



**TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA
EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**El impacto de una adecuada gestión de los cambios en organizaciones
industriales para la prevención de incidentes**

Tesista: Eduardo Germán Pértile Sanchez

Director de Tesis: Carlos Luque Colombres

Buenos Aires, Argentina

Octubre 2022

Resumen

El trabajo consiste en una investigación respecto de la importancia que tiene la adecuada y sistemática gestión de los cambios que se introducen en las organizaciones industriales y su posible incidencia en la ocurrencia de incidentes industriales cuando no son gestionados de manera adecuada.

Palabras claves: Gestión del Cambio Organizacional, Modelos de Gestión, Excelencia Operativa, Seguridad Operacional, Cultura en Seguridad, Liderazgo, Incidentes Industriales, Análisis de Riesgo, Rediseño de Procesos y Cambios Estructurales.

Abstract

The aim of this paper is to investigate about the importance of the adequate and systematic management of changes that are introduced in industrial organizations and their possible impact on the occurrence of industrial incidents when they are not managed properly.

Keywords: Organizational Change Management, Management Models, Operational Excellence, Operational Safety, Safety Culture, Leadership, Industrial Incidents, Risk Analysis, Process Redesign, Structural Changes.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi familia por su comprensión y entendimiento por el tiempo quitado, muchas veces adaptando la rutina familiar a las demandas del estudio.

Agradezco a mi Director de tesis por la colaboración, aportes y predisposición para orientar y mejorar el trabajo.

Contenido

Resumen	2
Abstract	3
Agradecimientos	4
Capítulo 1	9
Contexto	9
Planteamiento del problema	11
Objetivo General	12
Objetivos Específicos	12
Justificación	12
Capítulo 2	14
Marco Teórico	14
Gestión de los cambios	14
Concepto de cambio	14
Fuerzas del cambio	16
Barreras que atentan contra la implementación de cambios organizacionales	19
Rol de la alta dirección y de los líderes intermedios	20
Influencia de la cultura organizacional	21
Modelos de gestión del cambio	22
Modelo de Kotter	22
Teoría de los Sistemas Complejos Adaptativos - Kauffman	23
Modelo ADKAR	25
Gestión de Proyectos	26
Softwares para la administración de los cambios	28
Incidentes Industriales	29

Incidentes versus accidentes industriales _____	29
El concepto de Peligro _____	31
Factores de riesgo _____	32
Modelo del efecto acumulativo o del queso suizo _____	32
Seguridad de los procesos _____	36
Definiciones de Evento de Seguridad de Proceso Nivel 1 (TIER 1) y Nivel 2 _____	37
(TIER 2) _____	37
Interpretación de la teoría seleccionada en relación con el objeto de la investigación _____	39
Capítulo 3 _____	41
Diseño Metodológico y Tipo de Investigación _____	41
Fuentes de información _____	42
Herramientas _____	43
Variables _____	45
Capítulo 4 _____	46
Desarrollo de la Investigación _____	46
Trabajo de campo en organización industrial _____	46
Resultados de Encuesta _____	50
Vinculación entre Gestión de los Cambios y Gestión de Proyectos _____	53
Aspectos preventivos y proactivos como barreras para evitar incidentes _____	56
Conexión entre la Pirámide de Accidentalidad y la Gestión del Cambio _____	57
Desarrollo del proceso de gestión del cambio propuesto _____	60
Estudio de Incidentes Industriales y análisis de estadística _____	69
Incidentes en la industria de Oil & Gas _____	70
Incidentes industriales en Alemania _____	73
Incidentes relacionados con la utilización de Hidrógeno _____	74
Indicadores de Evento de Seguridad de Procesos Nivel 1 _____	76
Grandes incidentes originados por una inadecuada gestión de los cambios _____	78
Incidentes originados por cambios subestimados respecto a su potencial riesgo _____	79
Influencia de los cambios organizacionales en la introducción de riesgos _____	79

Afectación de los cambios en los Peligros - Factores de Riesgo y Accidentes_____	80
Vínculos entre la introducción de cambios y la ocurrencia de incidentes_____	81
Aspectos legales exigen la aplicación de la gestión de los cambios _____	81
Bibliografía que verifica la relación entre una inadecuada gestión de los cambios y la ocurrencia de incidentes _____	82
Instituciones referentes que recomiendan la implementación de la gestión del cambio _____	84
Capítulo 5 _____	86
Conclusiones_____	86
Buenas prácticas para tener en cuenta en el proceso de gestión del cambio _____	88
Aspectos en los que no se debe incurrir en el tratamiento de los cambios _____	90
Propuesta de Esquema de Diagnóstico y de Seguimiento _____	90
Aspectos organizacionales identificados con impacto en el tratamiento de los cambios _____	94
Impacto en el Negocio _____	97
Proceso virtuoso_____	102
Aspectos identificados para futuros abordajes _____	103
Corolario final _____	104
Bibliografía_____	106
ANEXO I – Formulario de encuesta _____	112
ANEXO II – Resultado de encuesta _____	116
ANEXO III – Flujograma propuesto del Proceso de Gestión del Cambio _____	121
ANEXO IV - Grandes incidentes originados por una inadecuada gestión de los cambios _____	122
Incidente 1: Modificaciones temporarias - Explosión de planta química. _____	122

Incidente 2: Modificación del proceso - Explosión en planta.	123
Incidente 3: Actividades de mantenimiento - Incidente en Refinería.	126
Incidente 4: Cambio en insumos y receta de producción – Explosión en química.	128
Incidente 5: Operación en circunstancias anormales – Incendio en refinería.	130
Incidente 6: Cambio de tecnología del proceso – Explosión en petroquímica.	131
Incidente 7: Acumulación de pequeños cambios - Explosión en tanque	132
<i>ANEXO V - Incidentes originados por cambios que se introducen en la instalación y que son subestimados respecto a su potencial riesgo</i>	135
Incidente 1: Modificación de dispositivo de protección contra la sobrepresión y vacío de un tanque.	135
Incidente 2: Modificación de conexiones en cisterna de un camión.	136
Incidente 3: Reemplazo de un repuesto original.	137
<i>ANEXO VI - Aspectos legales exigen la aplicación de la gestión de los cambios</i>	138
CASO 1: OSHA 1910.119 “Process safety management of highly hazardous chemicals” – Estados Unidos.	138
CASO 2: Res. 203-2020-OS/CD “Disposiciones para la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad de Procesos en las instalaciones donde se realizan actividades de Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos” – Perú.	139
CASO 3: RANP 5 – 2014- “Regulamento técnico do sistema de gerenciamento da segurança operacional de refinarias de petróleo” – Brasil.	140
CASO 4: Decreto N° 1072 DE 2015 “Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo” – Colombia.	141

Capítulo 1

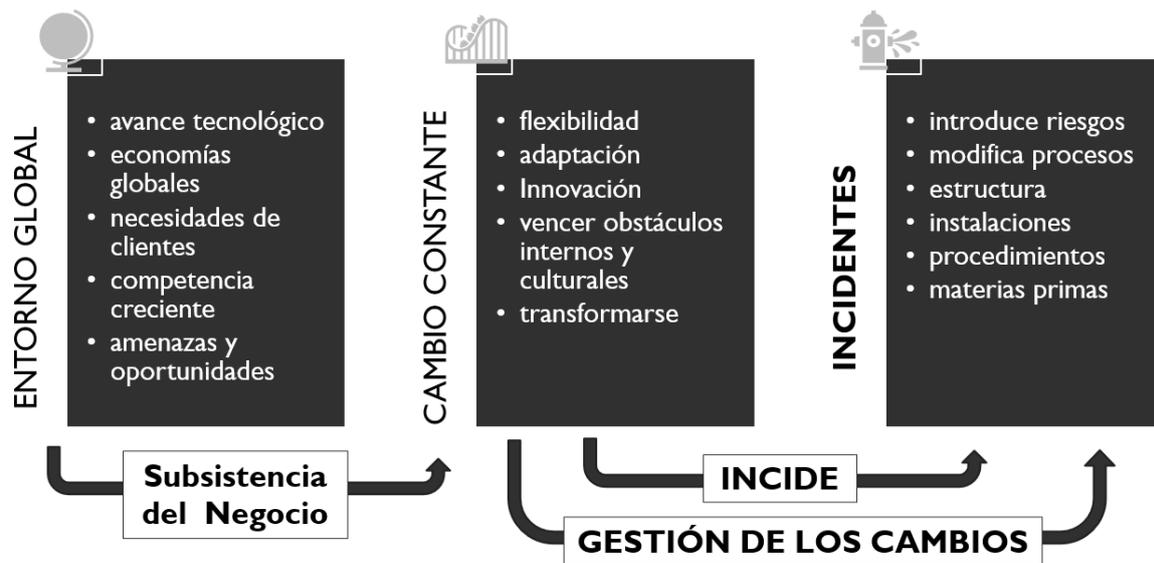
Contexto

En un entorno global, las organizaciones se ven impactadas por cientos de variables que las obliga a ser flexibles y contar con capacidad de adaptación e innovación para mantenerse competitivas en el mercado. El avance tecnológico, la competencia, las presiones económicas, el entorno empresarial complejo y las necesidades cambiantes de los clientes obligan constantemente a los directivos de las organizaciones a introducir modificaciones para mantener su vigencia en el tiempo.

En las organizaciones industriales existe un componente de cambio y de complejidad muy desafiante, relacionado con una amplia gama de materiales, productos, fabricantes, proveedores de servicios, contratistas, clientes, profesionales, entre otros. Por ello, para que la organización industrial sea sustentable, la adecuada gestión de los cambios que se introducen es un aspecto primordial que se debe administrar de manera eficiente y siempre en la búsqueda de que sea parte de la cultura organizacional.

No se visualiza que el ritmo de transformación en el mundo de los negocios vaya a disminuir en el futuro. Por el contrario, la competencia en las industrias se acelerará. Por lo tanto, las organizaciones estarán expuestas a riesgos y oportunidades, que deberán ser capaces de sortear y administrar para operar de manera sustentable. Deberán ser capaces de transformarse con rapidez derribando los obstáculos internos y culturales que atenten contra este proceso.

Figura 1. Motivación de la elección.



Fuente: *Elaboración propia.*

En el trabajo se considerará como cambio a toda modificación en equipos, organización, procedimientos, materias primas o condiciones de proceso, ya sea de carácter temporal o permanente, que suponga una variación con respecto a la información que documenta el diseño original del proceso. Específicamente, se centrará en los cambios que afecten a aspectos técnicos y organizacionales de los activos industriales.

Por lo expuesto, se considera necesario implementar en las organizaciones industriales un adecuado proceso de gestión de los cambios, debiendo ser éste la metodología formal para atender las modificaciones introducidas en la organización y debe incluir un enfoque sistemático y de aplicación del conocimiento. Su ejecución eficiente permitirá eliminar o mitigar los efectos adversos que se pudieran producir.

El implementar adecuadamente la gestión de los cambios en las organizaciones posiblemente traiga asociado el beneficio de que las personas aprendan nuevos comportamientos y hábitos que favorezcan a registrar formalmente las modificaciones y a realizar un correcto análisis de los riesgos asociados.

Una correcta gestión de los cambios favorecería a disminuir la probabilidad de ocurrencia de incidentes, evitando de esta manera impactos negativos en las operaciones y preservando la imagen de la organización ante su entorno.

La inadecuada gestión de los cambios no es exclusividad de algún grupo de industria en particular o del tamaño de esta, los incidentes ocasionados por esta falencia ocurren en organizaciones disímiles.

Planteamiento del problema

El tema por investigar refiere al manejo de la gestión de los cambios que se introducen en organizaciones industriales y su importancia en la prevención de incidentes.

El estudio se centrará en organizaciones con procesos industriales y se tomará un período de tiempo en el que se puedan encontrar incidentes significativos en la industria que sustenten el tema de estudio.

Cuando en una organización industrial no se gestionan de manera adecuada los cambios que se introducen en sus procesos, en sus instalaciones, en sus recursos humanos o en la tecnología, se incrementa la probabilidad de que la misma incurra en incidentes originados a causa de esas modificaciones. Esto se produce debido a que, si se cambian las condiciones originales de diseño u operación y no se analizan los riesgos asociados, la organización estará expuesta a nuevas situaciones que no tienen identificadas y por lo tanto están fuera de su control. Existen evidencias de numerosos incidentes, de distinta envergadura e índole, que tuvieron como disparador un inadecuado tratamiento de algún cambio introducido.

Este trabajo busca responder la siguiente pregunta: ¿Existe alguna relación entre una inadecuada gestión de los cambios y la ocurrencia de incidentes en las organizaciones industriales?

Objetivo General

Determinar si una inadecuada gestión de los cambios puede ser causante o contribuye a la ocurrencia de incidentes en las organizaciones industriales.

Objetivos Específicos

- Proponer una metodología / procedimiento para gestionar de manera eficiente los cambios organizacionales.
- Identificar aspectos organizacionales que permitan instaurar una adecuada gestión de los cambios en las empresas.
- Determinar quiénes deben ser los precursores de la gestión de los cambios para su implementación adecuada.
- Identificar incidentes industriales por las causas raíz que lo provocaron y verificar si existe relación con cambios introducidos y mal gestionados.

Justificación

Las operaciones en las organizaciones industriales en general están expuestas a un importante nivel de peligrosidad y de consecuencias negativas ante la ocurrencia de incidentes, es por ello que esta investigación analizará la metodología de trabajo que conduzca a la excelencia operativa de manera de tener bajo control los procesos y las operaciones. Procurando de esta forma disminuir los riesgos, la probabilidad de ocurrencia de incidentes y las consecuencias negativas a las que podría estar expuesta la organización si hace caso omiso al tratamiento adecuado de los cambios. Si no se logra lo expuesto se puede incurrir en pérdidas económicas, consecuencias negativas en las personas, afectaciones ambientales, perjuicios en la imagen de la organización, desaparición del negocio, entre otros.

Adicionalmente, la implementación del modelo de gestión de los cambios fortalecerá la cultura de la organización, así como la participación de los diversos actores involucrados en el cambio y permitirá concientizar sobre la importancia de trabajar con procesos robustos y controlados, logrando la minimización de incidentes y evitando los daños mencionados.

Capítulo 2

Marco Teórico

Gestión de los cambios

Como se ha mencionado en la introducción, las organizaciones deben incorporar cambios en aspectos organizacionales, operativos y tecnológicos y estos deben ser aceptados por sus integrantes y ser gestionados de manera adecuada para no incrementar la vulnerabilidad en la ocurrencia de incidentes. El no tener una gestión adecuada de los cambios que se introducen en las organizaciones puede adicionar riesgos mayores a los que se tenían antes de implementar la modificación y también incrementar la probabilidad de ocurrencia de incidentes.

Según Hiatt y Creasey (2012) la gestión del cambio es la aplicación de procesos y herramientas para gestionar el lado de las personas referidas al cambio desde un estado actual a un nuevo estado futuro de modo que se logren los resultados deseados del cambio y el retorno esperado de la inversión.

Previo a la introducción de los modelos de gestión de los cambios que se utilizarán en el trabajo, se introducirán algunos conceptos necesarios.

Concepto de cambio

Para Newstron, J. (2011) el cambio organizacional representa una modificación que ocurre en el ambiente de trabajo que afecta la estabilidad de la organización y produce efectos en quienes lo experimentan. Haciendo referencia a las consecuencias profundas que pueden causar en su entorno.

Proulx (2015) señala que un cambio organizacional es toda modificación observada en la cultura o en la estructura de la organización y que perdura en el tiempo.

En tanto que Gibson, Ivancevich y Donnelly (2006) señalan que la supervivencia de las organizaciones dependerá de su capacidad de dominar el cambio y que estos tienen que ver con los aspectos administrativos, tecnológicos o recursos que puedan afectarse con el cambio, sin dejar de lado el aspecto humano involucrado.

Según Burnes (2004) el cambio es una característica siempre presente en la vida de una organización, tanto a nivel operativo, como estratégico; por lo que es necesario contar con una administración y tratamiento adecuado de tales modificaciones.

En todos los casos, se manifiesta la necesidad de la implementación de cambios en las organizaciones para que puedan ser sustentables en el tiempo.

En función de las distintas perspectivas mencionadas, en este trabajo se considerará como cambio a toda modificación en equipos, organización, procedimientos, materias primas o condiciones de proceso, ya sea de carácter temporal o permanente, que suponga una variación con respecto a la información que documenta el diseño original del proceso y de las instalaciones.

Específicamente, la investigación se centrará en los cambios que afecten a aspectos técnicos y organizacionales de los activos industriales.

Los cambios que se introducen en las organizaciones industriales se pueden agrupar de acuerdo con las siguientes características:

- Equipos, instalaciones o productos.
- Tecnológicos.
- De diseño y funcionamiento organizacional.
- De procedimientos y responsabilidades operacionales.
- Por procesos de mejora continua.
- En los parámetros, normas y estándares de funcionamiento de equipos y procesos.
- Conductuales de los trabajadores.

