

LECCIONES APRENDIDAS DE LAS BARRERAS QUE FALLARON – PIPER ALPHA

Por Alvaro Conde

Resumen

Desafortunadamente la manera más efectiva para aprender lecciones es sufrir la consecuencia de nuestros errores. Piper Alfa fue uno de estos errores que le han costado mucho al sector industrial, sin embargo, este icónico desastre nos ha permitido aprender muchas actitudes que nos pueden encaminar a una catástrofe y al entender lo que pasó, como pasó y por qué pasó permitirá que no se vuelvan a cometer los mismos errores y, mejor aún, poder identificar otras condiciones que puedan llevarnos a una tragedia.

El propósito de este artículo es reconstruir los hechos que llevaron a la materialización del desastre del Piper Alpha para entender cuáles fueron los errores y las actitudes del personal y la alta gerencia, que resultaron en las terribles consecuencias de ese 6 de julio de 1988. Con la reconstrucción de los hechos presentaré un diagrama de Bowtie que, en complemento con un análisis de falla de barreras, se facilitará el entendimiento de los errores cometidos que llevaron a la destrucción de la plataforma Piper Alpha, las inmensas pérdidas materiales, los irreparables daños ambientales y la trágica terminación de 167 vidas.

Como resultado de la reconstrucción de los hechos y su representación gráfica se evidencia las dificultades para la comunicación y entendimiento de los escenarios de riesgo presentes en las instalaciones industriales, que, pese a la implementación de sistemas complejos de controles administrativos, la baja percepción del peligro al que se está expuesto y el potencial conflicto entre producción y seguridad, nos pueden llevar a consecuencias desastrosas.

Por lo tanto, es necesario conocer y entender los diseños de las instalaciones industriales, someterlos a rigurosos análisis de riesgos operaciones y de seguridad de procesos, entender que cualquier modificación, temporal o permanente, deberá analizarse detalladamente, medir los riesgos de las consecuencias que puedan desatarse de fallas o errores en la operación y determinar que se tengan suficientes barreras que puedan evitar o en su defecto, mitigar los impactos de las consecuencias que potencialmente pueda llegar a ocurrir y que dichas barreras se mantengan y estén disponibles cuando se requieran.

1. Introducción

Piper Alpha era una de las plataformas más productivas en la década de los 70 y 80 del Mar del norte, Reino Unido. Era una instalación petrolera que se comportaba como una ciudad que albergaba 226 trabajadores que producían, trataban y exportaban petróleo, condensado de gas y gas natural las 24 horas del día.

La noche del 6 de julio de 1988, a partir de una explosión proveniente del Módulo C, zona de compresión de gas y demás instalaciones para el procesamiento del gas proveniente del yacimiento, se desencadenaron otra serie de explosiones que resultaban en incendios en los módulos de procesamiento de los fluidos de pozo que terminaron con la vida de 165 personas a bordo y 2 personas de la tripulación de la embarcación FRD Sandhaven mientras estaban enganchados en el rescate de personas de la plataforma.

De las 167 personas fallecidas en el desastre, se recuperaron los cuerpos de 137 personas en las semanas y meses después del desastre, 81 cadáveres de estos se rescataron de los restos del Módulo ERQ (East Replacement Quarters) 3 a 4 meses después del evento, 30 cuerpos no se encontraron.

Con lo sucedido, el Secretario de Estado de Energía del Reino Unido, a través de un acta emitida el 13 de julio de 1988, ordenó que se realizara una investigación pública (public inquiry) para determinar las circunstancias del accidente y sus causas, para esto designó al Juez Lord William Cullen quien desarrolló esta investigación con un grupo de asesores técnicos y generó un reporte sobre las circunstancias del accidente, las causas e incluía observaciones y recomendaciones para evitar accidentes similares en el futuro y se preservara la vida.

36 años después del desastre del Piper Alpha, tiene mucho que enseñarnos, ya que las fallas presentadas y los errores cometidos ese 6 de julio de 1988 son tan comunes hoy en día como entonces. Al entender las desastrosas consecuencias que puede llegar a haber en la industria de sustancias químicas peligrosas, siendo conscientes de que es posible que fallen los equipos y las personas, permitiendo la materialización de eventos de gran magnitud, pese que nunca lo hayamos presenciado, podremos evitar estos trágicos resultados, es necesario considerar, entender y gestionar las maneras en que se puedan dar estas consecuencias.

Este artículo pretende recrear los sucesos ocurridos en el desastre del Piper Alpha y resaltar las barreras que fallaron con el propósito de concientizar al público de interés en la importancia de una adecuada conocimiento y entendimiento del riesgo y la necesidad de una clara y efectiva comunicación en torno a las actividades de la industria.

2. Descripción del Desastre

La plataforma Piper Alpha fue construida en 1975, adquirida por un consorcio donde Occidental Petroleum tenía la mayor participación con el 36.5%, la demás participación estaba distribuida en otras 3 empresas. Se encontraba ubicada a 110 millas (177 Km) de Aberdeen en el mar del Norte, Escocia, Reino Unido, ver Figura 1 Ubicación geográfica Plataforma Piper Alpha y sus conexiones.

A finales de 1976 inicio la producción, la cual consideraba el envío de petróleo al terminal Flotta en la costa y la quema controlada de gas en “flare”. La plataforma contaba con las instalaciones para perforar pozos y extraer, procesar y separar fluidos del yacimiento, una mezcla de petróleo, gas natural y agua. El gas natural y el petróleo se separaban a través de equipos separadores de producción, al gas separado, se le extraía el condensado a través de enfriamiento, este condensado se reinyectaba en el petróleo para ser transportado a la costa y allá era nuevamente separado. La instalación tenía la capacidad de producir 250.000 barriles de petróleo por día para entregarlos en Flotta.

Piper Alpha era altamente productiva y cuando Occidental, solicitó permiso para aumentar las tasas de exportación, se le concedió con la condición de que también se exportara gas en lugar de quemarlo, atendiendo una política de conservación de gas del gobierno.

En 1978 la plataforma Piper Alpha inició a procesar el gas que antes quemaba, modificando sus módulos de procesamiento de fluido de pozo, incluyendo una unidad deshidratadora de gas y posteriormente una válvula de expansión Joule-Thomson (JT). En 1980 se instalaron equipos nuevos para mejorar el secado y expansión del gas y una columna de destilación para eliminar el gas metano del condensado. La unidad de

deshidratación se retiró en 1983. Estas modificaciones se conocieron como GCM (Módulo de Conservación de Gas) y ocuparon el espacio disponible que se obtuvo del retiro de la segunda torre de perforación y sus equipos de apoyo. El gas producido era tratado y enviado a la Plataforma MCP-01 (Manifold Compression Platform) en compañía del gas producido en la Plataforma Tartan, también existía una línea bidireccional con la plataforma Claymore donde también se podía recibir gas. En MCP-01 el gas enviado de Piper Alpha se mezclaba con el gas proveniente de Frigg para finalmente enviarse al terminal de Gas en St Fergus.

