A continuación, se muestran los KPIs de las Alarmas P1 y P2 por consola:

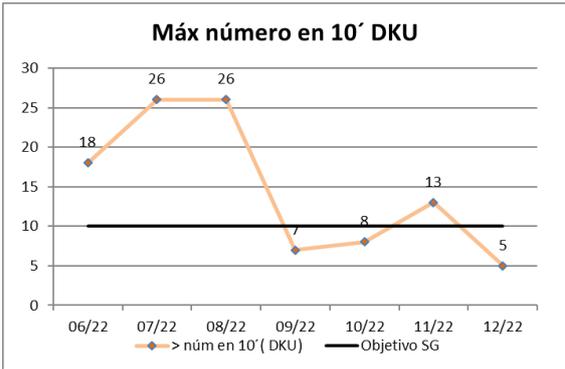
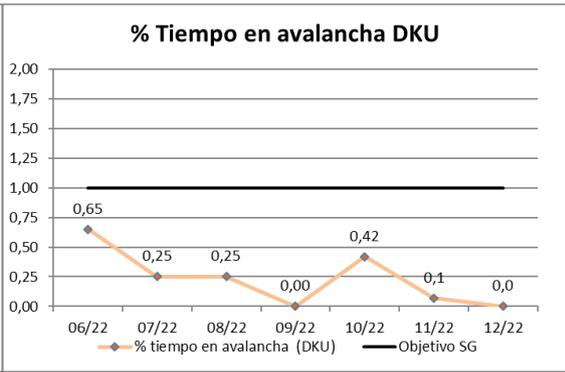
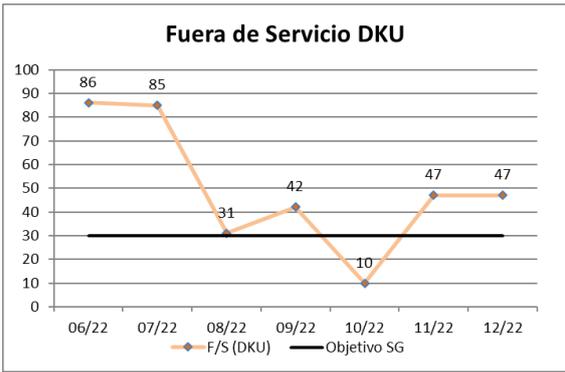
#### **KPIs Alarmas P1 y P2**

▪ **KPIs APS-VPS**

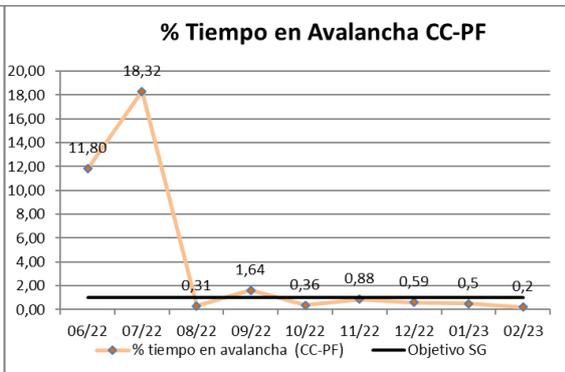
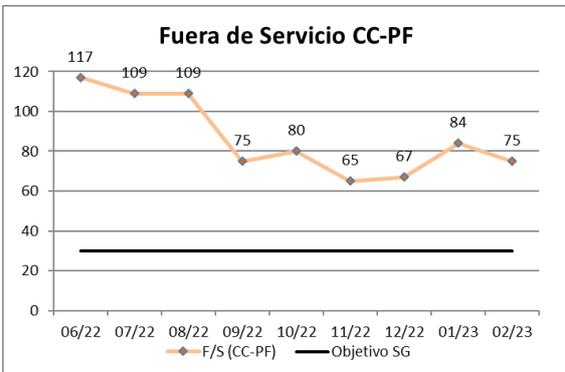
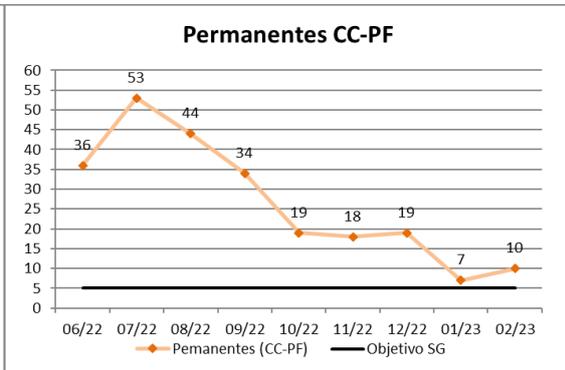
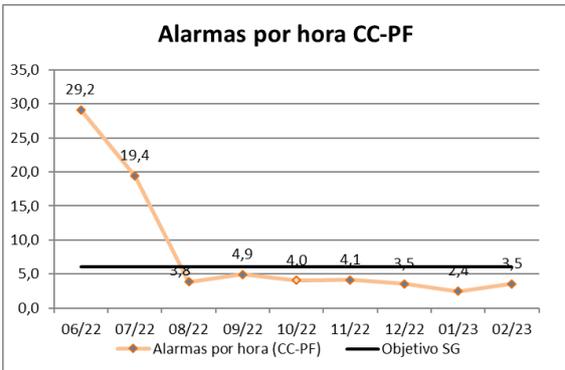