- De horarios, condiciones del entorno o rotaciones de turnos de trabajo.
- En las cargas de trabajo del personal.
- Determinados por la subcontratación o tercerización.
- Entre otros.

Si los cambios no se canalizan de manera adecuada, puede generarse la alteración de algún proceso, equipo o instalación que rompa el equilibrio organizacional. Un desafío que las organizaciones actuales deben afrontar es el poder adaptarse a las necesidades del entorno implementando los cambios de manera ordenada y sistemática.

Fuerzas del cambio

Es importante que las empresas desarrollen la capacidad de gestionar los cambios organizacionales que se les presenten y puedan incorporarlo como un valor cultural.

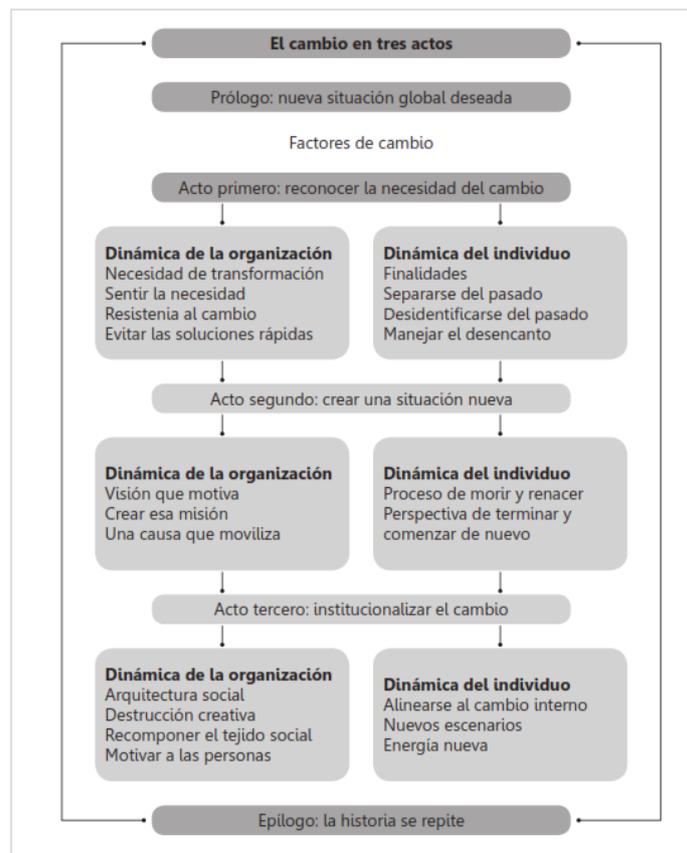
Robbins (2004) precisa al respecto que, en el ambiente cambiante y dinámico actual, existen ciertas fuerzas que impulsan el cambio en una organización y pueden resumirse en seis:

- La naturaleza de la fuerza de trabajo. Las organizaciones deben aprovechar y adaptarse a un entorno multicultural y buscar la diversidad en sus trabajadores.
- La tecnología. Este factor está cambiando la forma de trabajo y a velocidades inéditas.
- Las crisis económicas. Representan constantes fluctuaciones financieras, hacen más incierto y menos previsible el futuro y provocan la apertura o caída de organizaciones.
- La competencia. Afectada por la globalización, obliga a defenderse de competidores de cualquier parte del planeta y de cualquier tamaño ya que una empresa pequeña con un desarrollo innovador puede hacer desaparecer a una compañía grande y tradicional. Se requiere de flexibilidad.
- Las tendencias sociales. Cada vez menos estáticas e influenciadas por las facilidades actuales de comunicación masiva y digital.

- La política mundial. El comportamiento convulsionado que ha tenido ha obligado a cambiar algunos estereotipos en las organizaciones.

En el modelo propuesto por Proulx (2015) el cambio organizacional se da en tres actos: reconocer la necesidad del cambio, crear una situación nueva e institucionalizar el cambio. Es importante contemplar de manera paralela la dinámica de la organización respecto a la dinámica de los individuos como eje principal para lograr una gestión de cambio organizacional referido al trabajador. Se debe considerar al individuo como agente fundamental en el proceso de cambio y que concluido el mismo resurge nuevamente la necesidad del cambio y se inicia un nuevo ciclo. Las etapas y la dinámica de interacción se reflejan en la siguiente figura.

Figura 2. *Etapas por la que transcurre el cambio organizacional.*



Fuente: Proulx, D. (2015). *Diagnóstico y cambio organizacional: Elementos claves.*

En todo proceso de cambio se produce una brecha que separa la situación actual en la que se está, de la situación deseada a la que se quiere llegar. Esa brecha es un campo de fuerzas, donde luchan entre sí todos los obstáculos, resistencias, creencias, deseos, necesidades, motivaciones, emociones, entre otros, que le impiden a una persona estar donde quieren estar y lograr su meta. Lewin, K. (1951) estableció que ese campo de fuerzas está presidido por una lucha entre un conjunto de fuerzas opuestas: las fuerzas impulsoras y las fuerzas represoras. Las fuerzas impulsoras o positivas son las que nos motivan al cambio, las que nos acercan a nuestro objetivo o situación deseada de cambio. Las fuerzas represoras o negativas son las que nos mantienen en la situación actual, conservan el statu quo y frenan el cambio.

El análisis de Campo de Fuerzas es una herramienta que permite trabajar la resistencia al cambio a través de identificar las fuerzas impulsoras y las fuerzas represoras del cambio. La herramienta ayuda además a encontrar los factores (internos y externos) que pueden apoyar el cambio, así como a contrarrestar los factores internos y externos que pueden estar reprimiendo el cambio.

El presente trabajo se focalizará en las fuerzas que se deben activar en el interior de la organización para poder llevar adelante los cambios necesarios con diligencia y en los tiempos que se requieren. Dentro del procedimiento que gobierna la gestión de los cambios se incorporará, de cierta manera, este juego de fuerzas y en el cual cada uno de los actores del proceso deberá evidenciar y justificar su visión para que contribuya a la toma de la decisión de si el cambio propuesto es adecuado y en tal caso como ejecutar su implementación. Se hará especial énfasis en la figura del Gestor del Cambio como figura que impulsa a los distintos integrantes en la concreción de la modificación requerida.

Barreras que atentan contra la implementación de cambios organizacionales

Mosadeghrad y Ansarian (2014) identificaron las principales barreras que atentan contra una exitosa implementación de un programa de cambio en las organizaciones y fueron agrupadas en las siguientes tres categorías:

- Barreras estratégicas:
 - ✓ falta de compromiso y participación de la alta dirección
 - ✓ cultura organizacional inadecuada
 - ✓ apatía y resistencia de los empleados
 - ✓ liderazgo deficiente
 - ✓ falta de apoyo financiero
 - ✓ falta de un plan de cambio
- Barreras de recursos humanos
 - ✓ falta de compromiso y participación de los empleados
 - ✓ capacitación insuficiente
 - ✓ falta de motivación
 - ✓ escasez de empleados
- Barreras contextuales
 - ✓ mala comunicación
 - ✓ política organizacional
 - ✓ falta de orientación de equipos

En otro sentido, se verificó que las barreras identificadas dependían si la organización se desempeñaba en países desarrollados o en desarrollo. Otra característica que se detectó es que también depende si se trata de empresas manufactureras o de servicios. Esto indica que no existe una receta única a aplicar para todas las organizaciones.

Hrebiniak (2006) en un estudio de 243 gerentes que participaron en el proceso de implementación del cambio, encontró que la falta de capacidad de los gerentes para manejar el cambio y reducir la resistencia es el principal obstáculo al programa de cambio. Muchos de los obstáculos que entorpecen el programa de cambio, como la falta de una visión clara, la resistencia de los empleados al cambio, deficiencias en la planificación, en la definición de la estrategia y en la comunicación, están relacionados con la eficacia con la que se gestiona el programa de cambio. Los gerentes que no administran estos aspectos crean más estrés para los empleados que están aplicando el cambio organizacional. La alta dirección es responsable de planificar y liderar el cambio organizativo.

Srinidhi (1998) sostiene que la falta de participación de la alta dirección es la barrera más crítica para la implementación estratégica de la gestión de la calidad y cambios.

Rol de la alta dirección y de los líderes intermedios

El compromiso de la alta dirección es el factor más importante para el éxito o el fracaso de las iniciativas de cambio. La participación de la alta dirección ayuda a establecer un sentido de urgencia del programa de cambio (Hansson y Klefsjo, 2003). La limitada experiencia y capacitación de la alta dirección en el programa de cambio organizacional son obstáculos importantes para su participación en la iniciativa de cambio.

Los líderes tienen un papel fundamental en el liderazgo del programa de cambio, desarrollando y comunicando una visión, motivando a los empleados a participar activamente y superando la resistencia y el conflicto (Pasternack y Viscio, 1998).

Es más probable que el cambio fracase cuando lo impulsa un liderazgo ineficaz (Cummings y Worley, 2005).

El cambio organizacional requiere de líderes efectivos, que apliquen diferentes estilos de liderazgo en diferentes circunstancias para inspirar, motivar y capacitar a los empleados para que acepten la responsabilidad del cambio organizacional, desarrollen sus habilidades y conocimientos de manera de que puedan realizar sus tareas con efectividad y eficiencia (Goleman, 2000).

Los mandos intermedios pueden actuar como barreras para la implementación exitosa de un programa de cambio (Glover, 2000).

El programa de cambio fracasará sin el apoyo y la participación de los mandos intermedios. La falta de participación de los mandos intermedios en las iniciativas de cambio hace que se resistan al programa de cambio y reaccionen con sospecha e incertidumbre (Jacobsen, 2008).

La alta dirección debería involucrar a los mandos intermedios en el diseño y en la promoción del cambio. Los mandos intermedios, debido a su cargo, pueden contribuir enormemente a la implementación del programa de cambio al convertir los objetivos y estrategias de la organización en objetivos departamentales detallados y actividades operativas, explicando los principios del programa de cambio a los empleados de primera línea y asegurando compromiso (Wimalasir, J. S. y Kouzmin, A., 2000).

Influencia de la cultura organizacional

La cultura organizacional es un factor crucial para un programa de cambio exitoso. Esta influye en el cambio organizacional al formar las actitudes de los empleados y gerentes hacia el cambio (Alas y Vadi, 2006). La cultura organizacional debe cambiar para sostener los beneficios del cambio organizacional. Esto implica generar y mejorar la confianza, la motivación, la cooperación y la innovación a través de la seguridad laboral, el trabajo en equipo, el apoyo y la compensación equitativa.

Se necesita un cambio en los factores organizacionales tanto blandos (es decir, visión y valores compartidos) como duros (es decir, sistemas y estructuras) para cambiar la cultura de una organización. Revisión de políticas organizacionales, formación continua, iniciativas de participación de los empleados, mejora de la comunicación. Se ha descubierto que el cambio cultural es un problema importante en la implementación de iniciativas de cambio (Beer, 2003).

Modelos de gestión del cambio

El trabajo introducirá diferentes modelos teóricos que incorporen el concepto de gestión de los cambios organizacionales.

Modelo de Kotter

En el modelo de Kotter, se presenta un proceso de ocho pasos hacia el cambio. Partiendo de crear un sentido de urgencia, involucrar/detectar líderes de cambio, construir una visión y comunicarla de manera eficaz, eliminar los obstáculos, crear triunfos a corto plazo y construir sobre el cambio para ayudar a hacer que este sea parte de la cultura organizacional.

Además, del método de ocho pasos, se rescata un punto crucial que tiene que ver con que toda transformación exitosa se compone entre un 70% y un 90% de *liderazgo* y solo en un 10% a un 30% de *administración*. Es decir que es muy importante planear, presupuestar, organizar, proveer personal, controlar y resolver problemas, pero el liderazgo es mucho más y crucial para el éxito. Éste es clave para definir cómo debería de ser el futuro, alinear a la gente con esa visión e inspirarlos para hacerla realidad a pesar de los obstáculos.

Kotter, describe una serie de errores comunes durante la implementación de los cambios, el que rescata este trabajo se refiere a que muchas veces no se difunden las verdaderas necesidades y urgencias de la necesidad de la transformación y esto hace que sus integrantes desconozcan el peligro al cual están expuestos en caso de que no se implemente el cambio.

Sin esa percepción resulta imposible que toda la organización pueda contribuir al éxito. Para contrarrestar este efecto es fundamental generar una imagen de futuro (visión) y que marque el motivo por el que la gente debe luchar para crear ese futuro.

Un segundo error aplicable al estudio es que los esfuerzos que carecen de una coalición conductora lo suficientemente poderosa, no terminan triunfando en la implementación exitosa de la transformación.

Una reflexión fundamental que se considerará en este trabajo es que para Kottler, la transformación de la cultura se produce luego de que se hayan modificado las acciones de las personas, después que el cambio implementado evidencie resultados sustentables y nunca se produce en las etapas iniciales del proceso, como muchas veces se piensa.

Se toma como referencia este modelo porque brinda un proceso concreto paso a paso que orienta el hacer, esto permite analizar ¿Por dónde empezar? ¿A quién involucrar? entendiendo que el cambio es necesario y hace palpable cómo hacer que suceda ese cambio de forma exitosa.

Teoría de los Sistemas Complejos Adaptativos - Kauffman

Se seleccionó esta teoría de las organizaciones ya que considera que la mejor forma de organización es aquella que permite la adaptación de sus elementos y de su interrelación entre sí, de acuerdo con las necesidades del entorno. La teoría enfatiza en los conjuntos de funciones y elementos necesarios para que el sistema de una organización funcione y se adapte a los cambios.

En esta teoría se puede entender a la complejidad como dos cosas diferentes, una es la unión de varias partes las cuales las hace más fuerte y fácil de adaptar al sistema, y el otro modo de comprender la complejidad es como la fortaleza que tiene un sistema, la cual también permite adaptar los sistemas a los cambios que sucedan en el entorno socioeconómico que los rodea.

Entre más grande y más partes tenga un sistema más complejo será, por lo tanto, ningún cambio tomará a la organización de improvisto o las afectaciones se verán aminoradas gracias a la dificultad y fortaleza de cada parte del sistema.

Los planteamientos de Kauffman tienen hasta implicancias filosóficas y este trabajo no pretende desmenuzar todas sus teorías, pero si rescatar dos conceptos relacionados con la investigación: 1) los sistemas adaptativos complejos se adaptan y evolucionan en un régimen ordenado no muy alejado del límite del caos. Las investigaciones en sistemas sociales naturales han demostrado que el éxito de los sistemas vivos se encuentra relacionado con el nivel de robustez y flexibilidad que estos tienen a las condiciones cambiantes del entorno, señalando que la robustez y la flexibilidad surgen de las habilidades para actuar autónomamente acorde con sus propios intereses, con la capacidad evolutiva y de adaptación, que son el resultado de las propiedades emergentes que provienen de interacciones no lineales entre las partes que los componen; y 2) la autoorganización es una precondition para la adaptabilidad (capacidad para evolucionar). La autoorganización es una característica inherente de los seres vivos y por ende de las organizaciones empresariales, dado que están conformadas por agentes y conjuntos de agentes autónomos que interactúan permanentemente modificando el comportamiento del todo.

Las organizaciones operan entre el orden y el caos, manteniéndose en inestabilidad limitada. Así, cuando una organización se aleja del equilibrio, es decir, se aleja de reglas y patrones preestablecidos, nuevas vías de trabajo son creadas y nuevas formas de organización pueden emerger, facilitando el surgimiento de innovaciones. Las tensiones incentivan la creatividad y facilitan el logro de resultados exitosos.

En función de lo expuesto, se rescata que es importante para las organizaciones los conceptos de complejidad, capacidad de interacción entre sus miembros y por sobre todo la necesidad de adaptación al entorno cambiante a la que está expuesta.

Modelo ADKAR

Hiatt (2006) sostiene que para implementar un cambio en las organizaciones primero es necesario entender como impactará el mismo en cada persona a nivel individual, por lo tanto, para que la organización cambie de manera exitosa, todas las personas involucradas en dicha transformación también deben hacerlo.

El modelo está basado en cinco dimensiones las cuales son un acrónimo de sus siglas en inglés: Awareness (*Conciencia* de la necesidad del cambio), Desire (*Deseo* de apoyar y participar del cambio), Knowledge (*Conocimiento* de cómo cambiar), Ability (*Habilidad* para emplear las capacidades y competencias necesarias), Reinforcement (*Refuerzo* para sostener el cambio), este modelo proporciona el establecimiento de los objetivos para las actividades y brinda un marco de simplicidad en la organización.

El modelo considera que una persona conseguirá realizar un cambio con éxito cuando cuente con estos cinco elementos claves, independientemente del tipo de cambio que se esté realizando. No tiene sentido avanzar de dimensión sin haber cumplido con la anterior, por ejemplo, debemos satisfacer primero la necesidad de entender la finalidad del proyecto antes de continuar en la siguiente dimensión.

Un principio subyacente para gestionar el cambio es que se puede imaginar un estado futuro que sea diferente al actual y que estamos cambiando para lograr un resultado específico y deseado. Las razones que motivan el cambio pueden ser muy diversas. Los proyectos e iniciativas se emprenden no porque sean divertidos o emocionantes, sino porque hay una oportunidad de mejora o un problema que resolver.