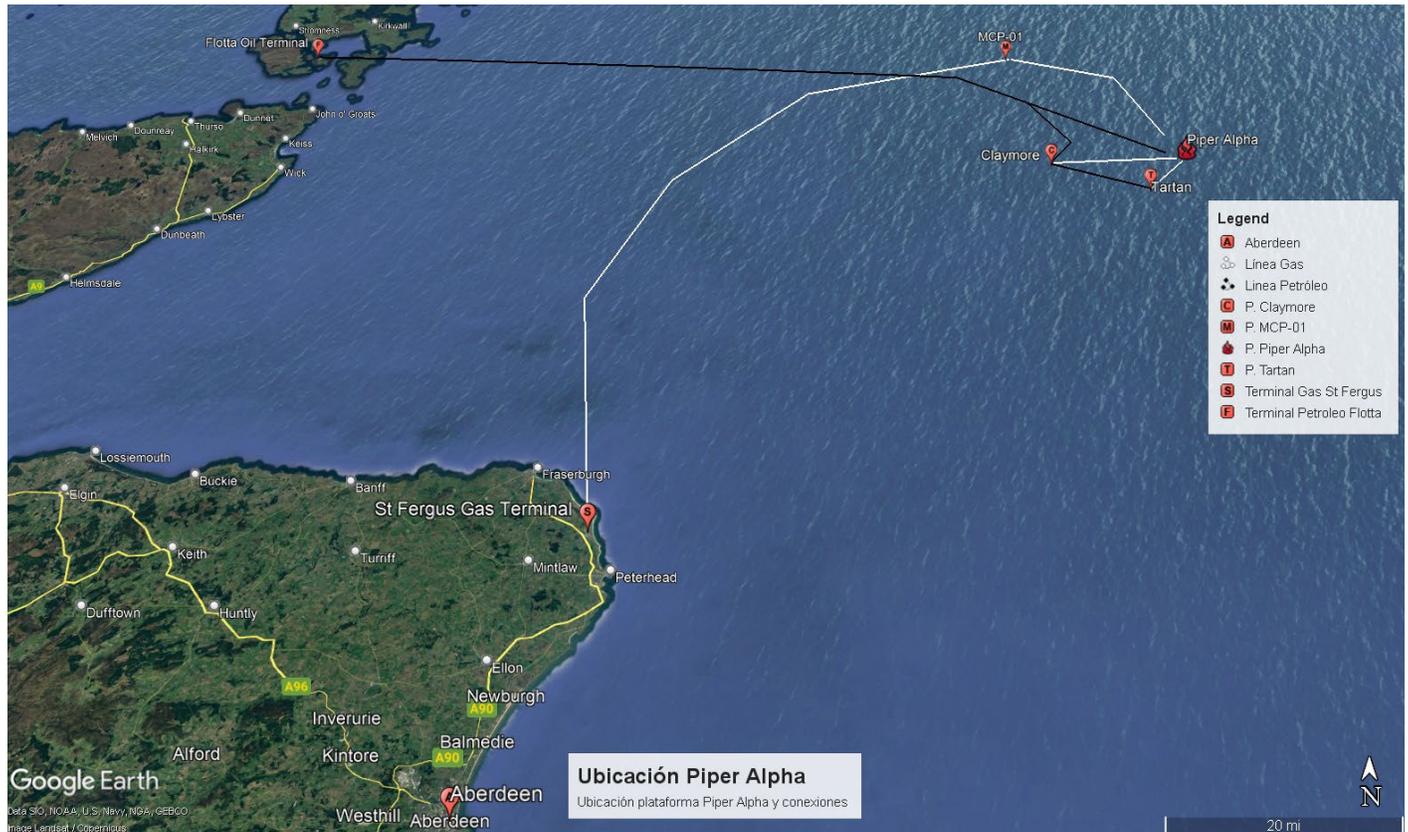


Figura 1 Ubicación geográfica Plataforma Piper Alpha y sus conexiones

Fuente: Google Earth

Con la inclusión del GCM, se definieron dos modos de operación, el modo fase 1, que correspondía al funcionamiento inicial de la plataforma, donde el gas separado al inicio del procesamiento era quemado en el “flare” y el modo fase 2, contemplado como el modo normal, que correspondía a la utilización del GCM para procesar el gas y enviarlo a MCP-01. Piper Alpha estaba conectado con otras 2 plataformas Claymore y Tartana través de oleoductos y gasoductos.

La cubierta de producción a 84 pies (25.5 m) sobre el nivel medio del mar constaba de 4 módulos de producción, los módulos A-D. El módulo A contenía la cabeza de pozo, el módulo B los separadores de producción, el módulo C la planta de compresión de gas y el módulo D la planta eléctrica y varias instalaciones de servicios. Por encima de estos módulos, en el nivel de 107 pies (32.5 m), había varios otros módulos y, por encima de estos, las habitaciones. Había una plataforma para helicópteros en la parte superior del módulo habitacional principal.

Debajo de la cubierta de producción del módulo C, en el nivel de 68 pies (20.7 m), estaba el marco de soporte de la cubierta (DSF), que sostenía las bombas de inyección de condensado y las terminaciones de la tubería y las trampas de raspadores (pig traps), excepto el de la línea principal de petróleo MOL (Main Oil Line), que estaba debajo del módulo A y B. Debajo de este había otros 2 niveles, los niveles de 45 pies (13.7 m) y 20 pies (6.1 m). La plataforma de perforación se encontraba sobre el Módulo A, las dos plumas de antorcha (flare booms) en las esquinas sureste y suroeste al final del Módulo A, y las grúas, una en el lado este y otra en el lado oeste entre los Módulos B y C.

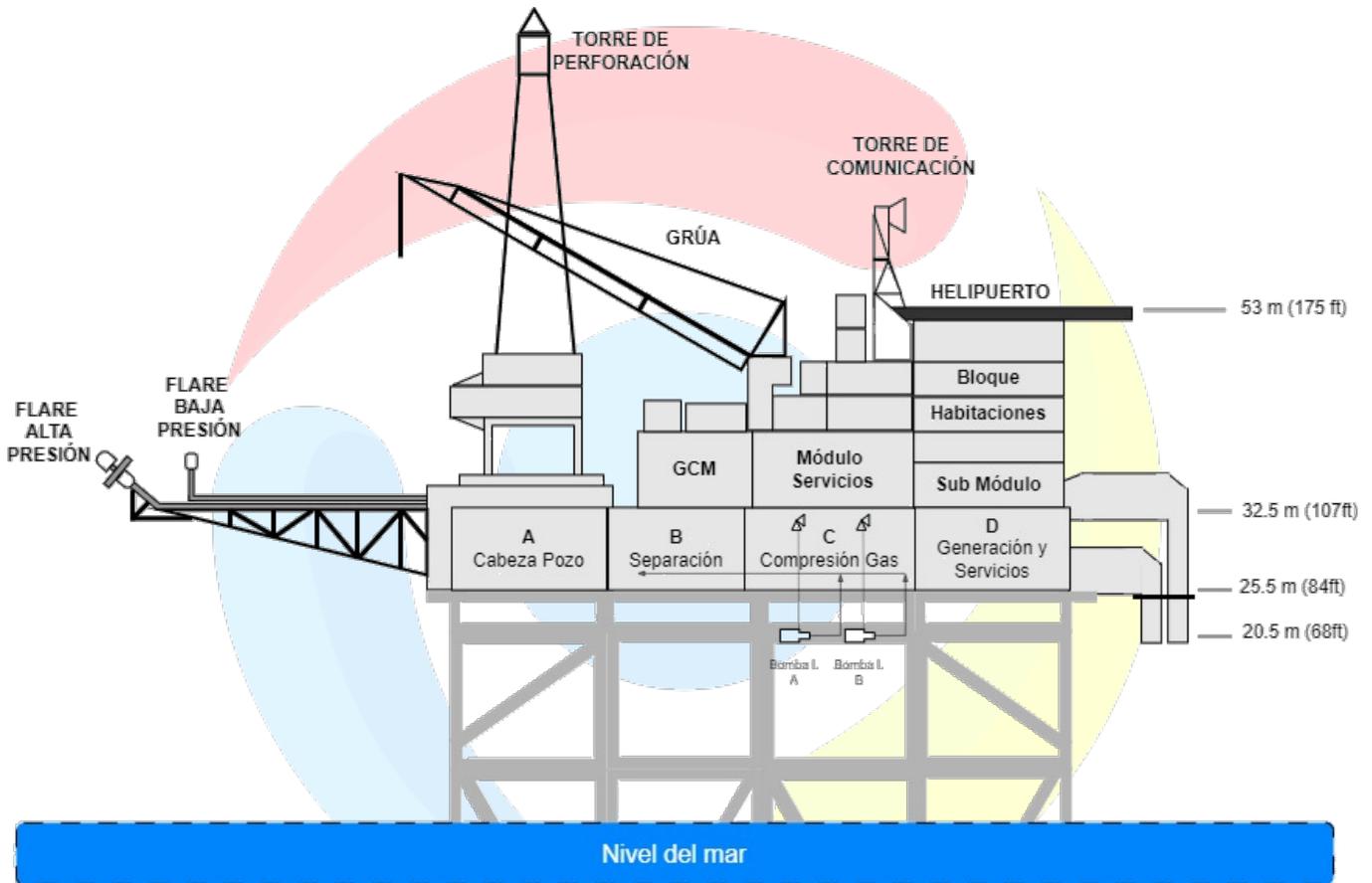


Figura 2 Diagrama Plataforma Piper Alfa – Vista desde Este

Fuente: CST Risk – CONCERTO S.A.S.



Figura 3 Plataforma Piper Alpha, vista desde el Oeste



Figura 4 Plataforma Piper Alpha, vista desde el Sureste

El 6 de julio de 1988 se estaban adelantando varios trabajos de mantenimiento sobre la cubierta de producción, módulos A, B, C, D y GCM, principalmente sobre el módulo recientemente incluido GCM y los equipos asociados al procesamiento del gas y el condensado. A las 7:45 AM se realizó la apertura de los permisos de trabajo para ese día y continuaron las actividades según lo planeado. A las 12:00 del mediodía se retiró la válvula de alivio de presión de seguridad de la bomba A para labores de mantenimiento. A las 5:10 PM se adelantaba el cambio de turno e ingresaba al último turno del operador que quedaba a cargo esa noche.

A las 6:00 PM terminaron las labores de mantenimiento asociadas a la válvula de alivio de presión de seguridad de la bomba A de Inyección de Condensado, la cual no se instaló, por lo que se cerraron las válvulas de corte aguas abajo de la válvula de seguridad y se instaló un ciego (Blind) en las bridas de conexión a la válvula de seguridad. No había urgencia en instalar esta válvula de seguridad debido a que la bomba A de Inyección de Condensado estaba desenergizada ya que había comenzado un mantenimiento mayor (overhall) ese día que le tomaba 2 semanas, esta actividad la realizaba un contratista diferente al de la válvula de alivio.

El cuarto de operaciones se alarmó por la parada repentina de la bomba B de Inyección de Condensado a las 9:45 PM, por lo que se envió un equipo de la operación a intentar arrancar la bomba B. Era de suma importancia continuar con el bombeo de condensado desde Piper Alpha hacia MCP-01, lo que permitía continuar con la producción del yacimiento y así seguir recibiendo fluido, separar el gas y utilizarlo para la generación eléctrica de la plataforma. De lo contrario al suspender la inyección de condensado (principalmente propano) a la línea de petróleo hacia Flotta, los sistemas de seguridad generarían una parada general de planta (Shut Down) por alto nivel en el almacenamiento de condensado. Contaban con menos de 30 minutos para resolver la situación, de lo contrario el impacto a la producción sería importante.