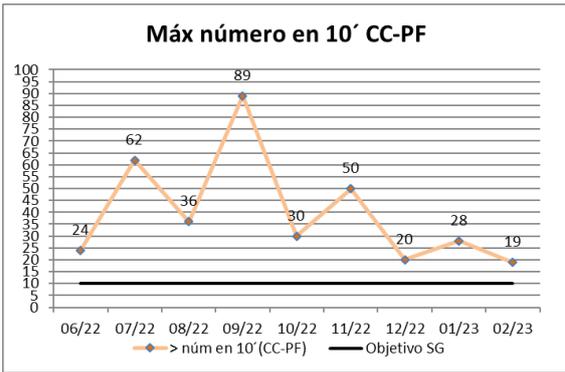
▪ **KPIs DKU**



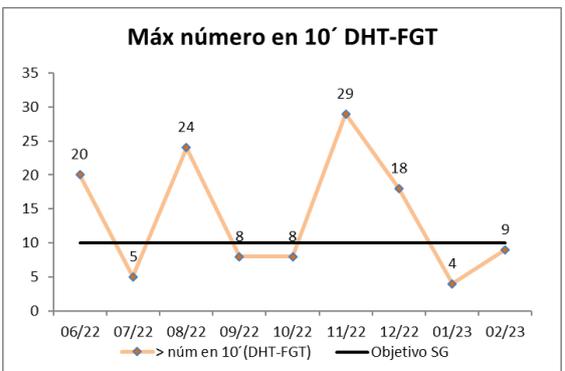
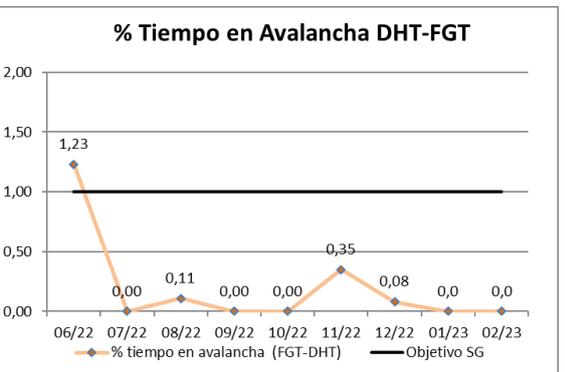
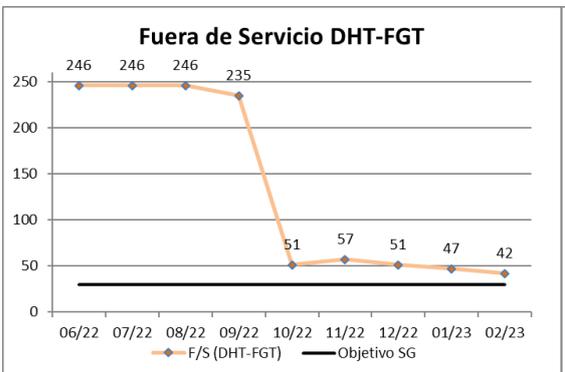
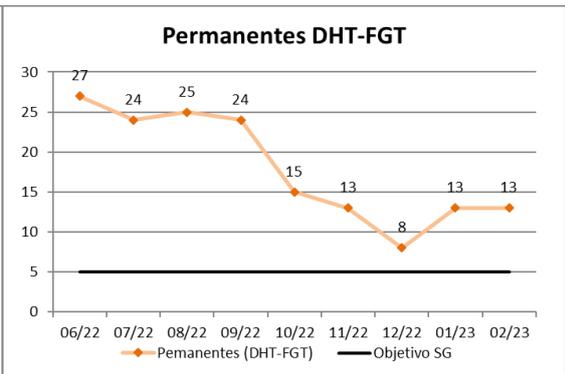