Es importante considerar que todas las personas cambian a una velocidad diferente, es por ese motivo que se llama un modelo individual de cambio, por tanto, para cada persona existirá una medición específica y un plan de acción asociado.

El utilizar este modelo para apoyar el cambio individual, genera y sostiene el cambio organizacional y el logro de resultados ya que son los individuos los que colectivamente conforman la organización.

De los conceptos vertidos en este modelo se rescata el aspecto de tener que seguir un proceso ordenado, secuencial y que es fundamental el convencimiento de todas las personas. La gestión del cambio es un marco habilitante para administrar el cambio desde el lado de las personas.

Gestión de Proyectos

El Project Management Institute – PMI (2004) define a un proyecto como un esfuerzo temporal llevado a cabo para la creación de un producto, servicio o resultado único. Se caracterizan por tener un comienzo y un final definido y además crea un entregable único caracterizado por la singularidad. La elaboración gradual es otra particularidad de los proyectos y significa que se desarrolla en pasos y se va aumentando mediante incrementos.

La gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del usuario.

Las organizaciones que realizan proyectos generalmente lo dividen en varias fases para proporcionar un mejor control de gestión y, según sea necesario, para establecer los vínculos adecuados con los grupos operativos. Las fases del proyecto se conocen como ciclo de vida del proyecto y generalmente cada fase está marcada por la finalización con un entregable, un producto de trabajo tangible y verificable (Project Management Institute, 2004).

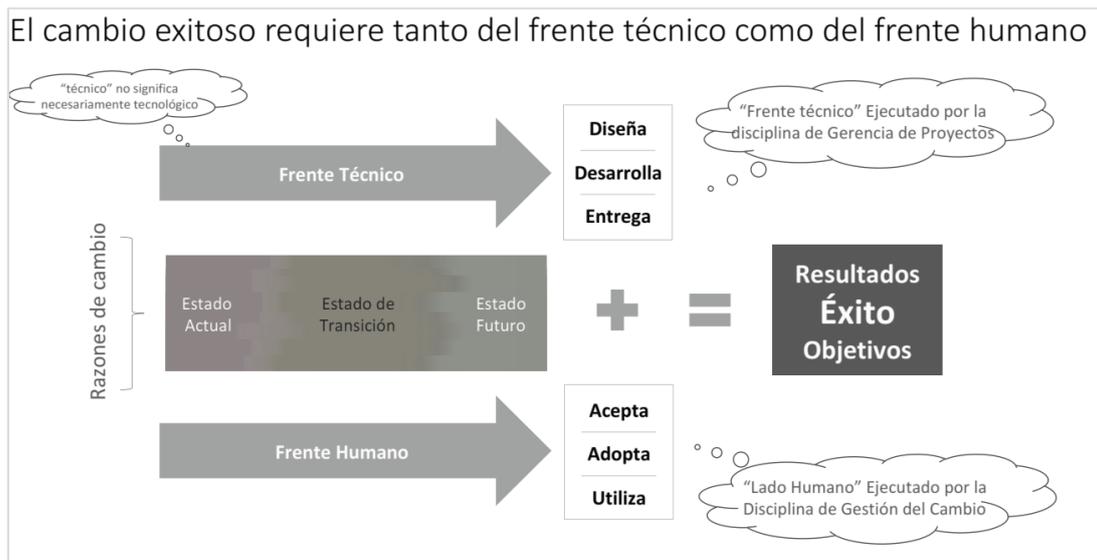
Se puede mencionar como las fases típicas en toda gestión de proyectos a:

- Identificación de la necesidad.
- Definición de alcance y objetivos.
- Diseñar la solución.
- Fase de desarrollo
- Implementación de la solución.

Estas etapas de referencia son análogas a los pasos o fases de un modelo de gestión de cambios. Mientras que la gestión de proyectos pone foco en el aspecto técnico del cambio, la gestión del cambio se concentra en el aspecto humano. Lo descrito guarda cierta relación con el modelo ADKAR y siendo que la gestión de proyectos es el camino para la implementación de los cambios en las organizaciones industriales, es que se toman estos conceptos en el presente trabajo.

Tanto la Gestión de Proyectos como la Gestión de los Cambios trasladan a organizaciones y a personas de un estado actual a un estado futuro. Esto se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 3. Vinculación entre la gestión de los cambios y la gestión de proyectos.



Fuente: PROSCI (2018). *Integrando Change Management & Project Management*.

En la gestión de proyectos la atención se centra en lado técnico, aquí es donde se diseña, desarrolla y entrega la solución de manera eficaz. En la gestión del cambio, la solución está en el lado de las personas. Las dos disciplinas tienen una propuesta de valor conjunta orientada a impulsar los resultados globales de la organización (Hiatt, 2012).

Softwares para la administración de los cambios

Como ya se ha mencionado, el éxito en la implementación de los cambios en última instancia es el resultado de que las personas adopten nuevas habilidades y demuestren nuevas capacidades y que no se producen por el solo hecho de implementar nuevas tecnologías o utilizar las mejores herramientas, pero si es fundamental contar con una aplicación que ayude a ordenar y sistematizar todo el proceso que gestiona el cambio.

La introducción de una aplicación para la gestión de los cambios es un cambio en sí mismo y como toda modificación, se requiere aplicar todo el proceso de implantación de manera que sea conocida, aceptada y utilizada por todas las personas de la organización, de lo contrario no se logrará la efectividad deseada.

En el mercado existe una variedad muy importante de aplicaciones, que van desde las más simple hasta algunas con un alto grado de sofisticación. Cada organización deberá seleccionarla en función de sus necesidades y posibilidades. En líneas generales, todas apuntan a mejorar la administración de documentación ya que permiten cargar toda la información en la herramienta y se evita que la misma esté descentralizada y dependiendo de la administración de los usuarios.

La gestión a través de un software permite disponer de registros objetivos de las actuaciones de los usuarios con sus fechas correspondientes. Esto puede utilizarse para identificar y resolver cuellos de botella y determinar en dónde está demorada una gestión.

Incidentes Industriales

Hasta este punto se introdujo la teoría y los conceptos relacionados con la gestión de los cambios. En este apartado se desarrollarán los aspectos relacionados con los incidentes industriales y de esta manera sentar las bases para en la etapa de desarrollo poder vincular ambos tópicos.

Incidentes versus accidentes industriales

Un accidente es un acontecimiento repentino e inesperado que suele tener consecuencias negativas para alguien. Un incidente es también un suceso que tiene lugar de manera imprevista, pero a diferencia del anterior no tiene por qué ocasionar daño alguno en personas o cosas.

La principal diferencia entre accidente e incidente es que el primero provoca algún daño personal y/o material, mientras que en un incidente puede ocurrir o no un daño en personas, en las instalaciones o la maquinaria.

En un incidente ha existido un evento que ha puesto en peligro la integridad de personas o instalaciones sin que se haya llegado a afectarlos realmente. Esto significa que fue solo producto del azar el hecho de que las consecuencias del incidente hayan sido leves. Este tipo de circunstancia constituye un llamado de atención y una oportunidad de mejora para generar procesos y brindar condiciones de seguridad que eviten que el mismo problema se produzca en el futuro. Lo mismo puede decirse de un accidente, es un llamado de atención para mejorar las condiciones de seguridad a las que se expone el personal de una empresa; no obstante, en este caso el mal ya ha sido provocado, situación en la que ya solo queda remediar lo sucedido en la medida en que esto sea posible.

Cuando a estos términos los situamos en el ámbito de laboral, hablamos de accidentes de trabajo e incidentes de trabajo.

Para hablar de qué es el accidente de trabajo, se acude a lo establecido en la Ley 24.557 (1995) que considera accidente de trabajo a todo acontecimiento súbito y violento ocurrido por el hecho o en ocasión del trabajo.

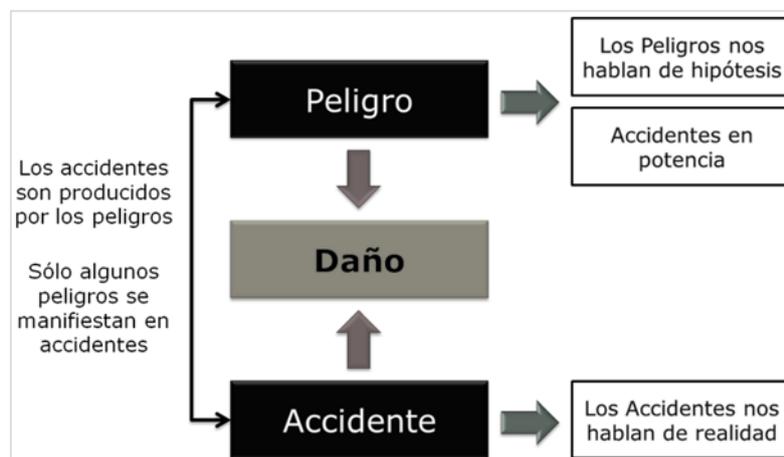
Para definir qué es un incidente se tomó a la norma ISO 45001:2018 que establece los requisitos para un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Define incidente como aquel suceso que surge del trabajo o en el transcurso del trabajo que podría tener o tiene como resultado lesión y deterioro de la salud. Así mismo, manifiesta que en ocasiones se denomina accidente a un incidente donde se han producido lesiones y deterioro de la salud.

En el presente trabajo se utilizará al término incidente de manera general, siempre circunscripto a un ámbito industrial y también englobará a los accidentes, ya que lo importante es analizar y registrar todos los desvíos y no solo aquellos que hayan generado una consecuencia o daño.

El concepto de Peligro

Como se desarrolló, a una situación la llamamos accidente porque alguien o algo sufrió un daño o una pérdida. Según Botta (2018), para que esto ocurra es porque detrás de este daño hay un peligro que lo genera. Entendiendo por peligro: un ente o cosa con capacidad de producir o generar un daño. Los peligros y los accidentes tienen algo en común, y es el daño. El peligro es un ente con capacidad de producir daño, pero cuando ese daño se concreta, los eventos que llevaron a materializar ese daño es el accidente.

Figura 4. Vinculación entre peligro, accidente y daño.



Fuente: Botta (2018). *Los accidentes de Trabajo*.

Con el análisis de los accidentes se estudia lo que pasó en la realidad a través de situaciones y hechos reales y concretos.

Con el análisis de los peligros se estudian situaciones hipotéticas, los peligros se refieren a lo que puede llegar a pasar. Los peligros son accidentes en potencia. En este punto es donde se vincula la gestión del cambio y la importancia de gestionarla adecuadamente de manera de que se identifiquen los peligros que introducirá esa modificación y puedan tratarse de manera temprana para eliminarlos o mitigarlos y tenerlos bajo control.

Factores de riesgo

Profundizando en los accidentes, es necesario introducir el concepto de factores de riesgo, según Botta (2018) son cosas, entes o situaciones que no generan ningún daño específico, pero que asociado a un peligro pueden potenciarlo o disminuirlo.

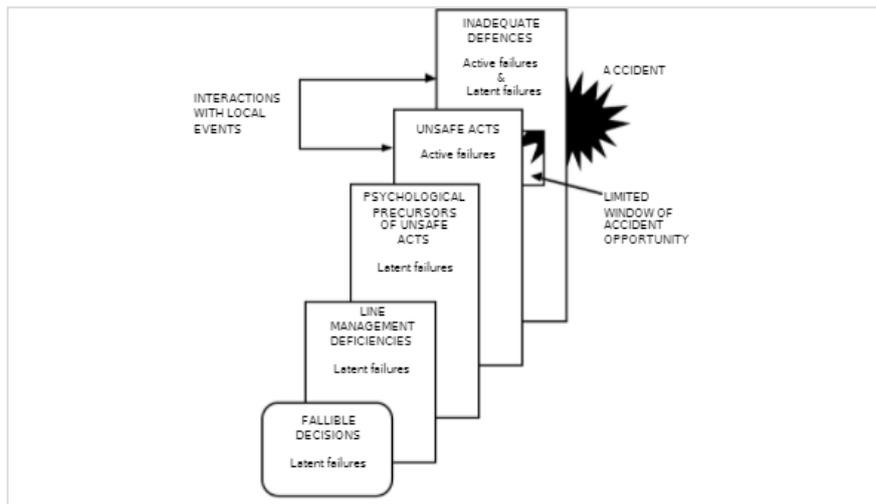
En un accidente, junto al peligro que ocasiona el daño hay un sin número de factores de riesgo que intervienen, y es por eso, que se caracteriza a los accidentes como multicausales.

Los factores de riesgo son como “puertitas” que se abren y cierran sin saber cómo, cuándo, dónde y porque, pero que si se alinea una determinada cantidad de ellas se produce el contacto con el peligro, que es en definitiva el que termina produciendo el daño. Por lo general, cuando se investiga un accidente el peligro es conocido ya que es evidente y en lo que se centra la investigación es en determinar cuáles fueron los factores de riesgo que intervinieron y cuáles son las relaciones causales entre ellos.

Modelo del efecto acumulativo o del queso suizo

El aporte de Reason (1990) para demostrar que los factores humanos dominan los riesgos y que son la contribución principal en la generación de los accidentes en las instalaciones complejas fue resumido en la siguiente figura.

Figura 5. Modelo acumulativo de causalidad de los accidentes.



Fuente: Reason (1990). *Active and latent failures and their contribution to the breakdown of complex systems*.

Luego fue conocido como el modelo del efecto acumulativo de causalidad de los accidentes para el análisis y gestión de riesgos. En esencia, retrata la contribución humana que terminan siendo debilidades o *ventanas* en los *planos* productivos. La secuencia causal pasa de decisiones fallibles, a través de los planos o dominios que intervienen hasta producirse el accidente.

Una premisa básica de este marco es que los accidentes tienen su origen principal en decisiones fallibles tomadas por diseñadores y niveles gerenciales de alto nivel.

No se trata de atribuir culpas, sino simplemente de reconocer el hecho de que, incluso en las organizaciones mejor gestionadas, un número significativo de decisiones influyentes resultarán posteriormente erróneas. Este es un hecho de la vida. Las decisiones fallidas son una parte inevitable del proceso de diseño y gestión. La cuestión no es tanto cómo evitar que ocurran, sino cómo asegurarse de que sus consecuencias adversas se detecten y se puedan diseñar barreras para su minimización.

Los planos identificados por Reason (1990) se enumeran a continuación.

El primero de ellos se refiere a *decisiones fallidas* tomadas por la alta dirección, en donde se marcan los lineamientos gerenciales de índole financiero, comercial e industrial y tienen fuerte impacto en la asignación de recursos y en el diseño de políticas.

Su efectividad representará la primera defensa para evitar situaciones adversas, mientras que cuando no es así, posibilitan el surgimiento de fallas latentes.

El segundo plano está orientado a las *deficiencias en las diferentes líneas de mando*, por debajo de las decisiones de gerenciales de alto nivel existen otras líneas que también deben evitar la introducción de fallas adicionales y eventualmente deben estar alertas para identificar y amortiguar falencias derivadas de decisiones de mandos superiores.

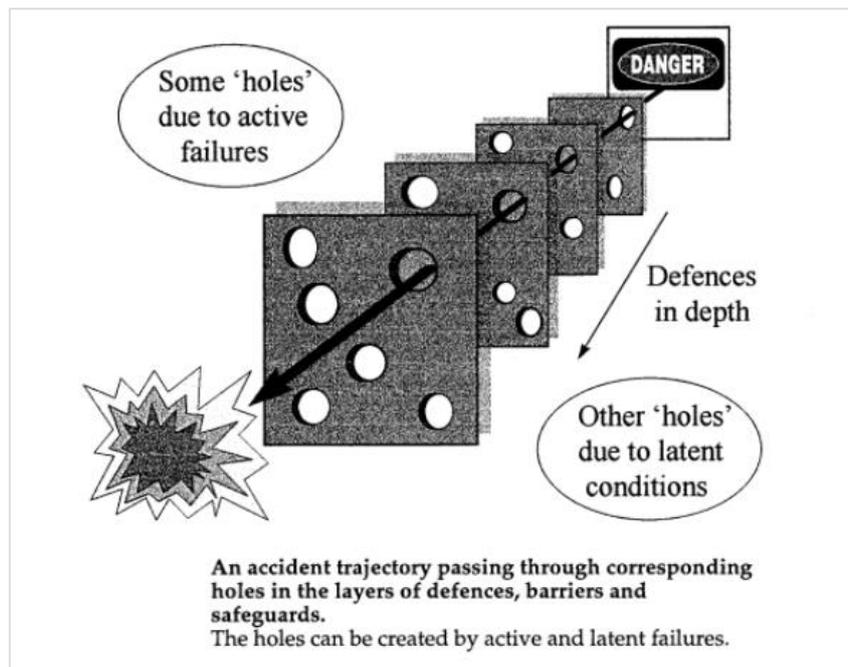
El siguiente plano es el que describe a los *precursores psicológicos de los actos inseguros*. La naturaleza precisa de estos actos será una función compleja de la tarea a realizar, las influencias ambientales y la presencia de peligros. Cada precursor puede contribuir a una gran cantidad de actos inseguros, según las condiciones imperantes. La mayoría de ellos son imprevisibles, a veces incluso bastante extraños. La única forma sensata de lidiar con ellos es, primero, eliminar sus precondiciones en la medida de lo posible y, segundo, aceptar que, cualesquiera que sean las medidas que se tomen, se seguirán produciendo algunos actos inseguros y así proporcionar defensas que intervendrán entre el acto y sus consecuencias adversas. En esto último es lo que se debe concentrar el proceso de gestión del cambio, es decir identificar la manera de minimización de consecuencias.