La inyección de condensado contaba con 2 bombas para realizar esta actividad, bombas 2-G-200 A y 2-G-200 B de Inyección de Condensado, 1 en operación y la otra de respaldo para continuar con el proceso en caso de falla o de requerir retirar la otra bomba. Sin embargo, ese mismo día se había aislado eléctricamente la bomba A de Inyección de Condensado para iniciar el mantenimiento mayor (Overhall), por lo que se intentó en varias oportunidades reiniciar la bomba B. Al no tener éxito con el reinicio de la bomba de Inyección de Condensado B, e incrementándose el nivel de condensado en recipiente de succión de las bombas, la operación revisó el estado de intervención de la bomba de Inyección de Condensado A en los permisos de trabajo emitidos ese día por la mañana, para considerar su utilización.

El permiso de trabajo de intervención de la bomba no incluía las actividades sobre la válvula de alivio de presión de seguridad de esta misma bomba, por lo que vieron que la única intervención sobre la bomba A fue su aislamiento eléctrico y el cierre de las válvulas de succión y descarga. Procedieron a conectarla, alinearla e iniciar la operación de inyección de Condensado hacia Flotta a través de la Bomba A y no notaron la ausencia de la válvula de alivio de presión de seguridad, ya que su ubicación era 5 metros arriba de la ubicación de la bomba y las actividades sobre esta válvula de seguridad estaban en otro permiso de trabajo dejado sobre la mesa del operador durante el cambio de turno, motivo por el cual no estaba enterado.

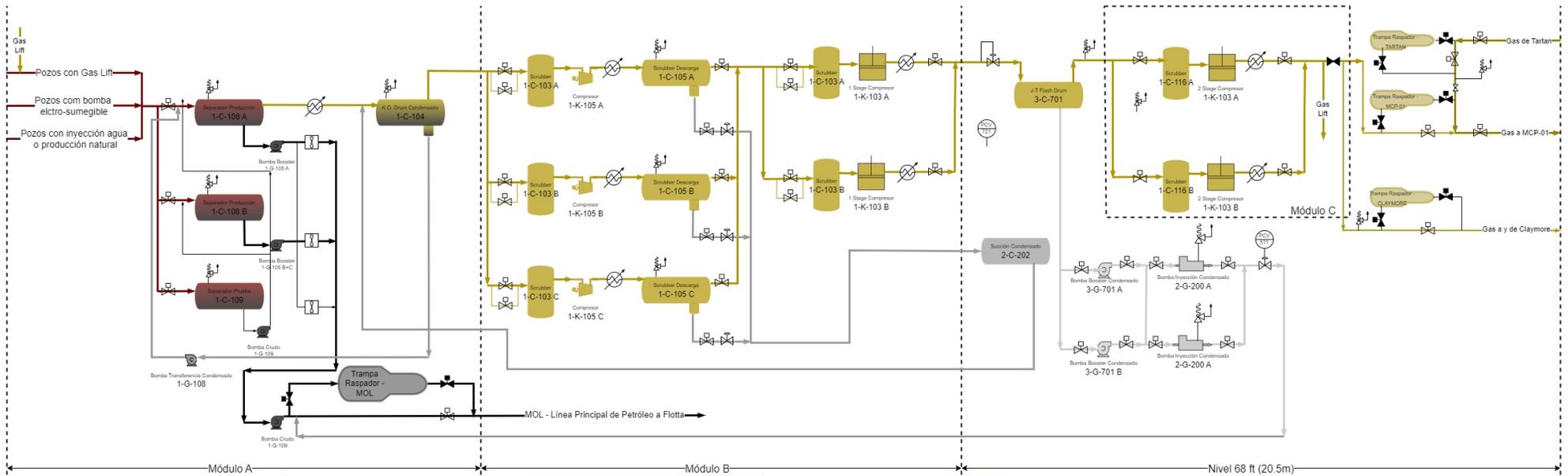


Figura 5 Diagrama de flujo de proceso - Piper Alpha

A las 9:55 PM, tras iniciar el bombeo con la bomba de Inyección de Condensado A, comenzaron a dispararse alarmas por fuga de gas en el módulo C de la cubierta de producción, posteriormente las alarmas por alta presión y a las 10:00 PM se presenta una explosión en la cubierta de producción de la plataforma, la explosión rompe las paredes del módulo C y afecta la sección de procesamiento de crudo, continuando con un incendio de petróleo. El supervisor, al recuperarse del estallido, alcanza a activar el shutdown de la plataforma interrumpiendo la producción desde el pozo, sin embargo, las plataformas Claymore y Tartan, que bombeaban petróleo a Flotta a través de Piper Alpha, no detuvieron el bombeo, lo que continuó alimentando el incendio. Nunca se había desarrollado una coordinación entre las plataformas para atender una emergencia, tampoco un simulacro para prepararse para un evento de este tipo, por lo que no se tenía una condición clara o específica para proceder con la interrupción del bombeo, una decisión que implica una gran pérdida de producción para el que la tome.

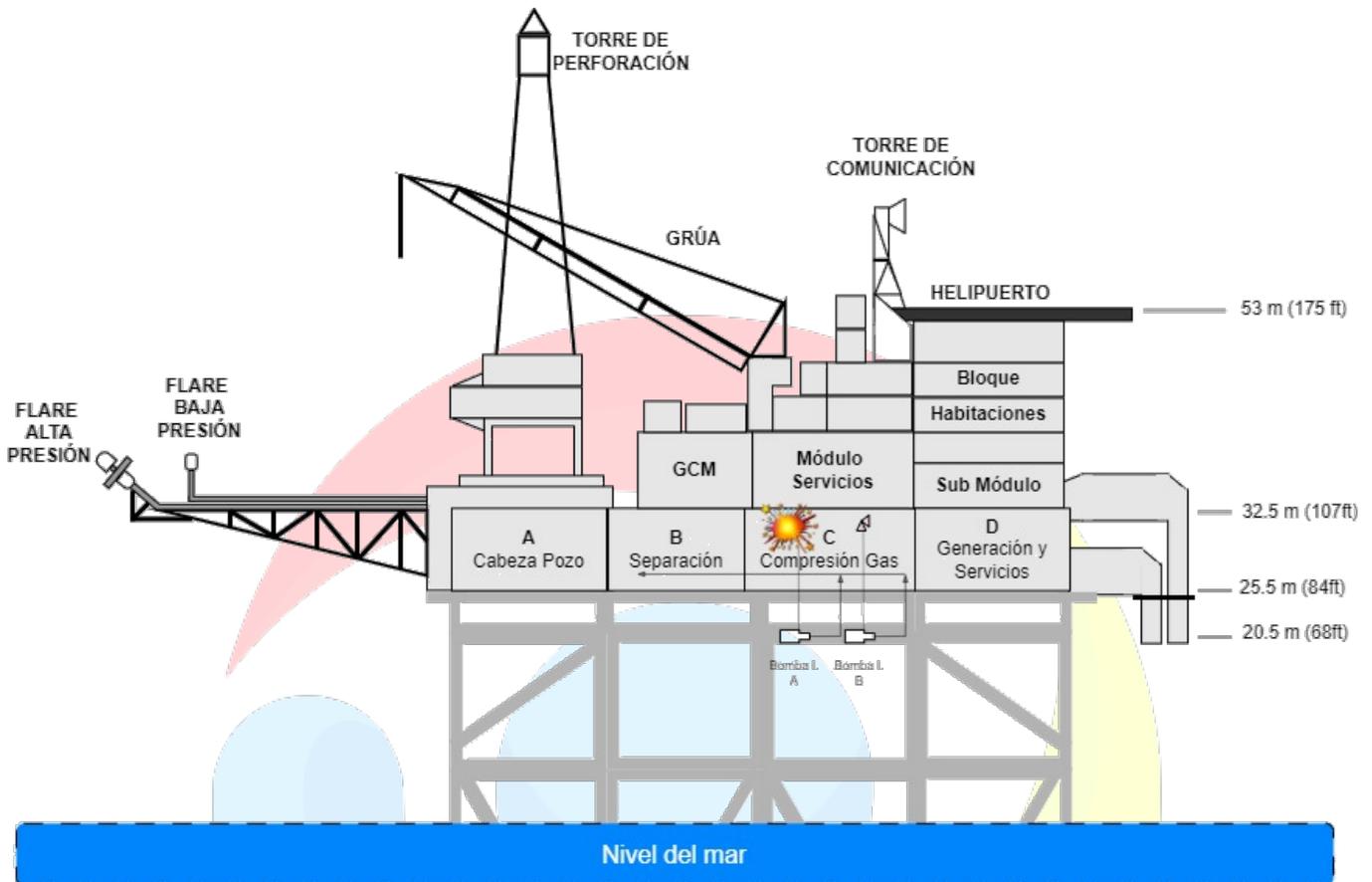


Figura 6 Diagrama Piper Alpha – Ubicación Primera Explosión 10:00 PM – Vista desde Este

Fuente: CST Risk – CONCERTO S.A.S.

La conclusión de la investigación pública (Public Inquiry) realizada por el gobierno del Reino Unido a través de Lord W Cullen, concluyó que la fuga se dio por la brida ciega mal asegurada en la intervención de la válvula de alivio de presión de seguridad de la bomba de inyección de condensado A, por lo que se generó una atmósfera explosiva de gas propano que culminó en una explosión en el módulo C. Debido a que durante el diseño inicial de la plataforma no se realizó un análisis de riesgos extensivo, no se identificó como probable la existencia de una explosión, pese que se procesaba gas metano y propano a altas presiones, solo se contempló la instalación de muros contra fuego no contra explosión.