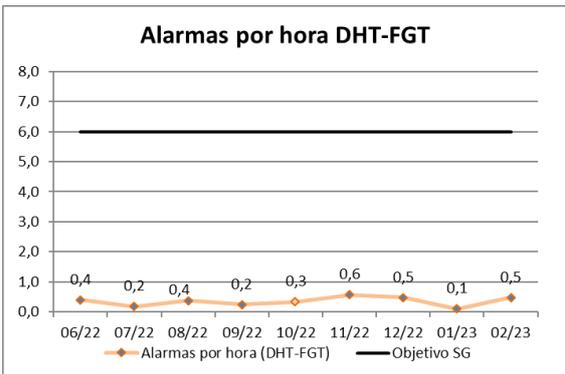


▪ **KPIs CC-PF**

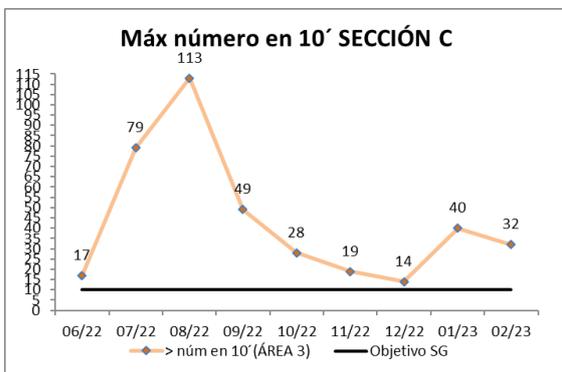
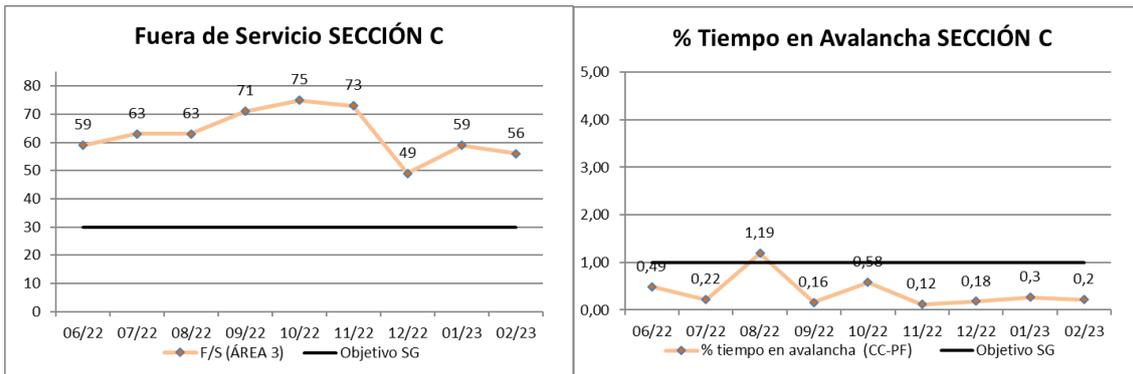
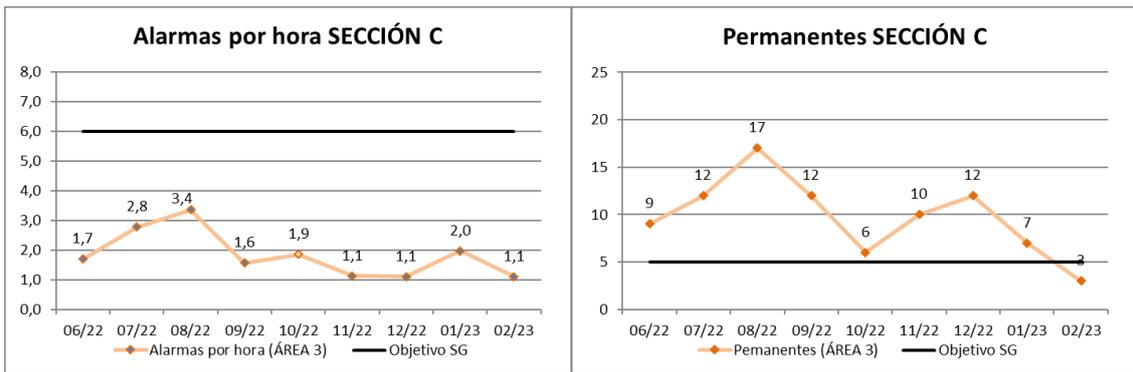