El cuarto plano refiere a los *actos inseguros*. La comisión de actos inseguros está determinada por una interacción compleja entre las influencias intrínsecas del sistema (lo descrito en los tres planos precedentes) y las que surgen del mundo exterior. Un acto inseguro no es solo un error o una violación cometida, sino que adicionalmente debe estar en presencia de un peligro potencial.

El último plano identificado es el de las *defensas* del sistema que pueden estar formadas por muchos elementos. En un nivel bajo de sofisticación, puede consistir en los elementos de protección personal para los operadores y en el otro extremo, están las defensas contempladas en las centrales nucleares. Estas comprenden a personas, a características de ingeniería, a dispositivos de seguridad automáticos y a niveles de contención.

Las defensas de una organización contra el fracaso se modelan como una serie de barreras representadas como rebanadas de queso (de ahí que se conoce como modelo del queso suizo). Los agujeros en las rebanadas representan debilidades del sistema y están variando continuamente en tamaño y posición a través de las cortes. El sistema produce fallos o incidentes cuando los agujeros de cada rebanada se alinean momentáneamente, esto favorece una trayectoria de oportunidad de accidente, de manera que un peligro pasa a través de los agujeros en todas las rebanadas, lo que conduce a un accidente, tal como se esquematiza en la siguiente figura.

Figura 6. Trayectoria de un accidente pasando por los huecos de las distintas capas.



Fuente: Reason (2016). *Managing the Risks of Organizational Accidents*.

Seguridad de los procesos

Según American Petroleum Institute – API (2010) la seguridad de los procesos es un marco disciplinario para gestionar la integridad de los sistemas y procesos operativos peligrosos, aplicando buenos principios de diseño y de ingeniería y buenas prácticas de operación y mantenimiento.

Se define un Evento de Seguridad de Proceso (PSE) a una Pérdida de Contención Primaria (LOPC) no planificada y no controlada de cualquier material incluyendo a no tóxicos y no inflamables de un proceso o a un evento o condición no deseada que, bajo circunstancias ligeramente diferentes, pudiera haber resultado en una LOPC de un material.

Según CCPS (2007) la seguridad de procesos es un campo que se basa en la prevención de explosiones, liberaciones químicas accidentales, incendios y colapsos estructurales en la industria de procesos. Es decir que la gestión de seguridad de procesos es una evaluación proactiva que busca mitigar y prevenir las emisiones químicas que puedan ocurrir por fallas en los procedimientos de trabajo o equipos y procesos que manipulan químicos altamente peligrosos.

Para Montero (2013) la gestión de la seguridad de procesos es la aplicación de los sistemas de gestión y de controles a los procesos de manera de que los peligros existentes sean identificados, analizados, evaluados y controlados, con el objetivo de prevenir cualquier tipo de incidente relacionado con dichos peligros de proceso. Se destaca que un incidente puede o no producir lesiones, incluida la muerte y/o pérdidas materiales en cualquier extensión. Es decir, que la seguridad de procesos es una disciplina que busca la gestión adecuada de los procesos operativos mediante el uso de buenas prácticas operativas y de ingeniería, enfocándose en la prevención y el control de todos los incidentes que tengan el potencial de liberar materiales peligrosos o energía.

Es importante destacar que, a diferencia de la seguridad industrial, los eventos o incidentes de seguridad de procesos tiene un alto potencial de generar eventos catastróficos los cuales conllevan un alto impacto en la persona y en el medio ambiente. En líneas generales, la gestión de seguridad industrial se enfoca en accidentes que cuentan con una alta frecuencia y limitadas consecuencias, mientras que la seguridad de procesos gestiona y controla aquellos eventos catastróficos los cuales son de baja frecuencia pero que tiene un alto nivel de consecuencia para los trabajadores, el entorno y a la empresa.

El concepto de seguridad de los procesos debe ser considerado en el proceso de gestión del cambio de manera de introducir la menor cantidad de riesgos nuevos en la organización luego de su implementación.

Definiciones de Evento de Seguridad de Proceso Nivel 1 (TIER 1) y Nivel 2

(TIER 2)

Se introducirán dos conceptos muy utilizados en seguridad de los procesos ya que en el desarrollo del trabajo se utilizarán para relacionarlos con la gestión de los cambios.

Con el propósito de homologar indicadores de seguridad de procesos para la industria, un incidente es reportado como un incidente de seguridad de proceso si cumple los cuatro criterios siguientes, de acuerdo con CCPS (2007).

- **Proceso involucrado:** debe existir un proceso directamente involucrado en el daño causado. El término proceso se utiliza ampliamente para incluir los equipos y la tecnología necesaria para la producción. La intención de este criterio es diferenciar los incidentes relacionados con seguridad de procesos de los incidentes de seguridad del personal que no estén relacionados con el proceso.

- Por encima del umbral mínimo reportable: una liberación no planeada o no controlada de cualquier material (incluidos materiales no inflamables o no tóxicos) de un proceso que resulte con consecuencias en: accidente de empleados con pérdida de día, evacuación o confinamiento, incendio o explosión o una emisión instantánea de productos químicos inflamables, combustibles o tóxicos superior a las cantidades umbrales de emisiones químicas detalladas por la Organización de las Naciones Unidas.
- Ubicación: un incidente cumple los criterios de ubicación si el incidente se produce en las áreas de producción, distribución, almacenamiento, servicios auxiliares o plantas piloto de instalaciones que reportan métricas bajo estas definiciones. Esto incluye las playas de tanques, áreas auxiliares de apoyo y las tuberías de distribución bajo el control del sitio.
- Emisión súbita: la liberación de material alcanza o excede el umbral de reporte en cualquier periodo de una hora. Si una liberación no supera el umbral definido en la característica anterior durante cualquier período de una hora, no debe ser tratado como un evento de seguridad de proceso. Normalmente las emisiones súbitas ocurren en una hora o menos.

Dentro de los incidentes de seguridad de proceso se definen distintos indicadores dependiendo del nivel de consecuencias:

- *Evento de Seguridad de Procesos Nivel 1 (TIER 1)*: es una pérdida de contención primaria (LOPC) con la mayor consecuencia como lo define la API 754 (2010). Un TIER 1 es una liberación no planificada o no controlada de cualquier material, incluyendo materiales no tóxicos y no inflamables, desde un proceso, que resulta en una gran consecuencia de acuerdo con los criterios detallados en la API 754 (2010).

Se puede observar la complejidad del proceso y los distintos elementos y actores que influyen en la gestión de los cambios. Un aspecto muy significativo, medular e influyente en el éxito de una buena gestión es el relacionado con la cultura organizacional.

El aspecto cultural es el que marcará el grado de éxito o fracaso del resto de los elementos. Es fundamental que este punto sea reconocido por los líderes y se trabaje en generarlo, fortalecerlo y mantenerlo en el tiempo. Se debe lograr el convencimiento de todos los actores de lo significativo que es el cumplimiento del proceso de gestión de los cambios para ser eficientes y alcanzar la excelencia operativa, el resto se logra a través del cumplimiento de los procedimientos.

La adecuada actuación en cada uno de los estadios del proceso de cambio propiciará a que se identifiquen, de manera temprana, los riesgos asociados al cambio que se desea implementar y de esta forma poder contemplarlos en el proceso de definición de alcance, con la mirada multidisciplinaria de toda la organización. Esto permitirá mitigarlos desde la concepción del proyecto.

Si se gestiona de manera eficiente toda la etapa de ejecución del proyecto, su puesta en marcha (con su consecuente modificación de procedimientos, estructuras, capacitación de personal y demás acciones que requiera la introducción del cambio) se garantizará que la incidencia de esta modificación en la probabilidad de ocurrencia de incidentes sea reducida y que se tenga bajo control.

Capítulo 3

Diseño Metodológico y Tipo de Investigación

Según Taylor, S. y Bogdan, R. (2000) el objetivo de la investigación cualitativa es el de proporcionar una metodología de investigación que permita comprender el complejo mundo de la experiencia vivida desde el punto de vista de las personas que la viven.

De acuerdo con Gomez, G., Gil Flores, J. y Garcia Jimenez, E. (1996), la investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural de manera de interpretar los fenómenos de acuerdo con la visión de los propios actores involucrados.

En el mismo sentido de los conceptos previos, la investigación será de carácter cualitativo y se realizará un trabajo de campo en una organización que tiene implementado el proceso de gestión de los cambios. Esta actividad tendrá como objetivo el análisis del proceso y de la metodología de implementación de las modificaciones ejecutadas y de esta manera poder contrastar con los distintos modelos teóricos que se tomarán como referencia para la investigación.

Se desarrollará una encuesta como técnica de recolección de información, a través de la plataforma Google Form, con la finalidad de conocer la visión de especialistas en materia de gestión del cambio y de incidentes industriales. Se indagará a los involucrados en dichos procesos en la búsqueda de identificar aspectos culturales, comportamientos, interrelación entre participantes, comunicación, entre otros. Esto se desarrollará a través del planteo de preguntas cerradas.

Adicionalmente, se desarrollará una investigación secundaria a través del metaanálisis de estudios de investigación existentes, de casos de estudio y de bases de datos estadísticas referidas a los incidentes industriales.

Metaanálisis significa análisis de análisis (Glass, 1976); se refiere a la síntesis estadística de los resultados de una serie de estudios. El propósito del metaanálisis es comprender lo que sabemos e integrar nuestra información en forma abstracta, general, causal y relacional (Willson, 1981). Proporciona conocimientos válidos y fiables para la toma de decisiones basada en la evidencia mediante la evaluación crítica y la síntesis de múltiples investigaciones primarias (Mosadeghrad y Ansarian, 2014).

El trabajo implicará la recolección y análisis de gran cantidad y variedad de materiales. Se realizará una revisión teórica de antecedentes y estadística en el que se recabará información de fuentes secundarias (bibliografía, documentos, casos de estudio y estadística) de manera de poder analizar las distintas teorías de gestión del cambio y los diferentes reportes y estadísticas de incidentes en organizaciones industriales para poder categorizarlos por su causa y efecto.

Se profundizará sobre las causas más comunes que dispara la ocurrencia de los incidentes y que incidencia tiene la gestión de los cambios en los mismos.

De acuerdo con la estrategia planteada, la investigación tendrá un diseño explicativo ya que se trabajará en determinar si existe relación entre los aspectos de estudio, es decir, si la inadecuada gestión de los cambios puede llevar a la ocurrencia de incidentes industriales.

Fuentes de información

En lo que respecta a las fuentes de información, serán primarias: obteniéndola de manera directa de referentes en los temas tratados a través de la encuesta; y secundarias: en tanto se considerarán investigaciones previas relacionadas con la gestión del cambio y estadísticas a nivel global en lo referente a incidentes.

Se realizará una revisión de la literatura existente para recopilar bibliografía, casos de estudio, artículos y estadística de los conceptos tratados en el trabajo.

La revisión no será sistemática, pero la biblioteca, la base de datos y las búsquedas en Internet serán exhaustivas e incluirán la búsqueda de trabajos inéditos, artículos de conferencias y literatura internacional.

Herramientas

La encuesta será distribuida y se solicitará la participación de todos los usuarios que participan del proceso de gestión del cambio y que tienen un rol y usuario en la herramienta en la cual se gestionan los cambios. El universo alcanzado ascenderá a 79 personas y contempla personas con distintas funciones, responsabilidades y experticia de manera de conferirle diversidad y objetividad a las respuestas.

Para la recopilación de estadística y de casos de estudio se recurrió a bases de datos de especialistas y de referentes internacionales en la materia:

- Process Safety Incident Database – PSID: con más de 130 investigaciones de incidentes graves.
- Hazardous Materials Accidents Knowledge Base. Failure and Accidents Technical information System – FACTS: contiene información sobre más de 25.700 accidentes / incidentes industriales relacionados con materiales o mercancías peligrosos que han ocurrido en todo el mundo durante los últimos 90 años.
- Centro de Información y Evaluación de Incidentes y Fallas en Plantas de Ingeniería de Procesos – ZEMA, perteneciente a la Agencia Federal de Medio Ambiente de Alemania es el organismo que gestiona el registro y la evaluación sistemática de los accidentes y las averías en las plantas sujetas a incidentes peligrosos. Base con 870 investigaciones.
- Reporte de Marsh Company (2016). Las 100 pérdidas más grandes en la industria de los hidrocarburos entre 1974 y 2015. Identifica dónde se encuentran los riesgos en la industria y qué debe hacerse para administrarlos de manera segura.

- Center for Chemical Process Safety - CCPS. Análisis de eventos icónicos
- Base de datos ARIA (Análisis, Investigación e Información de Accidentes) enumera incidentes, accidentes o cuasi accidentes que han causado daño a la salud pública o a la seguridad o al medio ambiente. Enumera más de 54.000 accidentes o incidentes que ocurrieron en Francia o en el extranjero.
- International Association of Oil & Gas Producers – IOGP (2021). Safety performance indicators.
- Hydrogen Tools Portal - LESSONS LEARNED. Base de datos de incidentes industriales.

De manera orientativa, se utilizarán los siguientes términos de búsqueda para identificar referencias apropiadas de los conceptos y temas a tratar:

- Gestión del cambio. Fuerzas del cambio.
- Modelos de gestión del cambio.
- Gestión de proyectos versus gestión del cambio.
- Cultura de seguridad organizacional.
- Comportamientos clave relacionados con la seguridad.
- Incidentes / Accidentes industriales.
- Comportamiento humano en la causa de accidentes.
- Análisis de riesgo. Concepto de peligro.
- Cambio organizacional y comportamiento de seguridad.
- Conceptos de seguridad de los procesos y excelencia operacional.
- Estadística de incidentes industriales.
- Casos de estudio de accidentes catastróficos.

Variables

Para el trabajo de campo se seleccionaron las siguientes variables de estudio.

- Estado actual de los cambios que están cargados en el sistema.
- Cantidad de días promedio que insume cada estado.

Para ambas variables se considerarán el 100% de los cambios gestionados en un periodo de tres años. Se obtendrá el listado de todos los cambios cargados en el sistema y su información asociada (identificación del cambio, tipo, descripción, etapa, estatus, área responsable y tiempos de permanencia en cada estatus) para hacer el análisis correspondiente de la información. La fuente de información será la herramienta informática vigente para la gestión de los cambios.

- Solidez del procedimiento de gestión del cambio. Para el análisis de esta variable se implementará la encuesta de indagación mencionada respecto al procedimiento que enmarca la gestión de los cambios y al software dedicado a facilitar su gestión.

En lo que respecta al análisis de estadística y de casos de accidentes industriales se considerará como variable de estudio a:

- La causa raíz que generó el incidente. El análisis se focalizará en aquellos casos cuya causa desencadenante haya sido una inadecuada gestión de los cambios.