Posteriormente hubo una serie de explosiones pequeñas que junto con la principal afectaron varios circuitos eléctricos. Los sistemas de emergencia no se activaron incluyendo el sistema de agua contra incendios, ya que estos últimos eran desactivados del sistema automático a manual, debido a que se utilizaba el agua del mar para los sistemas de extinción y los buzos se acercaban a la succión de las bombas en sus tareas rutinarias y así evitar que afectarlos, sin embargo, no se restablecía el sistema automático posteriormente y esa noche no había quien los pudiera activar.

Alrededor de las 10:20 PM se produjo una gran explosión, asociada a la ruptura de la tubería ascendente del gas de la Plataforma Tartan resultando en un incendio masivo y prolongado de gas a alta presión que niveles muy elevados de radiación sobre la estructura de la plataforma que la fue debilitando rápidamente.

Otra fuerte explosión se presentó sobre las 10:50 PM, se concluyó que correspondía a la línea descendente que conectaba al Piper Alpha con MCP-01, con la radiación posterior a esta explosión generó la falla de la estructura soporte del bloque de habitaciones y cayó al mar, este era el punto de encuentro para las evacuaciones, ya que todas estas se consideraron siempre por helicóptero, sin embargo, dadas las condiciones del incendio y humo, no era posible el arribo de un helicóptero y 81 personas quedaron atrapadas en este bloque.

A las 11:20 PM se genera otra gran explosión, la cual se asocia a ruptura de la tubería ascendente de gas de la Plataforma Claymore, ya a esta hora gran parte de la estructura de la plataforma había colapsado por la alta radiación y se estaba desplomando sobre el mar. Solo 61 personas, de las 226 que se encontraban esa noche en Piper Alpha, pudieron retornar a sus casas el siguiente día.

3. Construcción del Pathway del Bow tie asociado al evento top que inició el desastre

Para de ampliar el entendimiento de los sucesos del 6 de julio de 1988 en el mar del norte, presento el Bow tie desarrollado para este artículo con el detalle del “camino principal” (Main Pathway) por donde se desataron los eventos del desastre del Piper Alpha.

Antes de entrar en materia y con el propósito de aprovechar al máximo las cualidades del Bow tie, procederé con una descripción de los elementos del Bowtie y la caracterización de las barreras que se empleó para este ejercicio.

La metodología bow tie es una metodología para evaluación de riesgos que puede ser usado para analizar y demostrar relaciones causales y consecuenciales en escenarios de alta riesgo/consecuencia. El método toma su nombre de la forma del diagrama que se desarrolla, el cual parece a una corbata de moño o corbatín, ver Figura 7 Diagrama genérico Bow tie.

Se puede utilizar para analizar y comunicar la forma en se podrían desarrollar los escenarios de alta consecuencia. La esencia del Bow tie consiste en escenarios de riesgo plausibles o meritorios en torno a un determinado peligro, y las formas en que la organización detiene esos escenarios.

Proporcionar el nivel adecuado de detalle para facilitar la comprensión y toma de decisiones basada en el riesgo sin simplificar ni complejizar demasiado. El nivel correcto de detalles depende de su objetivo. El método toma su nombre de la forma del diagrama que crea, que se parece a una corbata de moño o corbatín para hombres (Bow Tie).

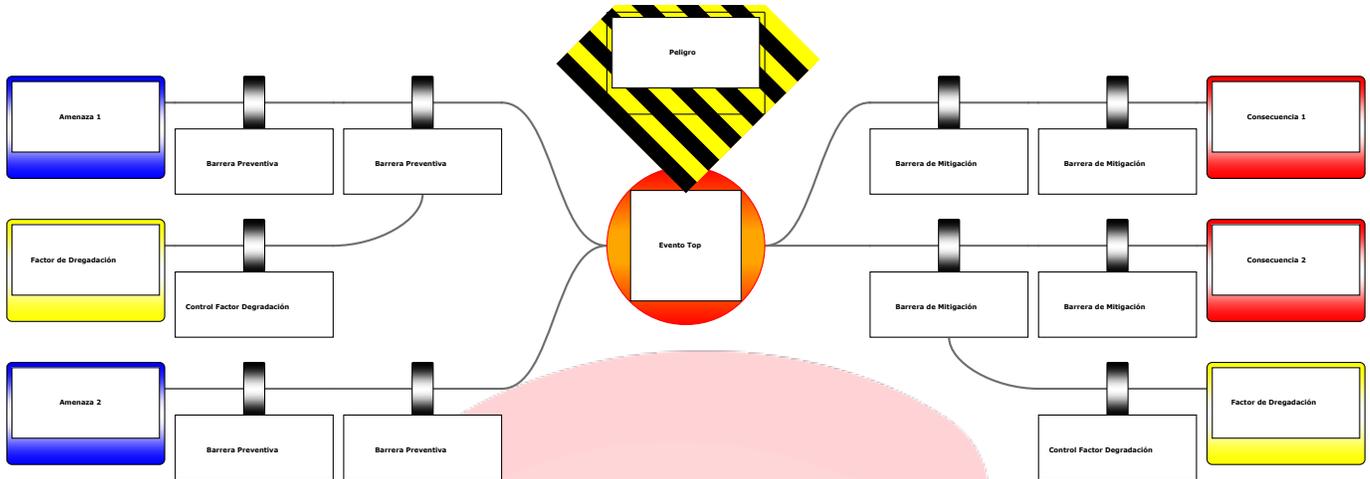


Figura 7 Diagrama genérico Bow tie

Fuente: CST Risk – CONCERTO S.A.S.

El Bow tie cuenta con ocho elementos para su construcción, los seis (6) principales elementos los permiten generar las relaciones causales, consecuenciales. En la Figura 8 Elementos Principales del Bow Tie se realiza la descripción de cada elemento:

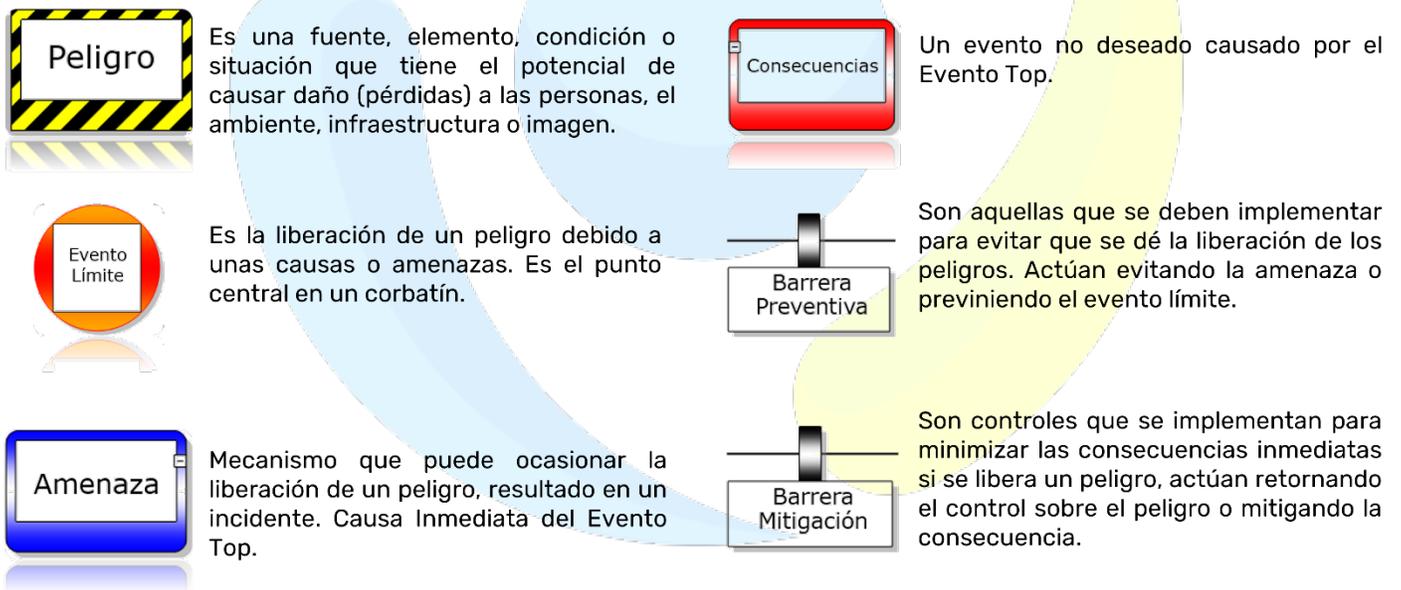


Figura 8 Elementos Principales del Bow Tie

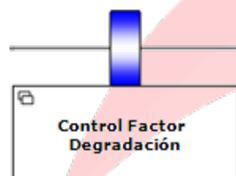
Fuente: CST Risk – CONCERTO S.A.S.

Por otra parte, los diagramas de Bow Tie tiene la característica particular que se puede identificar, registrar y comunicar degradaciones de la efectividad de una barrera. Para esto se utilizan dos (2) elementos adicionales que facilitan el entendimiento, comunicación y gestión de la barrera. Ver Figura 9 Elementos de gestión de degradación de la barrera.