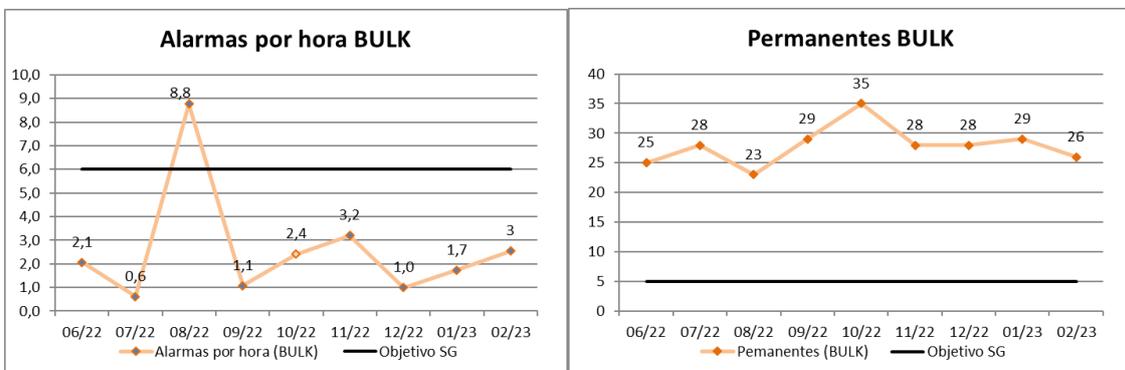
▪ **KPIs DHT-FGT**

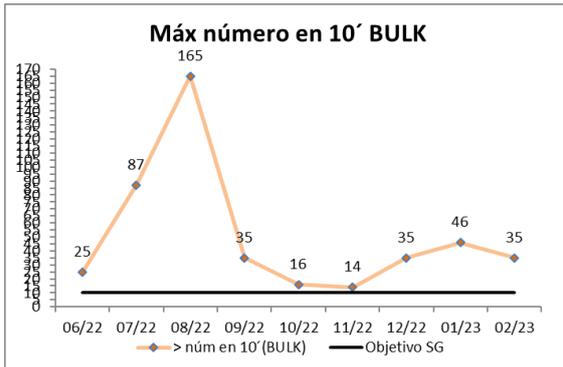
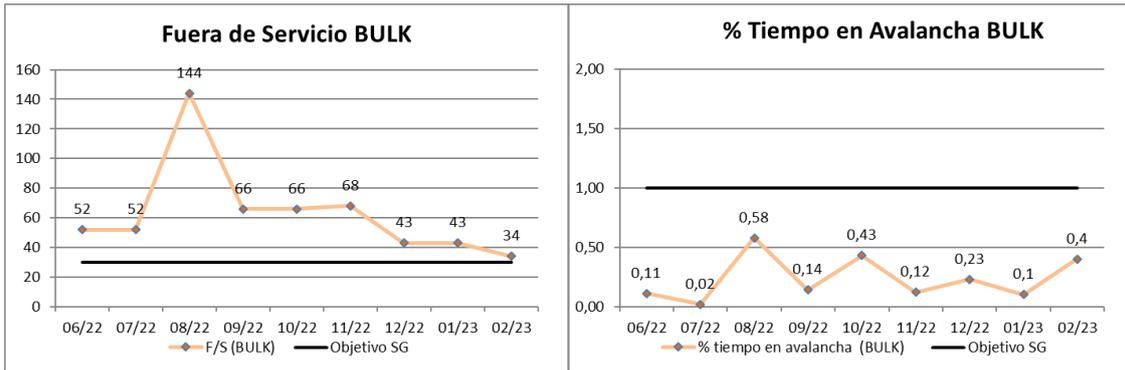


▪ **KPIs SECCIÓN C**



▪ **KPIs BULK**





Como puede observarse, en todas las plantas se obtiene una mejora en los indicadores de alarmas.

Puntualmente los KPIs listados a continuación, entraron dentro de objetivo, debido a las acciones tomadas por la reducción masiva de alarmas duplicadas P1. Esta limpieza de la base de datos y de consola, se realizó entre Octubre y Septiembre del 2022.

- KPI: Máximo número de alarmas en 10 min.
- KPI: Alarmas por hora.
- KPI: % Avalancha.

El resto de las acciones, antes mencionadas, se fueron implementando de forma gradual a medida que se analizaban las alarmas en las Reuniones de Team de Alarmas, mostrando una mejora sustancial a lo largo del tiempo.

Resta terminar de eliminar las discrepancias en los reportes del Enforcement, para quitar la opción de “Quit” y así poder mantener la Base de Datos Maestra actualizada con los valores de alarmas en consola. Asimismo, evitaremos que el Sistema de Alarmas vuelva a su estado inicial y se estabilice en valores óptimos.

## 5. Conclusiones

Los resultados demostraron que los esfuerzos puestos en la racionalización fueron efectivos. En todas las secciones, hubo una bajada significativa en los KPIs. Lo que son “Alarmas por hora”, “Máximo numero de alarmas en 10 minutos” y “% tiempo en

avalancha” tuvieron un rápido descenso en los primeros meses y, muchos entraron en objetivo, evidenciando el cambio masivo implementado en alarmas P1. Por otro lado, las alarmas permanentes también mostraron una disminución aunque, en algunas plantas, no llegaron a entrar en objetivo. Esto se debe a la aparición de nuevas alarmas mes a mes debido a casos puntuales de proceso. Sin embargo, la bajada en el indicador y la tendencia de mejora es apreciable. Por último, el KPI de alarmas fuera de servicio también mejoró, aunque la cantidad sigue siendo grande, debido a que se consideran todas las prioridades (no solo P1 y P2, sino también P3, P4 y “No action”). Esto se debe a que el sistema de alarmas no hace distinción de prioridades al filtrar las fuera de servicio, considerando todos los tags inhabilitados en el análisis.