Capítulo 4

Desarrollo de la Investigación

Trabajo de campo en organización industrial

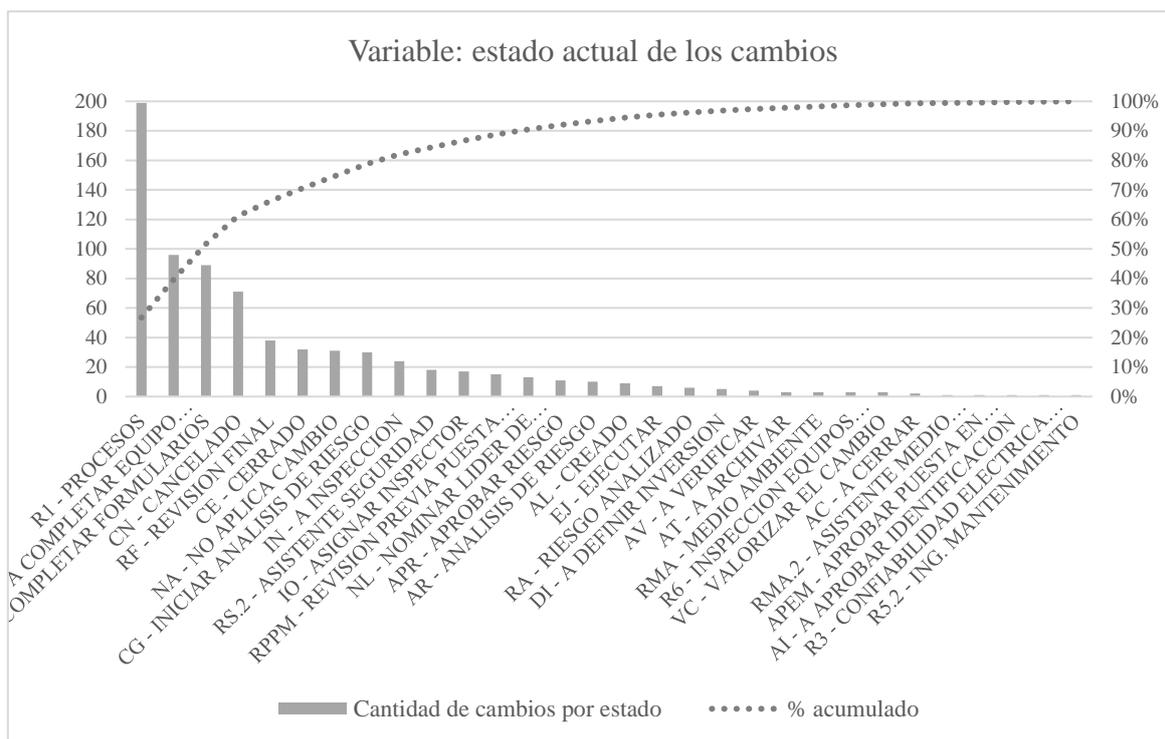
Se llevó adelante un estudio en una organización industrial que tiene implementado el proceso de gestión de los cambios y que además es administrado a través de una aplicación. El mismo tuvo tres ejes principales de actuación:

- Analizar el proceso de gestión del cambio y su grado de cumplimiento.
- Realizar el seguimiento de distintas variables representativas del proceso con el objetivo de identificar cuellos de botella y aspectos de mejora.
- Recopilar la opinión del personal clave involucrado en el proceso a través de una encuesta.

El análisis cuantitativo consistió en la revisión de datos y estadística de los cambios generados en el periodo de estudio. Se focalizó en la cuantificación y en la relación de las variables consideradas, en el estado de los cambios que se estaban ejecutando, en la manera en que está cargada la documentación de los cambios que ya se han implementado en el pasado y en la identificación de cuellos de botella del proceso.

La exploración se centró en el estado actual de los cambios y en su evolución en el periodo de estudio. En función de esto, una de las variables de estudio seleccionada, fue el *estado actual de los cambios* que están cargados en el sistema.

Figura 8. Cantidad y porcentaje acumulado de cambios por estado.



Fuente: *Elaboración propia.*

Esto permitió determinar los cuellos de botella del proceso. A través del análisis de la cantidad de cambios en los distintos estados se pudo determinar cuáles son las áreas con oportunidad de mejora. La especialidad con más cambios en su poder es *Procesos*. Este es un estado clave ya que es uno de los primeros escalones y en donde se definen aspectos muy importantes tales como: funcionalidad, aspectos de diseño, alcance, especificaciones de variables de proceso, entre otros. Son las fundaciones del cambio y es primordial que se ejecute de manera precisa. Es uno de los estados, junto con el de ejecución, que generalmente insume más tiempo de desarrollo. Se debe trabajar sobre los recursos destinados a esta actividad y también realizar la priorización de aquellos cambios críticos que deban implementarse en el corto plazo para disminuir algún riesgo identificado como elevado o para ejecutar una mejora prioritaria en el proceso operativo.

El segundo estado que presenta mayor cantidad de cambios corresponde a la etapa de *Conformación del Equipo Interdisciplinario* para que, en conjunto, se analice el alcance preliminar propuesto y que cada especialidad lo observe desde su óptica y efectúe los aportes que crea pertinente para delinear el alcance final que tendrá el cambio. Esta fase presenta la dificultad de que se debe coordinar la presencia simultánea de cerca de once referentes de las distintas especialidades. Es un punto complejo debido a que se requiere una fuerte interacción y comunicación entre distintos sectores de la organización; en muchos casos con intereses contrapuestos que deben ser tenidos en cuenta y balanceados para que se logre el cumplimiento de los requisitos de todas las partes. En esta instancia es fundamental la figura del Administrador del Cambio que, por procedimiento, se asigna a cada modificación y que debe impulsar la coordinación, la comunicación, el avance y el tratamiento en tiempo y forma.

El tercer estado con más cambios acumulados es el de *Completar Formularios*, esta fase exige una serie de pasos administrativos que consisten en completar distintos formularios, en los cuales se van identificando las necesidades y las características que demandará el cambio. Se detectan oportunidades de simplificación.

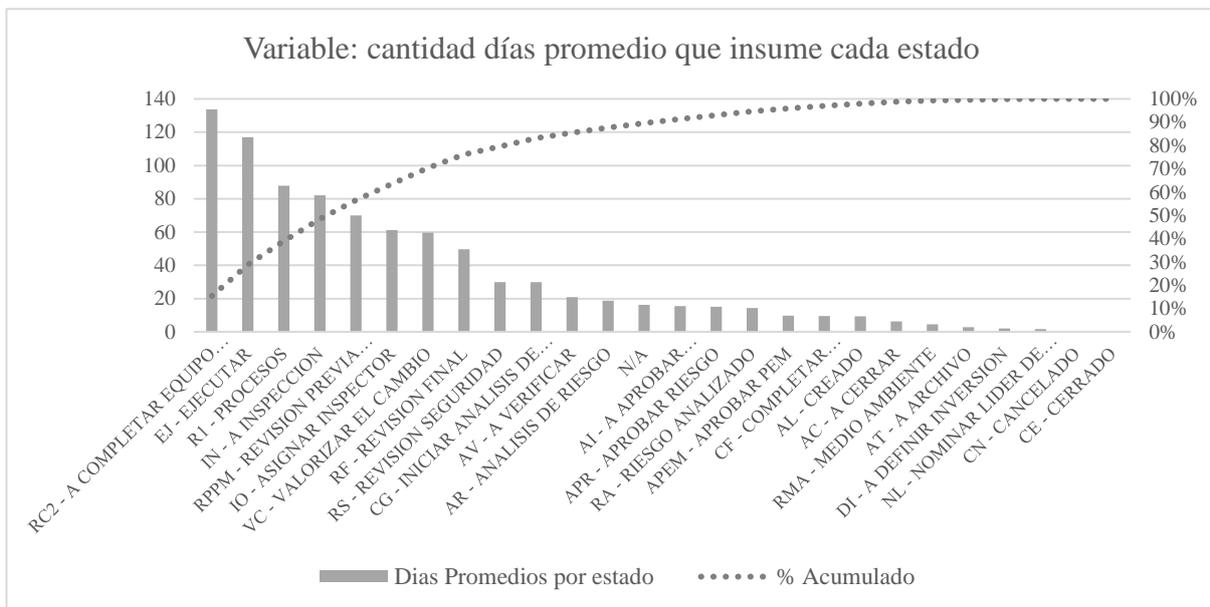
El cuarto en importancia son los cambios *Cancelados*, merece un análisis especial no por su importancia en lo que respecta a la ejecución de un cambio sino a identificar el motivo que llevó a cargarlo en el sistema y luego se desestimó su necesidad. Por lo relevado, corresponden a cargas erróneas o a que se determinó que no era necesaria la modificación.

Una conclusión adicional que se obtiene es que la cantidad de cambios en la fase de *Ejecución* es muy baja, no por su ineficacia en el desarrollo de esta actividad sino porque los cambios no están en el estado que corresponde.

Se constataron cambios que están en etapa de ejecución en el campo, pero no tiene su correlación en el sistema. Esto puede llevar a una ejecución inadecuada de la obra, en la cual no se cumpla con el alcance correspondiente o que la misma no contemple todas las salvaguardas que deberían introducir los diferentes sectores de la Organización. Esto representa un desvío importante a corregir desde el área de Ingeniería y Mantenimiento por ser los sectores responsables de la ejecución.

La segunda variable de estudio seleccionada es la referida a la *cantidad de días promedio que insume cada estado*.

Figura 9. Cantidad y porcentaje acumulado de días promedios por estado.



Fuente: *Elaboración propia.*

El estado *Conformación del Equipo Interdisciplinario* junto con *Ejecutar* son los dos que más tiempo promedio insumen.

El primero de ellos está relacionado al aspecto de interrelación, comunicación y coordinación de las sesiones necesarias para el tratamiento del cambio, en este sentido es un aspecto que se puede optimizar debido a que existen oportunidades de mejora en la coordinación y debería tratarse a través de la figura del Referente asignado para la gestión de cada cambio.

El segundo, corresponde a la fase de *Ejecutar*, esto es totalmente lógico ya que es la etapa en la cual se lleva adelante la obra para implementar el cambio. En este punto, no se puede concluir de manera generalizada ya que la forma de reducir el tiempo de ejecución se podría lograr haciendo un análisis de cada una de las obras y dependiendo de las características, indicaría el lugar de la cadena en que se debe accionar. Puntos para destacar son: la fase de ejecución de ingeniería, la etapa de contratación, la coordinación de las distintas empresas contratadas para la ejecución, el seguimiento del Gantt de la obra, el precomisionado, la puesta en marcha, la actualización de la documentación conforme a obra y el cierre del proyecto.

También se evidencia que la etapa *Procesos* es otro de los estados en el cual más tiempo permanece. Por tratarse de un análisis que se debe realizar desde el punto de vista técnico, a través de la definición de alcance, selección de tecnología, ingenierías, entre otras, es correcto que el tiempo promedio sea superior al resto.

El análisis arrojado con esta variable está alineado con las conclusiones obtenidas con la primera variable analizada.

Resultados de Encuesta

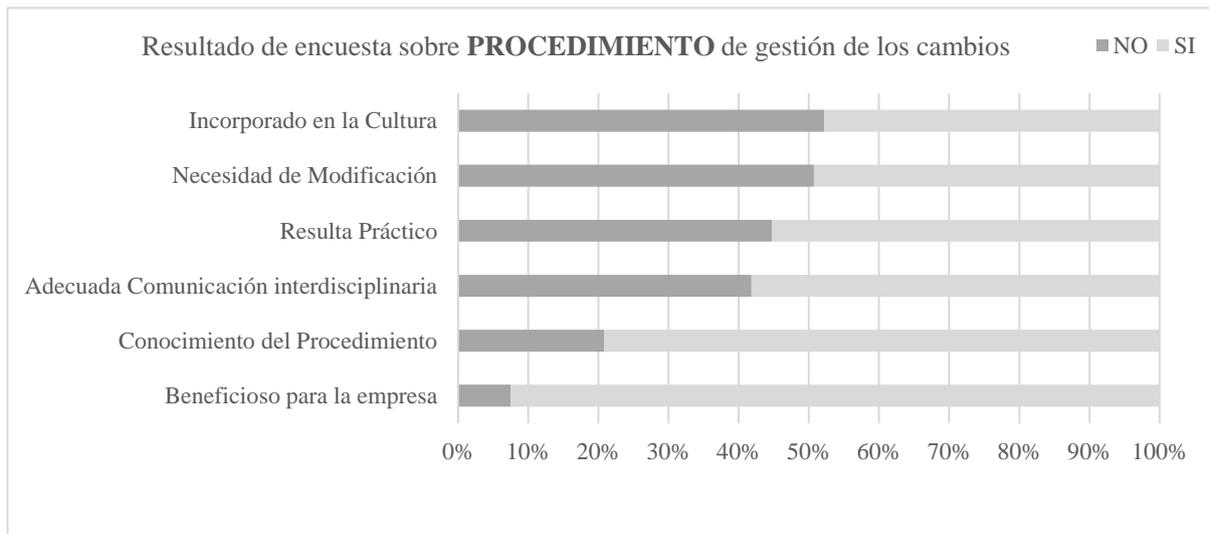
Lo anterior se complementó con una encuesta de indagación de los principales aspectos relacionados al proceso en análisis y a la aplicación con la que se administra la gestión del cambio.

En la encuesta se hizo participar al 100% de los usuarios que tienen injerencia en la aplicación que administra el proceso de gestión del cambio. Se logró un nivel de participación del 54% (67 de 124 usuarios), esto representa un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 8%. Se logró la participación de personas con distintas funciones, responsabilidades y experticia; confiriéndole diversidad y representatividad a las respuestas.

El objetivo fue indagar sobre dos aspectos: el *Procedimiento* asociado a la gestión de los cambios y a la *Aplicación* de gestión.

En la gráfica siguiente se agruparon las respuestas de acuerdo con la afinidad que se quería indagar en referencia al uso del *procedimiento* de gestión de los cambios.

Figura 10. Resumen encuesta de indagación sobre *Procedimiento de gestión del cambio*.



Fuente: *Elaboración propia*.

El aspecto que presenta mayor oportunidad de mejora es el relacionado con aspectos *Culturales*, indicando que no está incorporado de manera natural el uso del procedimiento. Es indudable que este punto es la columna vertebral para que el resto del proceso pueda ejecutarse de manera óptima y eficiente.

También se manifiesta la necesidad de *Modificación del Procedimiento* para hacerlo más ágil y que se adapten algunos aspectos a las necesidades operativas.

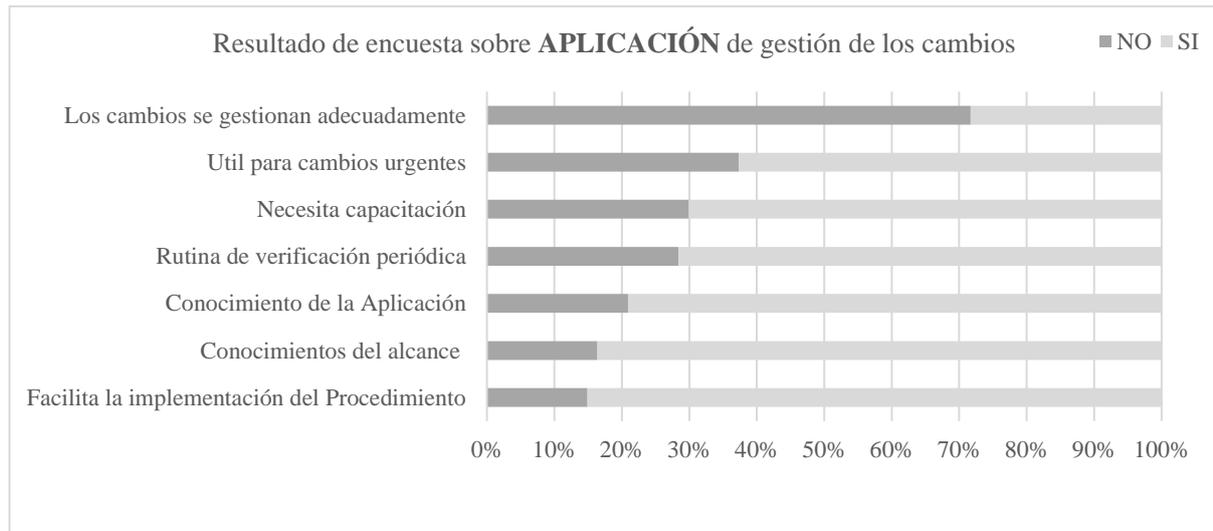
Se manifestó un elevado porcentaje que considera que el mismo no es *Práctico*.

El último punto para rescatar es el relacionado con la *Comunicación Intersectorial*, este es otro aspecto clave ya que es indispensable que la misma sea fluida y coordinada debido a que esta es la base de un buen análisis, de una adecuada definición de alcance y para que se contemplen todos los puntos de vistas involucrados.

Es destacable que casi una unanimidad sostiene que el procedimiento es *beneficioso*, con lo cual solo resta trabajar y liderar para que se ponga en práctica su utilización.

En la próxima gráfica se agrupó de acuerdo con los aspectos más significativos en lo referente a la *Aplicación*.

Figura 11. Resumen encuesta de indagación sobre Software de gestión del cambio.



Fuente: Elaboración propia.

Los participantes del proceso tienen una clara conciencia de que los cambios *no se gestionan correctamente*, es necesario canalizar esa situación y proponer acciones de manera de revertir la situación.

Se evidencia que la aplicación, tal como está concebida, no es ágil para tratar los *cambios de urgencia*, en este sentido se deberá analizar su readecuación o modificar el procedimiento para que en estos casos se traten como una regularización en el sistema luego de que se hayan implementado.

En algún sentido se evidencia cierta necesidad de *capacitación*, no necesariamente en el aspecto general del funcionamiento de la aplicación sino específicamente en los roles que cumple cada usuario y el seguimiento que cada uno debe darle. Esto último está relacionado con el siguiente punto que surgió y que es el de incorporar en cada usuario una *rutina de seguimiento* periódica respecto de sus actividades, esto evitará que el cambio quede estancado en cada uno de sus estadios y que se logre una disminución del tiempo de tratamiento de cada cambio.