Causa directa o desencadenante de falla o debilitamiento de una barrera preventiva o de mitigación.

Una Condición que derrota o reduce la efectividad de una Barrera.



Medidas tomadas para reducir el impacto del Factor de Escalamiento en la Barrera afectada.

Gestiona las condiciones que reducen la efectividad en la Barrera afectada.

Figura 9 Elementos de gestión de degradación de la barrera

Fuente: CST Risk – CONCERTO S.A.S.

Uno de los mayores potenciales del Bow Tie es que permite hacer un análisis específico de manera sencilla sobre las barreras disponibles para los diferentes escenarios (camino) asociados a un evento top y un peligro. Esto se logra a través de la caracterización de las barreras de los diagramas. Con el propósito de analizar el comportamiento de las barreras con las que contaba Piper Alpha, he aplicado una caracterización específica, facilitando el entendimiento del funcionamiento de dichas barreras durante el desastre. La caracterización comprende cinco (5) aspectos para aplicarle a cada barrera del Bow Tie ejecutado, los aspectos son:

Función de la barrera: Esta característica indican el lugar o elemento sobre el que actúa la barrera, ver Figura 10 y las diferencias funciones en las que se puede clasificar la barrera las ves en la Tabla 1.

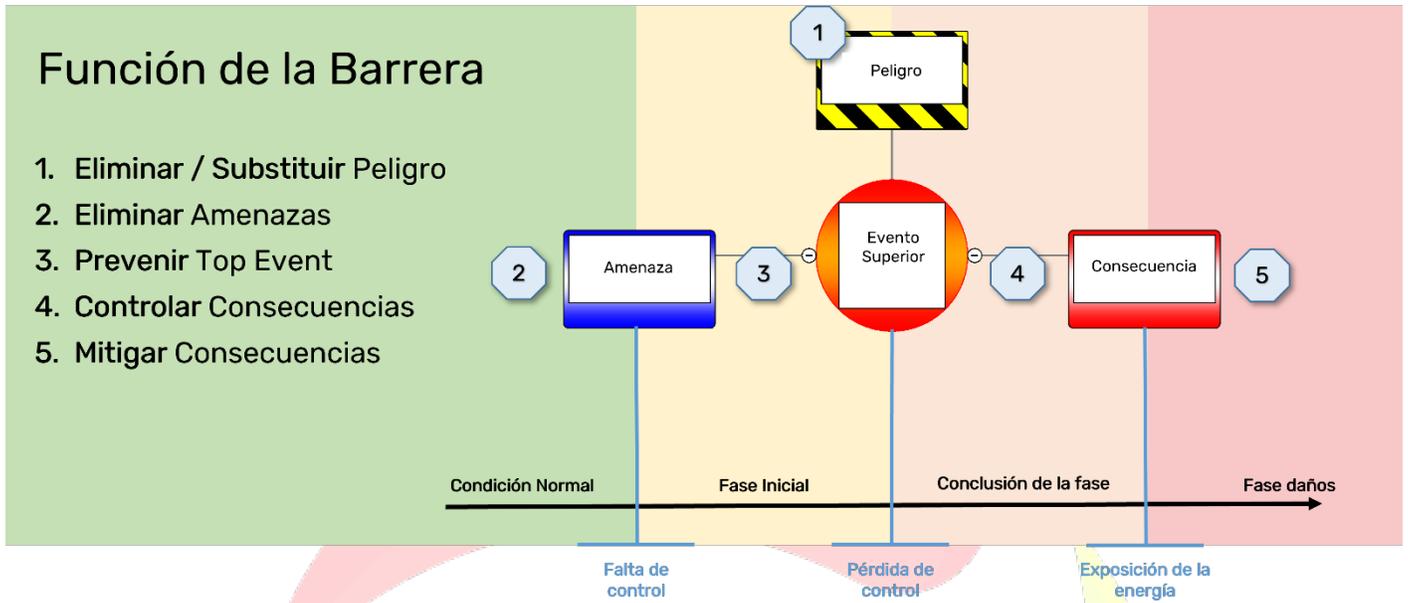


Figura 10 Característica - Función de la Barrera

Fuente: Wolters Kluwer - BowtieXP

| Función | Descripción | Color |
|--------------------------|--|-------|
| Eliminar Amenaza | Su función es impedir que se dé la amenaza que desata el Evento Top | |
| Previene el Evento Top | A la materialización de la amenaza evita que se libere el peligro y llegue al Evento Top | |
| Controla la Consecuencia | Al ocurrir el evento top retorna el control sobre el peligro, evita que la consecuencia se presente. | |
| Mitiga la Consecuencia | Al suceder el evento top reduce los efectos de la consecuencia | |

Tabla 1 Funciones de la Barrera

Fuente: Wolters Kluwer - BowtieXP

Tipo de la Barrera: Esta clasificación es de acuerdo con la forma como actúa la barrera sobre sobre el peligro, ver Figura 11 y ver la Tabla 2.

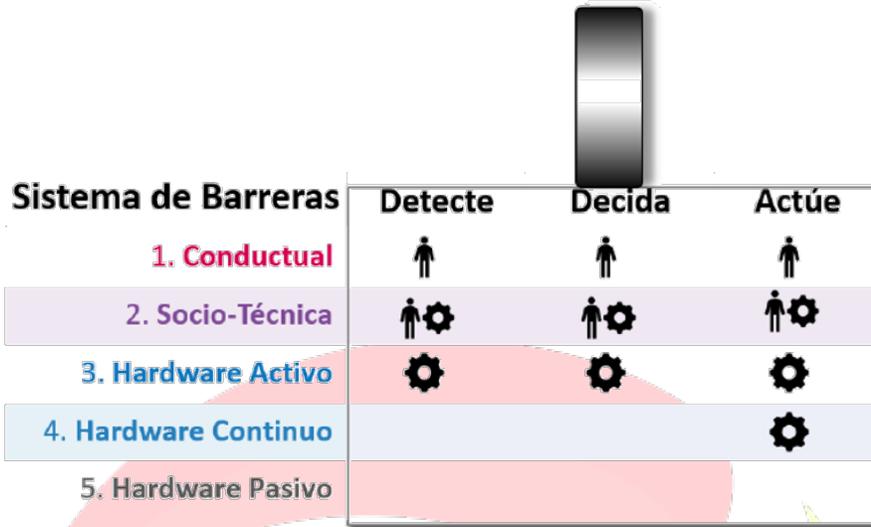


Figura 11 Característica - Tipo Barrera

Fuente: Wolters Kluwer - BowtieXP

| Tipo | Descripción | Color |
|-------------------|--|-------|
| Conductual | Este tipo es usado cuando una persona es responsable tanto de detectar, tomar una decisión y realizar una acción. | |
| Sociotécnica | Este tipo se utiliza cuando una combinación de personas y hardware trabajan juntos para crear un sistema de barrera funcional. En el ciclo de detección, decisión y acción, la detección puede ser realizada por una persona, mientras que la acción la realiza un sistema técnico automatizado. También es posible lo contrario. Los pasos deben ser independientes. Si la detección es una persona con un par de binoculares, por ejemplo, todavía se puede clasificar como un paso de comportamiento o conducta. Los binoculares son un equipo de apoyo necesario, pero no realizan una parte del ciclo por sí mismos, por lo que no se clasifican como un paso técnico. A veces, la clasificación será al revés, en función de quién es el actor principal. | |
| Hardware activo | Este tipo se utiliza cuando la detección, la decisión y la acción las realiza algún sistema técnico, sin ninguna intervención humana directa. | |
| Hardware Continuo | Este tipo se utiliza cuando un sistema técnico necesita actuar de forma continua en lugar de activarse en función de alguna entrada. Un ejemplo puede ser un sistema de ventilación. | |

| Tipo | Descripción | Color |
|-----------------|---|-------|
| Hardware pasivo | Este tipo se utiliza cuando una barrera no actúa ni detecta, permanece pasiva y su función principal es absorber o evitar energía. Ejemplos de ello son los diques, las vallas y los muros antiexplosiones, la separación de objetos en el tiempo o en el espacio, la rotura controlada de equipos. | |

Tabla 2 Tipo de la Barrera

Fuente: Wolters Kluwer - BowtieXP

Efectividad de la Barrera: La efectividad de una barrera es un modo de determinar qué tan bueno es el desempeño de la barrera. La combinación de la confiabilidad y que tan adecuada sea la barrera nos permitirá diferenciar su efectividad. Ver Figura 12 y ver la Tabla 3.