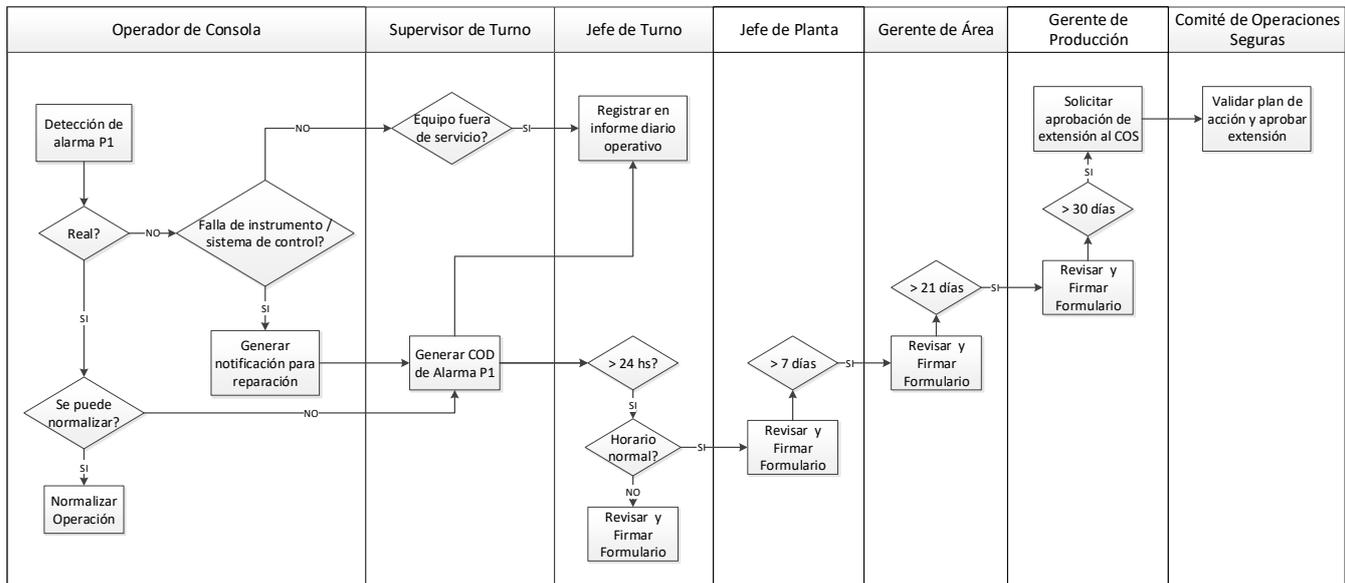
La única acción en curso, es la referida a la eliminación completa de discrepancias de la Base de Datos Maestra del Dynamo. Es importante destacar, que esta acción no disminuirá los KPIs pero sí permitirá mantenerlos en valores estables y forjará un sistema de alarmas robusto y confiable.

Por otro lado, resulta indispensable el seguimiento del Sistema de Alarmas para que nuestro control sea efectivo. Es importante mantener una actitud proactiva y preventiva en lugar de correctiva, para poder realizar cambios con anticipación previo al impacto en los indicadores. Un buen ejemplo, es aplicar todas las reglas definidas en el SIO de Alarmas en la instalación de una nueva planta futura, y hacer el seguimiento de las mismas desde el inicio para no acumular problemáticas.

En resumen, el análisis en profundidad de cada indicador, fue una herramienta indispensable que nos permitió medir el impacto de cada cambio, brindándonos además información sobre la optimización y la dinámica del proceso. Al estandarizar los parámetros de alarmas y revisar casos particulares en las reuniones de Team de Alarmas, no solo se obtuvo un resultado final satisfactorio, sino que además se optimizó el control de las variables de proceso. Esto permitió un crecimiento a nivel económico y un progreso en cuestiones de seguridad de proceso, lo que resulta particularmente beneficioso para todos los sectores de la refinería. En definitiva ese el objetivo final, tener una Refinería cuyo sistema de control reduzca los riesgos y cuya optimización permita obtener productos de alta calidad, generando mayores ingresos a la compañía.

## 6. Anexos

- Anexo I: Gestión de Alarmas Prioridad 1 (P1) fuera de servicio.



- Anexo II: Gestión para inhabilitación / cambio de seteo de alarmas Prioridad 2 y 3 (P2 y P3).