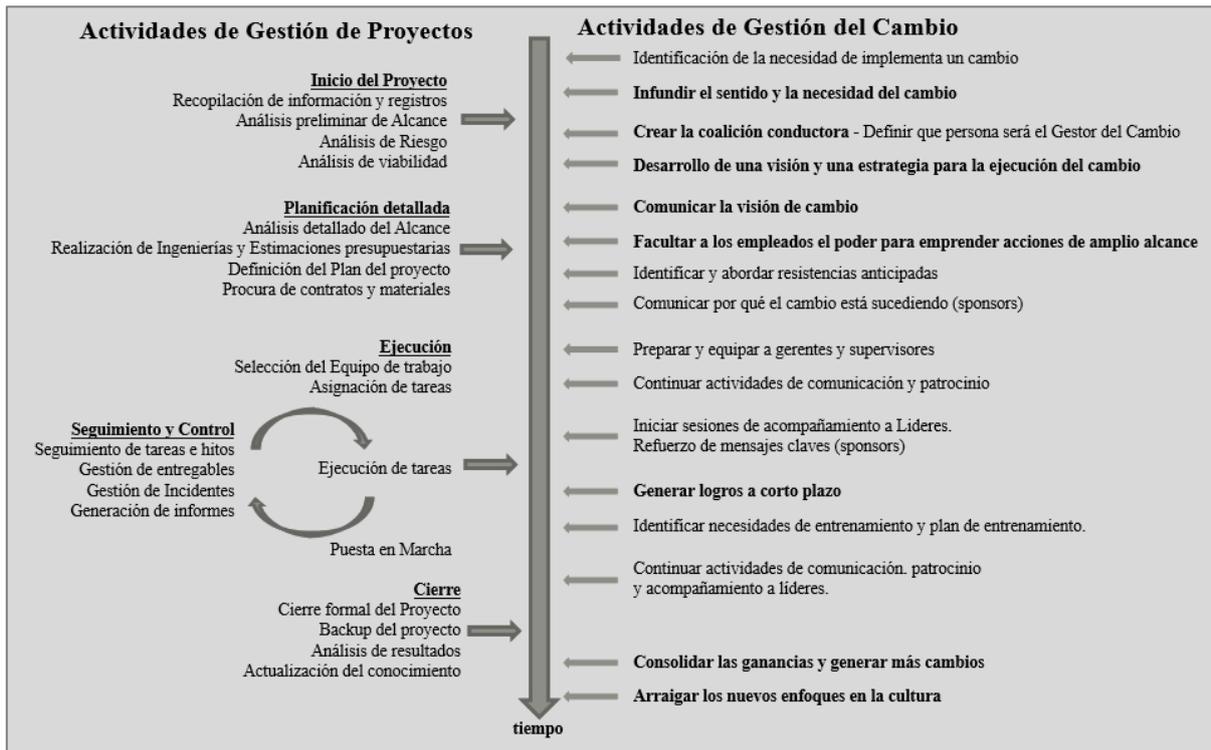
Los puntos relevados a través de la encuesta también se corresponden con respuestas a las preguntas abiertas que se introdujeron en la misma encuesta. Destacando el aspecto *cultural* por sobre todo ya que este es el que puede encausar todo el resto. Se identifica la necesidad de *incorporar y naturalizar* el uso de la aplicación dentro del accionar cotidiano. Otro punto rescatado es el referente a la *comunicación y coordinación* de los distintos actores y especialistas en el proceso. El tratamiento de los cambios de *urgencia* es otro punto identificado como un aspecto que requiere una consideración en particular y que debe definirse.

En el estudio de campo, también se analizaron los incidentes sucedidos y se focalizó en aquellos cuya causa fue la inadecuada gestión de los cambios, reportando que el 7% del total de los incidentes ocurridos tuvieron esta causa raíz. Es posible que esta cantidad haya sido superior ya que, por limitaciones del sistema, es difícil de identificar en la estadística las causas de los incidentes.

Vinculación entre Gestión de los Cambios y Gestión de Proyectos

Se desarrollarán las etapas que, en este trabajo, se consideran como las óptimas en la ejecución de los cambios y se pone énfasis y se remarca la diferencia entre las disciplinas de gestión de proyectos y de gestión de los cambios, como así también se señala su interrelación y cuáles son las actividades que tienen en común.

Figura 12. Analogía entre las actividades de gestión de proyectos y del cambio.



Fuente: Elaboración propia basada en PMI – PMBOK, PROSCI (2018) y Kotter (1995).

Para el caso de la gestión de proyectos se tomó como referencia la Guía de PMBOK (2004). Los proyectos pasan de una fase a otra conforme avanzan en su desarrollo hasta la fase de control. Si el control es positivo cuando llegan a ella, el proyecto avanza hasta la siguiente y así hasta el cierre. En caso contrario, el proyecto se debe replanificar y volver a ejecutar tras las acciones correctivas correspondientes, hasta que el control sea positivo.

La forma en que se ejecutará un proyecto depende del tipo y magnitud del proyecto y también de las características de la organización tales como su cultura, su estructura organizacional, la tolerancia al riesgo, su infraestructura, entre otros muchos aspectos. Pero la estructura de fases propuesta se mantiene relativamente inalterable. En donde, la fase Inicial incluye todos los procesos tendientes a definir un alcance preliminar que permita realizar un análisis de riesgo y disponer de una visualización que permita determinar la viabilidad de este.

En la fase de Planificación se establece el alcance definitivo que permite el desarrollo de las ingenierías necesarias para poder hacer una estimación presupuestaria, fijar el plan de acción y realizar la procura de los contratos necesarios para la siguiente fase de Ejecución. En esta, es donde se implementan las actividades definidas y al final se realiza la puesta en marcha. En simultáneo, se ejecutan los procesos de Seguimiento y Control para rastrear, revisar y regular el progreso y el desempeño del proyecto. Tiene como objetivo identificar las áreas en las que el plan requiera cambios y gestionar los entregables e informes. Los procesos incluidos en la última fase de Cierre persiguen la finalización formal de proyecto con toda la documentación y capacitación requerida por el nuevo proyecto implementado.

En lo que respecta a la gestión de los cambios, se hizo un compendio entre los modelos desarrollados en el trabajo, pero se utilizó como eje principal el de Kotter (1995).

Lo significativo de la figura 12 es que muestra por un lado la diferencia entre las dos gestiones, indicando que son especialidades distintas con referentes específicos y que persiguen objetivos diferentes pero que por otro lado existen muchos puntos de contacto y que al actuar desde un lado se está favoreciendo al otro. Es de recalcar que ambos caminos deben trabajarse en conjunto, tienen que estar coordinados y los referentes y participantes deben tener esto presente.

Según Hiatt (2006) se debe evitar caer en la trampa, y esto pudo ser comprobado en el trabajo de campo, de concentrarse solo en la gestión de proyectos y descuidar el aspecto de las personas y los equipos. Este accionar lleva a identificar de forma incorrecta las necesidades, a definir de manera equivocada el alcance y objetivo para el cual se está implementando o a fallar en el momento de la puesta en marcha.

Aspectos preventivos y proactivos como barreras para evitar incidentes

Según el modelo del *queso suizo*, casi todos los eventos adversos ocurren debido a la combinación de dos factores: fallas activas y latentes. La falla activa es cuando alguna persona en algún momento decide no seguir el procedimiento preestablecido. Una falla latente es aquella que está incrustada en el proceso, procedimiento, o en cualquier otra parte de la organización. Estas permanecen ocultas a la espera de ser activadas por una falla activa. A diferencia de los fallos activos, cuyas formas específicas suelen ser difíciles de prever, las condiciones latentes se pueden identificar y subsanar antes de que ocurra un evento adverso. Comprender esto conduce a una gestión proactiva en lugar de a una gestión reactiva del riesgo. Esto es lo que se debe considerar y evitar en el momento de implementar un cambio, es indispensable que a través de una adecuada gestión del cambio se identifique los posibles fallos latentes y sean evitados a través de un adecuado diseño de los procesos.

A través de este modelo se explica la importancia de los factores organizacionales para comprender los orígenes de los accidentes. Una cantidad cada vez mayor de trabajos en el campo del análisis de accidentes se está concentrando en los factores que pueden atribuirse a fallas a nivel organizacional. Estos factores organizativos deficientes pueden permanecer inactivos durante algún tiempo antes de combinarse con uno o más factores en la causa de un accidente. Estas fallas latentes, con frecuencia, son originadas por decisiones tomadas en lo alto de la jerarquía de la organización o en el momento del diseño del nuevo cambio cuando se ejecuta el proceso de gestión del cambio de manera incorrecta. Teniendo en cuenta estos aspectos se estará actuando de manera preventiva y proactiva a través de la eliminación de causas de fallas latentes en la modificación que se está pretendiendo implementar.

Los seres humanos son propensos a errores operativos y, por lo tanto, requieren sistemas que estén diseñados adecuadamente para prevenir o mitigar estos riesgos. Este análisis también debe ser considerado en la etapa de la definición del alcance en el proceso de implementación del cambio.

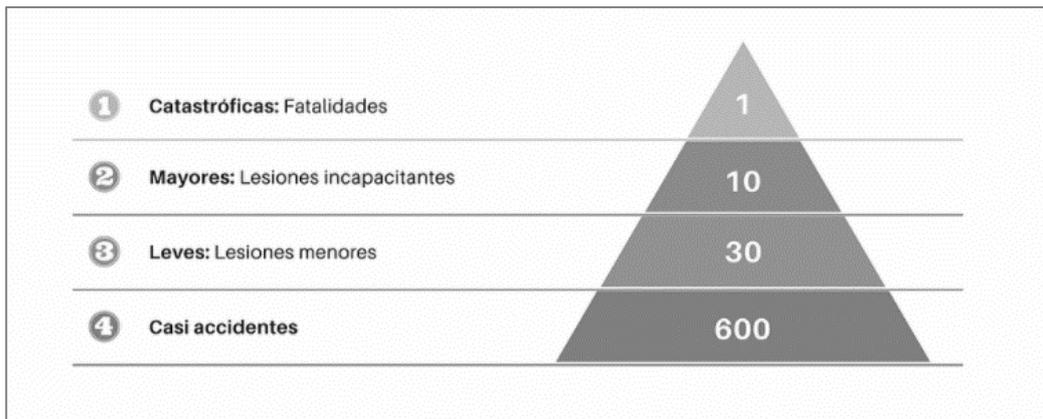
Otra arista importante por considerar es el contexto en el que se toman las decisiones de alto nivel. Los gerentes de planta, corporativos y senior siempre tienen limitaciones que deben enfrentar. Las organizaciones deben asignar recursos a dos objetivos distintos: producción y seguridad. A largo plazo, estos son objetivos claramente compatibles. Pero, dado que todos los recursos son finitos, es probable que haya muchas ocasiones en las que se produzcan conflictos de interés a corto plazo. Los recursos asignados en la búsqueda de la producción podrían disminuir los disponibles para la seguridad, lo contrario también es cierto. Estos dilemas deben ser identificados por la alta dirección y deben ser gestionados en el momento de priorizar y presupuestar los proyectos y cambios que la empresa debe afrontar en el futuro.

Conexión entre la Pirámide de Accidentalidad y la Gestión del Cambio

Bird F. (1969) analizó más de 1.7 millones de accidentes revelando que la proporción entre accidentes fatales, accidentes, lesiones e incidentes menores es: 1-10-30-600. Estos números se refieren a los accidentes que se informaron a la compañía de seguros y a los incidentes discutidos con los investigadores, que pueden ser bastante diferentes del número real de accidentes e incidentes.

Los niveles de la pirámide muestran que para eliminar los accidentes más graves se deben prevenir los accidentes leves.

Figura 13. *Proporción de accidentes en función de la gravedad.*



Fuente: Información basada en la Pirámide de Bird.

Con el paso del tiempo, surgieron distintas perspectivas que alertan en que no es conveniente poner solo el énfasis en la prevención de incidentes leves, tales como golpes menores o lastimaduras en manos con herramientas, descuidando la inversión en mejoras técnicas y organizativas. Contrariamente a la afirmación de Heinrich, en las industrias afectadas por riesgos de accidentes importantes, existen diferencias significativas entre los accidentes mayores y los incidentes menores: estas diferencias incluyen las actividades involucradas, las cantidades de energía liberada, las características y el número de barreras de seguridad. Los accidentes importantes en las industrias de alto riesgo generalmente son causados por alguna combinación improbable de circunstancias que no se controló debido a la mala toma de decisiones, la presión de gestión para el rendimiento a expensas de la seguridad, la mala comunicación o las interacciones inesperadas entre diferentes componentes de sistemas complejos. Estos factores causales son muy diferentes de los denominados actos inseguros y su gestión requiere acciones específicas por parte de especialistas en seguridad, diseñadores de sistemas y administradores de sistemas que no estén relacionados con la seguridad conductual o del comportamiento (Marsden, 2020).

Las ideas de Bird y Heinrich pueden llevar a algunas empresas a centrarse excesivamente en los comportamientos individuales (seguridad del comportamiento) en lugar de procurar barreras de seguridad independientes del comportamiento humano, el cual es falible por naturaleza.

Por lo expuesto, se encuentra una vinculación entre la necesidad de una adecuada gestión del cambio con la ocurrencia de incidentes graves, ya que se deben analizar todos los aspectos estructurales, organizacionales y operacionales que se verán afectados por la implementación de un cambio, de manera de no introducir riesgos adicionales que incrementen la probabilidad de ocurrencia de incidentes.

En lo descrito hasta el momento, la pirámide apunta a aspectos reactivos, es decir actuar y tomar acciones de mejora luego de ocurrido el incidente o accidente. Botta (2018) suma una característica adicional referida al aspecto *proactivo*. Agrega una nueva categoría en la base de la pirámide y la denomina: Situaciones de Amenaza.

Figura 14. Características proactivas y reactivas en la pirámide de Botta.



Fuente: Botta (2018). *Los accidentes de Trabajo*.

La base de la pirámide representa a las amenazas, es la parte preventiva que se relaciona con la gestión de los cambios en el sentido de que se trata de la reducción de los *factores de riesgo*. Es decir que es fundamental que cuando se introduzca un cambio en la organización se ejecute todo el proceso de implementación del cambio, de manera que se identifiquen y mitiguen todos los riesgos que tendrá asociado esa modificación. Adicionalmente, es necesario analizar si afecta al proceso vigente a través de la introducción de nuevos riesgos, en este caso también deben ser contemplados, analizados y mitigados. Como se dijo, la adecuada gestión de los cambios actúa de manera preventiva en evitar condiciones de riesgo que lleven a alcanzar algún *peligro* y que desemboque en un accidente. En este sentido, se evidencia que es crítica la participación multidisciplinaria en el análisis, de manera de que se puedan identificar los peligros desde todas las perspectivas posibles y de esta manera minimizarlos. La faz de coordinación y comunicación también resultan claves para el éxito de esta identificación temprana.

Desarrollo del proceso de gestión del cambio propuesto

En el desarrollo del modelo del proceso propuesto se articuló la literatura desarrollada en el marco teórico de forma de capturar los aspectos considerados como más relevantes de cada modelo. También se incorporó toda la experiencia del trabajo de campo realizado, tomando aquellos puntos identificados como positivos e introduciendo en el proceso propuesto aspectos que corrijan aquellas oportunidades de mejora identificadas.

Se tomó el aspecto estructurado y sistemático del modelo de Kotter estableciendo un procedimiento que lo gobierne y una aplicación que permita la gestión de dicho proceso.

La resistencia al cambio por parte de los empleados es la norma y no la excepción, especialmente cuando otros imponen el cambio.

No liderar el lado de las personas en el cambio da como resultado una menor efectividad, una velocidad de adopción más lenta y una competencia más pobre, es decir, resulta menos beneficioso para el cambio. En este sentido, se rescata la necesidad del convencimiento de las personas respecto del cambio de acuerdo con lo desarrollado en el modelo ADKAR, el modelo propuesto contempla la necesidad de la figura excluyente del Administrador del Cambio, cuyo rol principal será el de coordinar los recursos, impulsar el avance, comunicar la necesidad para lograr el convencimiento, la participación y el aporte de las personas que se requieran.

Se toma del modelo de Kauffman los conceptos de complejidad, capacidad de interacción entre sus miembros y la necesidad de adaptación al entorno cambiante a la que está expuesta, en este sentido lo que contempla el modelo propuesto es ordenar la interrelación de los distintos actores de la organización, estableciendo el orden en que cada actor debe hacer su aporte y de esta manera tener controlado ese grado de complejidad mencionado por Kauffman.

Los tres modelos coinciden en que la clave está en las personas y en su convencimiento de querer cambiar y para esto es fundamental la comunicación de la necesidad del cambio, de lograr que los involucrados lo tomen como propio y tener un flujo ordenado de participación de los integrantes. El flujograma propuesto en Anexo III contempla las distintas etapas y secuencia que debería gestionarse cuando se desea introducir un cambio en las organizaciones industriales. Dependiendo de las características y la envergadura del cambio será el nivel de profundidad y tiempo que será necesario en cada etapa o eventualmente habrá análisis de sectores que no corresponderán por la particularidad de la modificación. Se debe resaltar que es necesario transcurrir el proceso, aunque se trate en un extremo de una sola reunión multidisciplinaria en la cual se analicen todas las aristas del cambio.