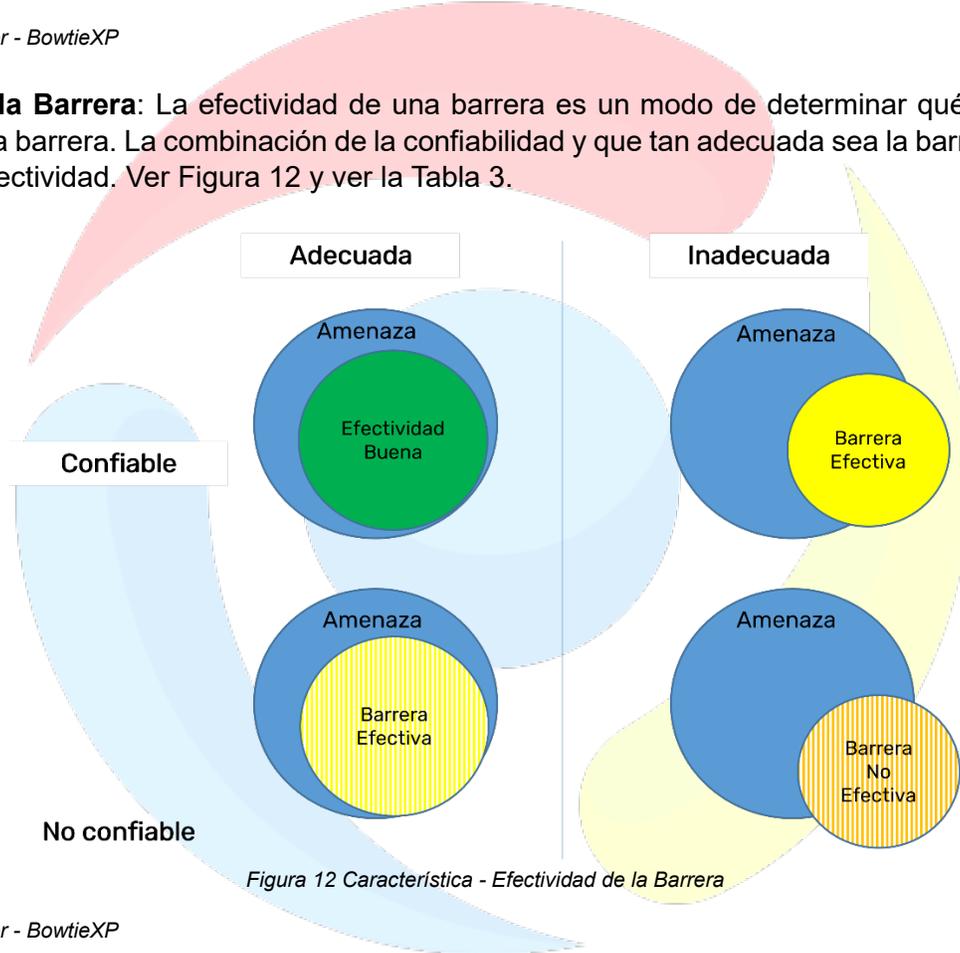


Figura 12 Característica - Efectividad de la Barrera

Fuente: Wolters Kluwer - BowtieXP

| Efectividad | Descripción | Color |
|-------------|--|-------|
| Desconocida | No se tiene conocimiento de la efectividad de la barrera | |
| Muy pobre | Barrera con baja confiabilidad e inadecuada. | |
| Pobre | Barrera con confiable pero inadecuada. | |

| Efectividad | Descripción | Color |
|-------------|--|---|
| Buena | Barrera con baja confiabilidad, pero adecuada. |  |
| Muy Buena | Barrera confiable y adecuada. |  |

Tabla 3 Efectividad de la barrera

Fuente: Wolters Kluwer - BowtieXP

Disponibilidad de la Barrera: Esta característica indica si en el momento en el que se revisa la instalación la barrera se encuentra **disponible** o **no disponible**, ver Tabla 4.

| Disponibilidad de la Barrera | Color |
|------------------------------|---|
| Disponible |  |
| No Disponible |  |

Tabla 4 Disponibilidad de la barrera

Fuente: Wolters Kluwer - BowtieXP

Responsable de la Barrera: Esta característica indica la persona que debe responder a la organización por el adecuado mantenimiento de la barrera en cuestión. Para esta característica se indica el rol o cargo responsable.

Definidos estos criterios para la aplicación del Bow tie al desastre del Piper Alpha, en la Figura 13 se presenta el diagrama completo con los elementos asociados a los resultados de la investigación del desastre.

En el diagrama de Bow Tie, Figura 13, se identifica la Amenaza que permitió la liberación del peligro y la materialización de la primera consecuencia, la primera explosión en el módulo C al nivel de 68 ft (20.5m) en la válvula de alivio de presión de seguridad (PSV) de la bomba de inyección de condensado A. En este camino y hasta la última consecuencia fallaron todas las barreras, exceptuando una (1) que fue la que permitió el rescate de los 61 sobrevivientes.

4. Análisis de Falla de Barreras – Las barreras que fallaron

Pese que se encontraron nueve (9) barreras disponibles en el Piper Alfa, tres (3) preventivas y seis (6) de mitigación los resultados de una sola falla permitieron desatar una “bola de nieve” que llevó a la total destrucción de la plataforma y el triste deceso de 167 vidas.

Con la caracterización aplicada a las barreras definidas para el “camino principal” (Main Pathway) se evidencia las fallas de cada una y su crucial importancia para el funcionamiento seguro de las actividades en la plataforma.

Barreras preventivas: El Piper Alpha contaba con tres (3) barreras preventivas para el escenario de error operacional con la “Alineación de la bomba en Mantenimiento” (Evento iniciador definido en la investigación).

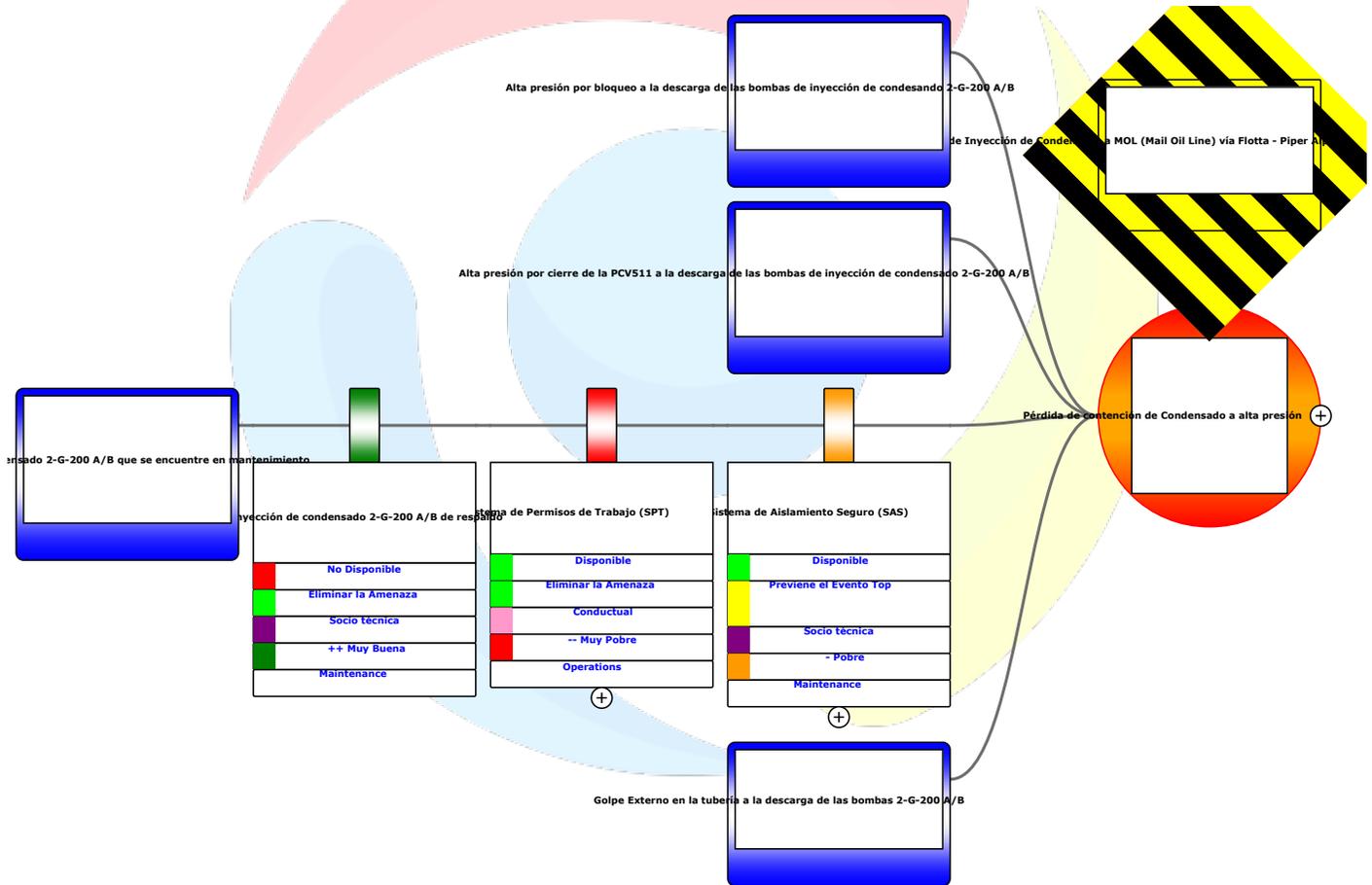


Figura 14 Barreras preventivas caracterizadas - Piper Alpha

Como primer elemento preventivo se contaba con dos (2) bombas para la inyección del condensado a la línea principal de envío de petróleo a Flotta, donde se tenía un respaldo en caso de fallar la bomba en uso, esta barrera tendría la posibilidad de *eliminar la amenaza* con una acción *socio técnica*. El 6 de julio de 1988 la bomba en uso, 2-G-200 B falló, sin embargo, el respaldo se encontraba iniciando un mantenimiento mayor

(overhall) que le tomaría 2 semanas, por lo que no pudieron hacer el cambio inmediatamente. Basados en esta condición la primera barrera, con una *alta eficiencia*, se encontraba *no disponible*.