La gestión propuesta contempla las etapas de identificación de la necesidad, visualización, conceptualización, análisis de riesgos, impacto sobre procesos y procedimientos, valorización y plazo de materialización estimado para solicitar aprobación de la inversión requerida. No comprende el proceso de desarrollo y ejecución de obra, que deberá ser tratado a través de la gestión de proyectos, pero si todo lo referente al análisis de puesta en marcha y gestión documental asociado al cambio.

Una vez identificada la necesidad de un cambio, el primer paso que se debe realizar en el proceso de gestión de los cambios es la creación del cambio en la aplicación utilizada para tal fin. En esta fase se realiza la descripción detallada de la necesidad, de los inconvenientes que se desean resolver, los riesgos actuales que se quieren mitigar, la criticidad y el plazo en el que se necesita la implementación. Principalmente las necesidades son disparadas por los responsables de los activos, de los procesos productivos y de las áreas de servicios.

La siguiente fase corresponde a la autorización por parte de niveles superiores a los generadores de manera de evaluar la real necesidad, el contexto y tener una visión más global y estratégica. Una tarea de esta etapa es la designación de la persona que cumplirá la función de Administrador del Cambio, figura fundamental para impulsar y hacer progresar la gestión del cambio. Se remarca la criticidad de esta responsabilidad ya que gran parte del éxito de la implementación del cambio depende de esta función. Es importante transmitir a la organización que la persona a quien se le asigna la gestión de un cambio es la principal interesada en que el cambio se implemente y la responsable de:

- Hacer que el cambio evolucione por las distintas etapas del proceso.
- Generar los estudios de riesgo requeridos en función del tipo de modificación.
- Coordinar y dirigir las distintas reuniones que exige el procedimiento.
- Obtener una valoración económica y gestionar la priorización de su implementación.
- Asegurar la adecuada gestión documental del cambio.

Otra definición en esta etapa es si el proceso continuará de manera secuencial todo el análisis técnico de cada una de las especialidades o si se tratará a través de reuniones de equipo completo. Esta es una bifurcación muy importante para tener en cuenta y debe ser gestionada de manera adecuada, brinda la alternativa de poder darle un tratamiento corto a cambios considerados menores, pero que de igual manera se efectúe el análisis multidisciplinario y de riesgo, esto permite una administración adecuada del tiempo. En el otro camino, es fundamental identificar las modificaciones críticas que ameritan un tiempo de análisis mayor por parte de cada una de las especialidades y en este caso se realiza un pasaje de posta secuencial por los distintos sectores. En ambos casos juega un rol fundamental la figura asignada como Administrador del Cambio, en el primer caso para coordinar la reunión de equipo multidisciplinario, conducirla y arribar a las conclusiones necesarias para poder continuar con el proceso. En el otro caso, debe hacer el seguimiento de que esté avanzando por las distintas especialidades y que no se quede estancado en algún punto.

Antes de continuar, se debe verificar si existen registros de cambios similares que se hayan implementado en el pasado de manera de poder aprender de los mismos y de esta forma rescatar y copiar los puntos positivos y tener en cuenta los aspectos de mejora para corregirlos en la nueva implementación.

Hasta este punto, se describieron las etapas que comprenden la Identificación de la Necesidad, las fases que siguen están relacionadas con la Gestión Técnica de la modificación a introducir y comienza con la definición del alcance que tendrá el cambio. En esta etapa interviene el equipo técnico encargado de la definición de los procesos y especialistas relacionados con la temática del cambio. El entregable de esta etapa deberá ser una ingeniería conceptual que describa la modificación a implementar y de ser necesario la afectación al proceso actual.

En este punto se debe contemplar el concepto de seguridad de los procesos desarrollado en el marco teórico de manera que todas las especialidades involucradas lo incluyan en su análisis y se pueda lograr una instalación y/o proceso robusto y que incorpore la menor cantidad de riesgos posibles y que los mismos puedan ser gestionados de manera sencilla.

En línea con la definición de cambio que se estableció en el presente trabajo, deberán generarse las especificaciones de diseño cuando este referido a afectación de:

- Equipos o instalaciones
- Productos.
- Aspectos tecnológicos.
- Parámetros, normas y estándares de funcionamiento de equipos y procesos.
- Procesos.

Existen modificaciones con características tales que no requieren del análisis en esta etapa del proceso, pero si es desarrollado en fases siguientes, los cambios aludidos son:

- De diseño y funcionamiento organizacional.
- De procedimientos y responsabilidades operacionales.
- Conductuales de los trabajadores.
- De horarios, condiciones del entorno o rotaciones de turnos de trabajo.
- En las cargas de trabajo de los supervisores.
- Determinados por la subcontratación o tercerización.

Las fases siguientes del proceso están relacionadas con los aspectos técnicos del cambio y en donde se tienen en cuenta la visión de todas las especialidades y sectores claves. Es importante que cada una de estas, contemplen la afectación del cambio desde el punto de vista de su especialidad. La secuencia propuesta es:

- **Mantenimiento:** debe analizar la lista de nuevos repuestos, contratos de servicios con nuevos proveedores, los planes de mantenimiento preventivos y predictivos a implementar, la disponibilidad de recursos humanos, la capacitación del personal, la compatibilidad con instalaciones existentes, entre otros aspectos que garanticen la mantenibilidad de la nueva instalación.
- **Sistema de Control:** en esta fase se debe verificar la compatibilidad del nuevo sistema con el actual, aspectos de ciberseguridad, protocolos de comunicación y arquitectura, software utilizado, capacitación del personal, filosofía de lógicas de seguridad, licencias requeridas, repuestos de nuevo hardware, lógicas de programación y demás características que garanticen la correcta interacción con los sistemas existentes y que esté alineado con los estándares de la organización.
- **Laboratorio:** esta fase es fundamental cuando se modifican o introducen nuevos insumos, recetas, procesos, equipos y es necesario verificar su incidencia en los productos terminados y eventualmente en la estabilidad de los procesos.
- **Inspección de equipos:** fase que analiza la afectación de la integridad de las instalaciones desde el punto de vista de rotura, confiabilidad y vida remanente. Aspectos que indirectamente están relacionados con la seguridad de los procesos, de las personas, de las instalaciones y con la afectación del medio ambiente.
- **Abastecimiento:** es necesario analizar la factibilidad de suministro de lo involucrado en la modificación y no solo para el momento inicial sino a lo largo de todo el ciclo de vida. Se deben identificar alternativas diferentes de suministro, proveedor, servicios, logística.
- **Recursos Humanos:** esta etapa es crítica cuando se trata de modificaciones de estructura, fusiones organizacionales, rotaciones de personas, nuevas incorporaciones. Se debe

analizar cuál es la afectación de estos cambios en los procesos vigentes para poder mitigar los riesgos.

- **Planificación:** ante cambios en los procesos y equipamiento se debe verificar si las nuevas condiciones contemplan los requerimientos desde el punto de vista de planificación de la producción de productos terminados y del suministro de insumos. Analizar si está alineado con los planes estratégicos de largo plazo.
- **Medio Ambiente:** contempla las posibles afectaciones que puedan originar en el medio ambiente y entorno, se ejecutan diversos análisis de posibilidad de ocurrencia, análisis de medidas de mitigación y contingencia y respuesta a emergencias.
- **Seguridad:** analiza todo lo relacionado con la seguridad de las personas e instalaciones y procesos y como pueden verse afectada por la introducción de nuevos cambios a los procesos vigentes. En numerosas oportunidades, el objetivo principal del cambio a introducir es para disminuir o eliminar riesgos de seguridad o medioambientales, por lo tanto, en esta etapa es crítico que se verifique que realmente se están mitigando y que no se introducen otros en su lugar.

Las fases que se han descrito anteriormente y que son de ejecución secuencial pueden ser unificadas en una única fase de tratamiento multidisciplinario en la cual todos los referentes participan simultáneamente de reuniones en donde se analizan los distintos aspectos mencionados. Esto agiliza el tratamiento de cambios menores o de aquellos en donde no es crítica la participación de todas las especialidades.

En esta instancia del proceso, se debe haber logrado la conceptualización del alcance y éste debe tener la característica de ser un diseño inherentemente seguro, según Heikkila (1999), es aquel en el que se evitan los riesgos en vez de controlarlos siguiendo el principio preventivo de eliminar los riesgos en primer lugar y si no es posible, reducirlos al máximo, se trata de lograr procesos con el nivel de riesgo más bajo posible.

La siguiente etapa consiste en la realización del análisis de riesgo para verificar el cumplimiento de la premisa de diseño mencionada anteriormente, en donde se estudian las causas de las posibles amenazas y los probables eventos no deseados y los daños y consecuencias que pudieran producirse por la introducción del cambio. La conclusión que se obtenga del análisis permitirá implementar métodos para el tratamiento y mitigación de los riesgos asociados a la introducción del cambio. Aquí se debe manejar el concepto introducido en la Legislación Británica (1974): ALARP (tan bajo como sea razonablemente practicable) para evaluar la reducción del riesgo, es decir que se debe reducir cuanto sea posible teniendo un equilibrio entre el costo que demanda reducirlo y el beneficio que se obtiene.

Luego, quedará un riesgo residual que deberá ser autorizado por el nivel de responsabilidad correspondiente para determinar si es aceptable, en caso de no serlo se cancelará el cambio que se está proponiendo ya que el nivel de riesgo introducido no compensa los beneficios por los cuales se había originado su necesidad.

Cuando el riesgo residual es aceptable y la decisión sea continuar con el proceso, la siguiente fase corresponde a la asignación del Responsable de la Implementación, generalmente queda en la órbita de los brazos ejecutores de los sectores de Mantenimiento o Proyectos. Esta persona es la encargada de gestionar el desarrollo de ingenierías de mayor profundidad que permitan generar la documentación para poder, por un lado, tener las bases técnicas para la ejecución de la obra y por otro, el monto de la inversión con un grado mayor de precisión. Con esto último se terminará de definir la factibilidad de su ejecución y se le asignará una prioridad para ser contemplada en los presupuestos.

Para aquellos tipos de cambios que no requiera la ejecución de una obra, esta etapa es omitida y directamente se focaliza en su implementación.

La fase de ejecutar obra no es gestionada de manera directa por el proceso de gestión del cambio que se está describiendo ya que pertenece a la gestión de proyectos, que es en donde se contemplan las diferentes etapas de la obra y su correspondiente seguimiento, tal como se hizo referencia en la metodología propuesta por el Project Management Institute.

La última etapa de la ejecución de la obra corresponde a la revisión previa a la puesta en marcha. La misma si es parte del proceso de gestión del cambio y requiere de la preparación y planificación de las actividades a ejecutar. Consiste en el proceso de puesta en servicio de las instalaciones y en el monitoreo de su performance para verificar que se comporta de acuerdo con las bases de diseño. Es el espacio para garantizar que las fases anteriores de montaje se hayan ejecutado de forma correcta y eventualmente encontrar desvíos de manera temprana y que puedan ser corregidos con antelación a la entrega de la obra al usuario final. Es un proceso crítico que puede ser la diferencia entre el éxito y el fracaso de todo el proyecto.

Adicionalmente a las pruebas preliminares esta etapa también contempla las siguientes actividades:

- Revisión documental del sistema.
- Asistencia y capacitación al personal que luego se ocupará de la operación y mantenimiento de las instalaciones.
- Entregar los procedimientos de seguridad, de operación, de mantenimiento y de emergencia.

La última fase de la implementación consiste en la formalización de la conformidad de todas las áreas involucradas, con la misma se da por aprobada la puesta en marcha y se entrega la instalación al área operativa, a partir de ese momento pasa a ser de su responsabilidad y gobernada por los procedimientos operativos que correspondan, los sectores ejecutores dejan de tener injerencia y cumplen solo funciones de apoyo.

El final del proceso de gestión del cambio concluye con el tratamiento documental de la modificación, que consiste en el archivado y difusión de la documentación. Se debe generar un registro de conclusiones con aspectos positivos y de mejora de todo el proceso de implementación de manera que sirva de realimentación para futuras implementaciones y de esta manera se está aportando a la mejora continua del proceso.

En este punto, solo resta el cierre formal del cambio en la aplicación y con ese estado solo podrá ser usado en modo visualización de toda la gestión y documentación que se fue desarrollando a lo largo del proceso, dependiendo del sistema con que cuente la organización, es la manera en que se deberá cumplimentar.

El flujograma planteado como óptimo para desarrollar una adecuada gestión de los cambios fue generado en función de la teoría relevada y la contrastación en el trabajo en campo de los aspectos más significativos buscando que el mismo sea de carácter orientativo y de fácil implementación en la industria. En este sentido, es predominantemente conceptual y descriptivo de las etapas que no deberían omitirse.

A medida que el mismo sea implementado es necesario hacer el seguimiento de su efectividad y detectar eventuales adecuaciones dentro de un proceso de mejora continua. Por otra parte, el mismo deberá adaptarse en su ejecución de tal manera que contemple los aspectos culturales de cada organización.

Estudio de Incidentes Industriales y análisis de estadística

Se tomarán diversas fuentes de información especializada en seguridad industrial y de diversas ramas de industrias.

Incidentes en la industria de Oil & Gas

Se tomó como referencia a la International Association of Oil & Gas Producers – IOGP como fuente de información. Esta elección se debió a que posee una vasta base de datos, con un espectro amplio de empresas y con representación en todo el mundo. La estadística del año 2019 utilizó como fuente de datos el análisis de 3038 millones de horas trabajadas, de 60 compañías que operan en 96 países.

El análisis se focalizó exclusivamente en los factores causales de los incidentes, la IOGP estandarizó y dividió los mismos en dos grupos, los relacionados con el accionar de las *personas* y con las condiciones del *proceso*, en el caso de la gestión de los cambios está contemplada en esta última categoría.

En la tabla siguiente se muestran los factores causales de los incidentes de alto potencial informados por IOGP (2021).

Figura 15. Factores causales de incidentes en la industrial del oil & gas.

Causal factor	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Inadequate hazard identification or risk assessment	51	30	69	52	37	66	116	54	48	60
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Inadequate work standards/procedures	44	22	59	52	36	40	80	49	36	38
PEOPLE (ACTS) : Inattention/Lack of Awareness : Improper decision making or lack of judgment	25	26	41	30	25	33	81	36	29	38
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Inadequate communication	22	23	42	33	27	21	39	22	15	30
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Inadequate supervision	33	21	49	29	26	25	44	26	28	29
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Inadequate training/competence	24	18	40	36	21	33	47	30	33	29
PROCESS (CONDITIONS) : Tools, Equipment, Materials & Products : Inadequate/defective tools/equipment/materials/products	21	15	30	35	16	19	57	21	20	29
PROCESS (CONDITIONS) : Tools, Equipment, Materials & Products : Inadequate design/specification/management of change	19	18	19	38	25	30	68	40	33	24
PROCESS (CONDITIONS) : Tools, Equipment, Materials & Products : Inadequate maintenance/inspection/testing	26	13	41	43	31	37	54	28	27	23
PROCESS (CONDITIONS) : Protective Systems : Inadequate/defective guards or protective barriers	12	11	26	28	12	18	51	14	16	22
PEOPLE (ACTS) : Use of Tools, Equipment, Materials and Products : Improper use/position of tools/equipment/materials/products	10	19	24	25	17	21	58	23	20	22
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Violation unintentional (by individual or group)	32	19	28	13	19	25	58	18	16	21
PEOPLE (ACTS) : Use of Protective Methods : Equipment or materials not secured	3	9	15	9	14	14	62	13	10	13
PROCESS (CONDITIONS) : Protective Systems : Inadequate/defective warning systems/safety devices	14	19	8	17	9	15	17	7	10	13
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Violation intentional (by individual or group)	10	9	8	12	12	14	24	9	4	12
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Improper position (in the line of fire)	10	3	13	9	7	12	35	8	14	10
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Improper lifting or loading	6	10	12	6	7	6	34	3	5	9
PEOPLE (ACTS) : Inattention/Lack of Awareness : Lack of attention/distracted by other concerns/stress	17	10	24	14	10	8	48	21	16	8
PEOPLE (ACTS) : Use of Tools, Equipment, Materials and Products : Servicing of energized equipment/inadequate energy isolation	6	3	5	3	2	9	19	6	10	7
PEOPLE (ACTS) : Use of Protective Methods : Failure to warn of hazard	9	15	32	12	11	9	40	11	12	7
PEOPLE (ACTS) : Use of Protective Methods : Inadequate use of safety systems	2	12	20	9	5	10	19	7	15	6
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Failure to report/learn from events	6	2	3	8	6	7	13	4	5	6
PEOPLE (ACTS) : Use of Protective Methods : Personal Protective Equipment not used or used improperly	7	3	8	4	5	11	9	3	4	5
PEOPLE (ACTS) : Use of Protective Methods : Disabled or removed guards, warning systems or safety devices	1	5	4	2	4	1	9	1	1	5
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Poor leadership/organisational culture	17	10	13	11	10	13	15	14	13	5
PROCESS (CONDITIONS) : Work Place Hazards : Hazardous atmosphere (explosive/toxic/asphyxiant)	6	5	6	3	4	5	17	1	6	4
PROCESS (CONDITIONS) : Protective Systems : Inadequate/defective Personal Protective Equipment	3	1	2	4	0	3	2	3	1	3
PEOPLE (ACTS) : Inattention/Lack of Awareness : Fatigue	4	4	1	1	2	2	5	2	3	3
PROCESS (CONDITIONS) : Work Place Hazards : Congestion, clutter or restricted motion	3	3	5	4	0	2	11	5	4	3
PROCESS (CONDITIONS) : Work Place Hazards : Storms or acts of nature	0	3	3	5	5	2	17	1	3	1
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Overexertion or improper position/posture for task	3	1	1	2	2	1	1	2	2	1
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Work or motion at improper speed	3	3	5	2	4	2	4	3	1	1
PEOPLE (ACTS) : Inattention/Lack of Awareness : Acts of violence	0	1	2	0	1	2	2	0	0	0
PEOPLE (ACTS) : Inattention/Lack of Awareness : Use of drugs or alcohol	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
PROCESS (CONDITIONS) : Work Place Hazards : Inadequate surfaces, floors, walkways or roads	6	2	5	4	4	2	15	4	3	0
PROCESS (CONDITIONS) : Protective Systems : Inadequate security provisions or systems	1	3	4	3	1	4	4	1	4	0

Causal factors are listed in order of frequency for 2019. The top 10 causal factors assigned to high potential events for each year are highlighted.