La segunda barrera corresponde a un control *conductual* referente al sistema de permisos de trabajo. Esta barrera debería tener la capacidad de interrumpir la secuencia de eventos *eliminando la amenaza*, sin embargo, no se le daba la importancia correspondiente, por lo que se convirtió en simplemente un papeleo solicitado. Debido a este sistema *inadecuado y poco confiable* el operador de turno se enteró de manera parcial la intervención de la bomba de inyección de condensado 2-G-200 A, identificó el permiso de trabajo con el que inició ese día el Overhall de la bomba que solo la aisló física y eléctricamente, pero no indicaba nada sobre el trabajo sobre la válvula PSV (alivio de presión de seguridad), esa actividad se encontraba en otro formato de permiso de trabajo, el cual no se cerró de una manera adecuada, no lo conocía el operador de turno, por lo que el fallo de este sistema motivó la alineación de la bomba en mantenimiento. La responsabilidad de un adecuado uso sobre esta barrera tan importante para la seguridad era diariamente opacada por la importancia dada a la producción.

Sin embargo, Piper Alpha tenía una tercera barrera preventiva disponible y correspondía a un sistema aislamiento seguro donde se retiraba la válvula PSV (alivio de presión de seguridad), su función estaba orientada a *prevenir el evento top*, la fuga, considerada para el ejercicio de tipo *socio técnica*, pero de un alto componente conductual, por lo que era *poco confiable*, aunque *disponible*, pero tomó el mismo rumbo de las dos barreras anteriores, también falló, ya que los contratistas de mantenimiento encargados de la PSV, diferentes a los que intervinieron a la bomba, confiados en el aislamiento físico y de energía de la bomba, no aseguraron adecuadamente la brida ciega instalada en la brida donde retiraron la PSV.

La coincidencia de fallas en barreras preventivas, con una ínfima probabilidad, se estaban dando, la secuencia de los eventos estaba permitiendo que se pudiera dar el evento top. Finalmente, a las 10:00 PM de ese 6 de julio de 1988 en el Mar del Norte, 5 minutos después de alinear la bomba 2-G-200 A se empezaron a prender todas las alarmas de detección de gas en el Módulo C y se presentó la explosión que inició las altas consecuencias del desastre.

Barreras de Mitigación: La plataforma Piper Alpha contaba con seis (6) barreras de mitigación orientadas a atender una pérdida de contención de una sustancia inflamable en la zona de proceso, desafortunadamente no se contaba con un análisis de los riesgos que considerara los eventos de explosión, característicos en procesos que manejen gases inflamables como el metano y propano presentes en el proceso.

La primera barrera de mitigación identificada es el sistema de detección de fuego y gas con activación automática del sistema contraincendios, tiene como función *controlar la consecuencia*, de tipo de Hardware activo con una efectividad buena, ya que cubre toda la zona de procesos y apoyaría con la refrigeración de los equipos y estructuras, sin embargo, por la explosión los sistemas eléctricos quedaron desactivados y el sistema de bombeo de respaldo con diésel se encuentra *No disponible*, ya que la operación autorizó pasar las bombas a manual para evitar afectación a los buzos cuando realizaban las actividades de mantenimiento.

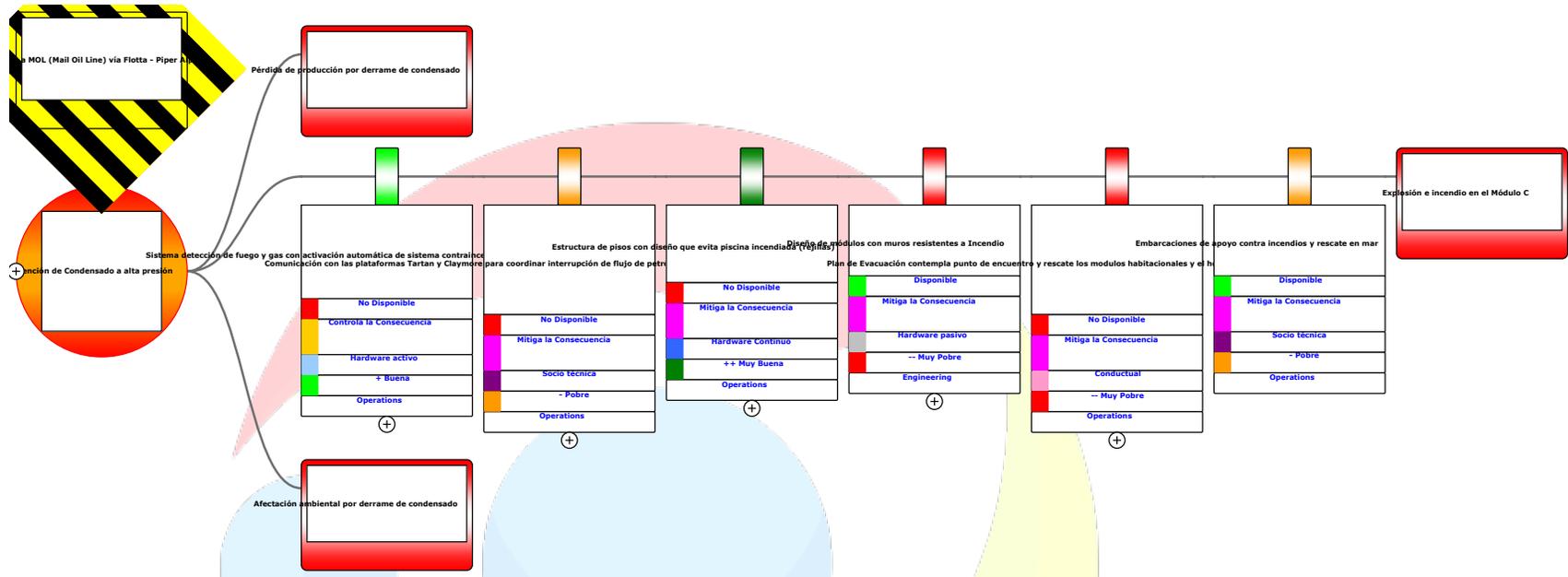


Figura 15 Barreras de mitigación caracterizadas - Piper Alpha

La segunda barrera de mitigación corresponde a la comunicación entre las plataformas Tarta, Claymore y Piper Alpha, para que, en caso de emergencia, principalmente en la Piper Alpha, ya que tanto Claymore como Tartan enviaban su producción de petróleo y gas a la costa a través de Piper, interrumpieran el flujo para evitar incrementar la alimentación de combustible en caso de incendio. La función de la barrera es *Mitigar la consecuencia*, de tipo *socio técnica* de una eficiencia *pobre* ya que depende de una gran participación conductual, desafortunadamente no se tenía un protocolo de interrupción de flujo si no existía una indicación directa. El día del desastre Piper Alpha no pudo comunicarse con Tartan y Claymore, por lo que la interrupción del flujo se dio mucho tiempo después del incendio.

La tercera barrera de mitigación es la estructura de los pisos con diseño que evita piscina incendiada (rejillas), esta condición permitiría que los derramos de fluidos inflamables no quedaran contenidos en la estructura e irradiar zonas delicadas de estructura o de proceso, es una barrera con la función de *mitigar la consecuencia* de tipo *Hardware continuo* muy efectivo, sin embargo, una zona muy crítica, debajo de los módulos de proceso, los pisos eran cubiertos con goma para que los buzos pudieran caminar descalzos al entrar y salir de sus labores, lo que permitió contener hidrocarburos que ayudaron a incrementar los incendios, explosiones y debilitar la estructura, por lo que la barrera estuvo *No Disponible*.

Como cuarta barrera se identificó el plan de evacuación contempla como punto de encuentro y rescate los módulos habitacionales y helipuerto, lo que tiene como función *mitigar la consecuencia* y *tipo conductual* de una eficiencia *muy pobre*, ya que, para el evento del 6 de julio de 1988, el helipuerto *no estaba disponible* para el gran incendio y humo sobre este, lo que llevó a que 81 personas esperaran un rescate que nunca llegó.

Como última barrera y de las pocas que funcionaron este fatídico día, fueron las embarcaciones de apoyo contraincendios y rescate en mar, que tiene como función igualmente *mitigar la consecuencia*, de *tipo socio técnico* y efectividad *pobre*, las embarcaciones estuvieron cerca y *disponibles* y a través de estas se rescató la totalidad de los 61 sobrevivientes.

En la siguiente Tabla 5 presentamos las barreras disponibles en el escenario del desastre del Piper Alpha y la caracterización correspondiente. Disponer de un análisis de riesgo de calidad y detallado de una instalación que permita llegar a un detalle de información de este tipo puede hacer la diferencia entre la vida y la muerte.

| Ítem | Barrera | Ubicación | Caracterización | | | | | Factor de Degradación | Control del FD |
|------|---|-----------------------|--------------------------|-------------------|-------------|----------------|---------------|---|----------------|
| | | | Función | Tipo | Efectividad | Disponibilidad | Responsable | | |
| 1 | Se cuenta con bomba de inyección de condensado de respaldo 2-G-200 A/B | Barrera Preventiva | Eliminar la Amenaza | Sociotécnica | Muy Buena | No Disponible | Mantenimiento | Vacío | Vacío |
| 2 | Sistema de permisos de trabajo (SPT) | Barrera Preventiva | Eliminar la Amenaza | Conductual | Muy Pobre | Disponible | Operaciones | Falla de cierre de permisos de trabajo | Vacío |
| 3 | Sistema de Aislamiento Seguro (SAS) | Barrera Preventiva | Previene el Evento Top | Sociotécnica | Pobre | Disponible | Mantenimiento | Elementos de Aislamiento Seguro incompleto | Vacío |
| 4 | Sistema de detección de fuego y gas con activación automática de sistema conra incendios | Barrera de mitigación | Controla la Consecuencia | Hardware activo | Buena | No Disponible | Operaciones | Interrumpida automatización por trabajo de buzos | Vacío |
| 5 | Comunicación con las plataformas Tartan y Claymore para coordinar interrupción de flujo de petróleo y gas | Barrera de mitigación | Mitiga la Consecuencia | Sociotécnica | Pobre | No Disponible | Operaciones | No Existe protocolo de interrupción de flujo | Vacío |
| 6 | Estructura y pisos con diseño que evita piscina incendiada (rejillas) | Barrera de mitigación | Mitiga la Consecuencia | Hardware continuo | Muy Buena | No Disponible | Operaciones | Los buzos tapaban el piso de estructura en maya con goma para caminar descalzos | Vacío |
| 7 | Diseño de módulos con muros resistentes a incendios | Barrera de mitigación | Mitiga la Consecuencia | Hardware pasivo | Muy Pobre | Disponible | Ingeniería | Mecanismo expuesto a eventos de explosión | Vacío |
| 8 | Plan de evacuación contempla punto de encuentro y rescate los módulos habitacionales y el helipuerto | Barrera de mitigación | Mitiga la Consecuencia | Conductual | Muy Pobre | No Disponible | Operaciones | No consideró el escenario de incendio y generación de humo sobre módulos de habitaciones y helipuerto | Vacío |
| 9 | Embarcaciones de apoyo contra incendios y rescate en mar | Barrera de mitigación | Mitiga la Consecuencia | Sociotécnica | Pobre | Disponible | Operaciones | Vacío | Vacío |

Tabla 5 Análisis de Barreras - Piper Alpha

5. Lecciones Aprendidas

Del “Public Inquiry”, que inició como una investigación judicial, teniendo toda la rigurosidad de una investigación criminalística, permitió concluir a uno de los asesores técnicos de Lord Cullen, Brian Appleton, siete factores determinantes para lo sucedido en Piper Alpha:

Factor 1: Deficiente entrenamiento y capacitación del personal directo y contratado. Nunca se realizó un entrenamiento formal a las personas que estaban en la plataforma por lo tanto no se conocía el procedimiento de sistema de permisos de trabajo.

Factor 2: Deficiente análisis de riesgos e identificación de escenarios de peligro. No se realizó una profunda identificación de los escenarios de peligro que justificara la instalación de paredes antiexplosión, por lo que, debido a una condición generalizado, solo se contempló la instalación de muros contraincendios.

Factor 3: Deficiente gerenciamiento de la seguridad. En un estudio realizado un año antes del accidente se identificó el peligro asociado a las tuberías ascendentes de gas que conectaban a Piper Alpha con las otras plataformas y la costa, sin embargo, no se cuestionó la identificación de este posible escenario y no se tomó ninguna acción al respecto, no se gestionó.

Factor 4: Deficiente calidad en las decisiones de seguridad. Se identificó el problema de los buzos con la succión de las bombas de contraincendios, sin embargo, se decidió desactivar un sistema automático que protegía 226 personas para proteger 4 personas de manera esporádica. Una decisión de seguridad de calidad cuestionable.

Factor 5: Deficiente gestión de los peligros y manejo de las emergencias. Se pudo evidenciar en la investigación que las personas que se resguardaban en los módulos habitacionales murieron por la intoxicación y ahogamiento debido al humo, esto pese que los contenedores tenían compuertas en la ventilación “dampers” que se cerraban al detectar incendio, sin embargo, las puertas contraincendios se mantenían abiertas para facilitar el tránsito, por lo que el humo pudo invadir las habitaciones.

Factor 6: Inexistente entrenamiento en evacuación y simulacros. El gerente de la instalación en alta mar había tenido un inadecuado entrenamiento en el manejo de las emergencias, incluso, no había tenido un solo simulacro desde que ingresó a la plataforma.

Factor 7: Deficiente Calidad en las auditorías de seguridad. De frecuencia diaria se solicitaba que un supervisor de seguridad revisara el funcionamiento de los permisos de trabajo, sin embargo, nunca reportó fallas al sistema. Seis meses antes del desastre se realizó una auditoría interna, donde uno de los temas auditados eran los permisos de trabajo, la auditoría no reportó fallas en los permisos de trabajo.

Las fallas en la calidad de las auditorías generan un doble riesgo, por un lado, se pierde la posibilidad de identificar falencias y por otro se genera una falsa sensación de seguridad, por lo que la gerencia se adormece y se distrae en otros aspectos menos importantes.

Teniendo claridad sobre los factores que llevaron al desastre, y continuando con los resultados de la investigación, se concluyó cuatro principales lecciones a ser tenidas en cuenta por las organizaciones, las cuales sería posteriormente consideradas en la legislación del Reino Unido:

Lección 1: La seguridad es responsabilidad de la alta gerencia. En el día a día de las instalaciones se suele apuntar al departamento de seguridad o a su representante como responsables de la seguridad de la operación, sin embargo, quienes pueden asegurar el adecuado comportamiento y condición de las instalaciones son los asociados a la línea directa de la gerencia. Desde el director ejecutivo hasta el supervisor más bajo.

Lección 2: Enfoque sistemático de la seguridad. Los sistemas asociados a la seguridad, tales como sistemas de permiso de trabajo (barrera preventiva 2), sistema de aislamiento seguro (barrera preventiva 3), sistema contra incendios (barrera de mitigación 1), fallaron o no estaban disponibles o incluso no habían sistemas donde se requerían, por lo tanto, se vio la necesidad de enfocar la seguridad de una manera sistemática que permita su funcionamiento cuando se requiera y de manera disciplinada, convirtiéndolo en cultura para su adecuada ejecución.

Lección 3: Calidad en la gestión de la seguridad. Muchas decisiones que se tomaron basadas en condiciones de seguridad fueron inapropiadas o inadecuadas, principalmente basados en una muy baja percepción del peligro y priorizando la producción a la seguridad, con esto, nuevamente se dejaban de identificar condiciones latentes del peligro que no estaban gestionadas. Por lo tanto, el personal en la línea de la gerencia debe considerar la calidad de las decisiones que se toman basados en la seguridad de las personas y la instalación, partiendo de fuentes de experiencia y conocimiento al respecto.

Lección 4: Calidad en las auditorías de seguridad. De una mala gestión en la seguridad a unas auditorías que continuaban con el mismo rumbo. Es fundamental la adecuada aplicación de las auditorías para que se tenga un juicio verídico de la condición de la instalación, preferiblemente con un punto de vista imparcial. Incluso, si las condiciones actuales en seguridad son muy buenas, seguramente habrá oportunidad de mejorar aún más en algo.

6. Conclusión

Como resultado de todo este análisis y de la consulta de todas las fuentes bibliográficas relacionadas considero que el eje central sobre el cual se dio posibilidad a la existencia a todo el desastre es la baja percepción del peligro y la mala costumbre del ser humano a creer que su propia experiencia es suficiente para cuidar y proteger el futuro de una comunidad. Es muy común ver el comportamiento del personal en las operaciones tan concentrado en sus metas de producción que difícilmente ven el potencial de daño que se puede causar, incluso, a ellos mismos.

Tengo amplia experiencia en aplicación de análisis de riesgos y durante los ejercicios de identificación de escenarios de seguridad de procesos, es muy común encontrar como consecuencia de interés a un evento de proceso la parada de la planta. Si bien es cierto que la parada de la planta es un evento no deseado, los diseños de las instalaciones incluyen esta condición como barrera de protección para una consecuencia que tenga el potencial de afectar las personas, los activos o el

medio ambiente, sin embargo, como habitualmente estas protecciones funcionan, la percepción de la operación es que nunca ocurre, pero el día que ocurre puede ser cuestión de vida o muerte.

Es fundamental entender que escenarios de alta consecuencia tienen la **posibilidad** de ocurrir en nuestras instalaciones, ya que, si es **posible** que ocurran, debemos **considerarlos**.

“The sum and quality of our individual contribution to the management of safety determines whether the colleagues we work with live or die.”

Sir Brian Appleton

Technical Assessor at Lord Cullen Inquiry

7. Referencias

- [1]. Cullen, W.D.: The Public Inquiry into the Piper Alpha Disaster, HMSO, Londres, 1990
- [2]. Macleod, F. & Richardson S.: Piper Alpha: The Disaster in Detail, [thechemicalengineer.com](https://www.thechemicalengineer.com/features/piper-alpha-the-disaster-in-detail/)
<https://www.thechemicalengineer.com/features/piper-alpha-the-disaster-in-detail/>, 2018
- [3]. Appleton, B: Lecture by Brian Appleton (Technical Adviser to the Enquiry) on Piper Alpha Accident, https://www.youtube.com/watch?v=S9h8MKG88_U&t=11s