Fuente: International Association of Oil & Gas Producers – IOGP (2021).

De lo anterior se concluye que la inadecuada gestión de los cambios es uno de los factores causales de incidentes y para el año 2019 representó el puesto número ocho con 24 de un total de 487 (representando un 4,93%). Siendo 5,64% el promedio de los últimos diez años, con un máximo de 8,16% en el año 2017.

En la siguiente información se analiza los factores causales de los incidentes con fatalidades.

Figura 16. Factores causales de incidentes fatales en la industrial del oil & gas.

Causal factor	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Inadequate hazard identification or risk assessment	30	15	17	13	18	11	10	10	15	9
PEOPLE (ACTS) : Inattention/Lack of Awareness : Improper decision making or lack of judgment	14	16	11	16	13	10	13	9	14	9
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Inadequate supervision	18	18	16	14	13	9	9	12	17	7
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Improper position (in the line of fire)	16	9	13	12	14	6	11	7	13	7
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Violation unintentional (by individual or group)	12	9	13	11	9	9	2	6	5	5
PROCESS (CONDITIONS) : Protective Systems : Inadequate/defective guards or protective barriers	7	11	6	10	6	4	2	8	4	4
PEOPLE (ACTS) : Inattention/Lack of Awareness : Lack of attention/distracted by other concerns/stress	5	7	5	4	3	4	6	4	1	4
PEOPLE (ACTS) : Use of Protective Methods : Failure to warn of hazard	7	8	4	6	4	5	5	5	4	4
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Inadequate work standards/procedures	10	8	15	15	18	8	4	4	3	3
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Inadequate communication	12	9	6	8	6	6	3	1	5	3
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Inadequate training/competence	13	10	13	21	16	11	6	4	11	3
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Failure to report/learn from events	3	1	0	1	3	0	2	0	2	3
PEOPLE (ACTS) : Use of Protective Methods : Equipment or materials not secured	6	4	4	8	3	3	2	1	4	2
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Improper lifting or loading	8	2	7	4	1	2	2	0	6	2
PEOPLE (ACTS) : Use of Tools, Equipment, Materials and Products : Servicing of energized equipment/inadequate energy isolation	3	0	3	3	4	3	2	3	2	2
PEOPLE (ACTS) : Use of Protective Methods : Personal Protective Equipment not used or used improperly	1	6	4	7	8	6	1	2	1	2
PROCESS (CONDITIONS) : Protective Systems : Inadequate/defective Personal Protective Equipment	0	5	5	4	0	5	0	1	0	2
PROCESS (CONDITIONS) : Tools, Equipment, Materials & Products : Inadequate/defective tools/equipment/materials/products	4	5	7	9	0	5	3	5	2	1
PROCESS (CONDITIONS) : Tools, Equipment, Materials & Products : Inadequate design/specification/management of change	10	5	7	4	4	7	1	2	3	1
PEOPLE (ACTS) : Use of Tools, Equipment, Materials and Products : Improper use/position of tools/equipment/materials/products	9	6	7	10	6	4	3	4	4	1
PROCESS (CONDITIONS) : Protective Systems : Inadequate/defective warning systems/safety devices	5	6	5	5	5	4	2	1	2	1
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Violation intentional (by individual or group)	12	4	4	2	5	4	2	2	5	1
PEOPLE (ACTS) : Use of Protective Methods : Inadequate use of safety systems	5	4	9	7	2	2	1	1	4	1
PEOPLE (ACTS) : Inattention/Lack of Awareness : Fatigue	0	1	1	0	0	2	1	2	0	1
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Work or motion at improper speed	0	2	1	2	1	3	2	4	1	1
PROCESS (CONDITIONS) : Tools, Equipment, Materials & Products : Inadequate maintenance/inspection/testing	4	6	5	9	5	3	4	2	6	0
PEOPLE (ACTS) : Use of Protective Methods : Disabled or removed guards, warning systems or safety devices	2	2	2	3	2	0	1	0	2	0
PROCESS (CONDITIONS) : Organisational : Poor leadership/organisational culture	9	4	4	6	3	2	0	6	3	0
PROCESS (CONDITIONS) : Work Place Hazards : Hazardous atmosphere (explosive/toxic/asphyxiant)	1	1	2	2	0	1	1	1	0	0
PROCESS (CONDITIONS) : Work Place Hazards : Congestion, clutter or restricted motion	2	4	4	0	0	3	1	1	2	0
PROCESS (CONDITIONS) : Work Place Hazards : Storms or acts of nature	2	5	0	2	0	1	1	1	1	0
PEOPLE (ACTS) : Following Procedures : Overexertion or improper position/posture for task	3	0	1	0	0	0	1	1	1	0

Fuente: International Association of Oil & Gas Producers – IOGP (2021).

También se evidencia que la gestión inadecuada de los cambios es causal de incidentes que involucran fatalidades, para el año 2019 corresponde 1 de 79 (1,27%), mientras que el promedio de los últimos diez años es de 2,46% con un máximo de 4,67% en el año 2015.

Incidentes industriales en Alemania

Se utilizó la información del Centro de Información y Evaluación de Incidentes y Fallas en Plantas de Ingeniería de Procesos – ZEMA, perteneciente a la Agencia Federal de Medio Ambiente de Alemania que es el organismo que gestiona el registro y la evaluación sistemática de los accidentes y las averías en las plantas sujetas a incidentes peligrosos.

Involucra a las siguientes industrias:

- Generación de energía.
- Minería.
- Construcción, vidrio y cerámica.
- Acero y metales. Transformación.
- Productos químicos, medicamentos y refinado de aceite mineral.
- Procesamiento de resinas y plásticos.
- Maderera.
- Almacenamiento, carga y descarga de sustancias.

Su base de datos cuenta con 870 informes sobre incidentes en instalaciones relevantes para la seguridad, registrando incidentes desde el año 1980.

Luego de un análisis de los incidentes se pudo determinar que al menos un total de 21, el 2,5%, tuvieron como causa la inadecuada gestión del cambio. Del análisis de datos se pudo verificar que desde 1980 hasta 1998, no se registraron incidentes con esta causa. Esto se debe a que era un concepto no usado en esa época. Si se descarta ese periodo el porcentaje de incidencia de la inadecuada gestión de los cambios asciende al 3,6%.

Los principales desvíos de la gestión del cambio se resumen a continuación.

- Introducción de cambios aparentemente menores sin gestionarlos.
- Falta de una lista de verificación para chequear cambios en sistemas y procesos.

- Interferencias de nuevas obras que no fueron contempladas y no se realizaron análisis de riesgos.
- Cambio de operador, técnicos y organizativos que no son analizados desde el impacto de la seguridad.
- Modificación o introducción de nuevas sustancias al proceso sin el análisis correspondiente.
- Reemplazo de equipos o software.
- Inadecuada revisión de instructivos o procedimientos.

Incidentes relacionados con la utilización de Hidrógeno

El siguiente contenido fue recolectado del Portal de Herramientas de Hidrógeno desarrollado por El Laboratorio Nacional del Noroeste del Pacífico a través del apoyo de la Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable (EERE) del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

El objetivo del Portal es apoyar la implementación de las prácticas y procedimientos que garantizarán la seguridad en el manejo y utilización del hidrógeno en sus distintos usos. Una de las herramientas disponibles es el análisis de incidentes categorizado por sus causas. La base de datos de incidentes investigados está compuesta por un total de 435. Se categorizaron en función de las causas que dio origen y a continuación se agrupó aquellos que fueron causados por falencia en alguna de las etapas del proceso de gestión del cambio.

Figura 17. Cantidad de incidentes con hidrógeno por inadecuada gestión del cambio.



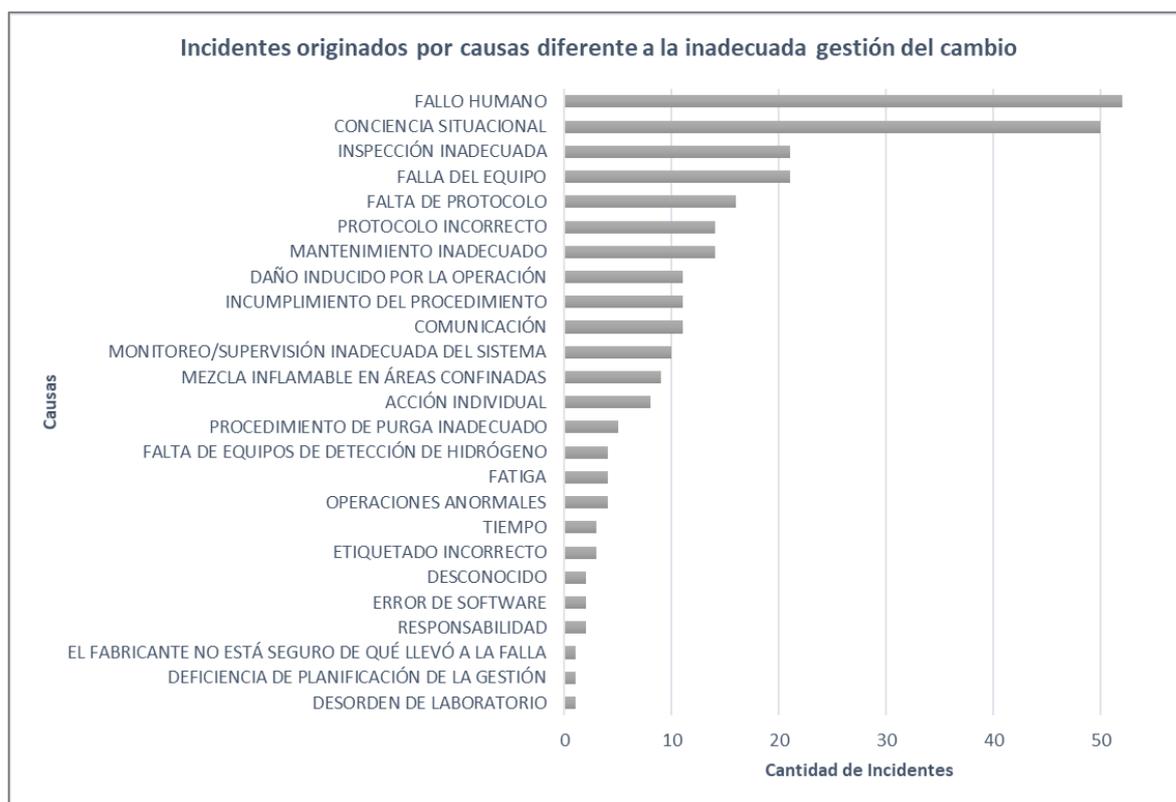
Fuente: Elaboración propia con base de información obtenida del Portal Hydrogen Tools:

<https://h2tools.org/lessons>.

El 35,64% de los incidentes es causado por alguna deficiencia en las etapas del proceso de gestión del cambio. Predominan las falencias por no tratar de manera adecuada a los cambios de equipos, procedimientos o materiales. La fase de diseño y capacitación inadecuada también son una causa importante en la ocurrencia de incidentes.

A continuación, se muestran aquellas causas que no están relacionadas, por lo menos de manera directa, con la gestión del cambio.

Figura 18. Cantidad de incidentes sin incluir como causa la inadecuada gestión del cambio.



Fuente: Elaboración propia con base de información obtenida del Portal Hydrogen Tools:

<https://h2tools.org/lessons>.

En este caso se observa que las causas están relacionadas, principalmente con el comportamiento de las personas. Este punto da para reflexionar acerca de que, si esto sucede, indirectamente es porque en el momento del diseño del proceso no se previó esta situación y no se contemplaron medidas adicionales que eliminara o minimizaran la posibilidad de error humano. En consecuencia, a pesar de que muchos de los incidentes no están identificados de esta manera siempre se podría haber hecho algo más desde el diseño, desde lo estructural, desde la supervisión de tal manera de independizar la ocurrencia del incidente por falla humana.

Indicadores de Evento de Seguridad de Procesos Nivel 1

Analizando los causales de los eventos de seguridad de los Procesos TIER 1 de los reportes emitidos por la IOGP (2020) de acuerdo con la siguiente tabla.

Figura 19. Factores causales de los incidentes de proceso TIER 1 – IOGP 2020.

Causal factors assigned to Tier 1 PSE	2015	2016	2017	2018	2019
PROCESS (CONDITIONS): Tools, Equipment, Materials & Products: Inadequate design/specification/management of change	55	42	42	42	63
PROCESS (CONDITIONS): Tools, Equipment, Materials & Products: Inadequate maintenance/inspection/testing	50	49	60	65	58
PROCESS (CONDITIONS): Organisational: Inadequate hazard identification or risk assessment	41	40	47	33	46
PROCESS (CONDITIONS): Tools, Equipment, Materials & Products: Inadequate/defective tools/equipment/materials/products	32	30	39	48	44
PROCESS (CONDITIONS): Organisational: Inadequate work standards/procedures	37	44	30	32	40
PEOPLE (ACTS): Following Procedures: Violation unintentional [by individual or group]	29	13	23	8	33
PROCESS (CONDITIONS): Organisational: Inadequate training/competence	16	20	21	15	23
PROCESS (CONDITIONS): Organisational: Inadequate supervision	10	15	17	11	20
PROCESS (CONDITIONS): Protective Systems: Inadequate/defective warning systems/safety devices	27	20	10	9	17
PROCESS (CONDITIONS): Organisational: Inadequate communication	15	17	9	11	15
PROCESS (CONDITIONS): Protective Systems: Inadequate/defective guards or protective barriers	23	26	16	20	14
PEOPLE (ACTS): Inattention/Lack of Awareness: Improper decision making or lack of judgment	30	23	16	16	12
PROCESS (CONDITIONS): Work Place Hazards: Storms or acts of nature	9	14	3	9	11
PEOPLE (ACTS): Use of Protective Methods: Failure to warn of hazard	7	12	3	3	9
PEOPLE (ACTS): Inattention/Lack of Awareness: Lack of attention/distracted by other concerns/stress	16	7	7	10	7
PEOPLE (ACTS): Use of Protective Methods: Inadequate use of safety systems	5	10	3	3	7
PEOPLE (ACTS): Use of Tools, Equipment, Materials and Products: Servicing of energized equipment/inadequate energy isolation	3	2	2	4	6
PEOPLE (ACTS): Use of Tools, Equipment, Materials and Products: Improper use/position of tools/equipment/materials/products	9	6	9	5	5
PEOPLE (ACTS): Use of Protective Methods: Equipment or materials not secured	1	10	2	3	5
PROCESS (CONDITIONS): Organisational: Failure to report/learn from events	13	9	4	10	4
PROCESS (CONDITIONS): Work Place Hazards: Hazardous atmosphere [explosive/toxic/asphyxiant]	4	3	3	4	4
PROCESS (CONDITIONS): Protective Systems: Inadequate/defective Personal Protective Equipment	4	4	2	1	4
PEOPLE (ACTS): Use of Protective Methods: Disabled or removed guards, warning systems or safety devices	4	7	3	4	2
PROCESS (CONDITIONS): Work Place Hazards: Inadequate surfaces, floors, walkways or roads	0	0	2	2	2
PROCESS (CONDITIONS): Protective Systems: Inadequate security provisions or systems	2	3	0	1	2
PEOPLE (ACTS): Following Procedures: Improper lifting or loading	0	0	0	0	2
PEOPLE (ACTS): Following Procedures: Improper position [in the line of fire]	5	5	2	5	1
PEOPLE (ACTS): Use of Protective Methods: Personal Protective Equipment not used or used improperly	1	4	3	1	1
PEOPLE (ACTS): Inattention/Lack of Awareness: Fatigue	0	2	0	1	1
PROCESS (CONDITIONS): Work Place Hazards: Congestion, clutter or restricted motion	0	1	2	0	1
PEOPLE (ACTS): Following Procedures: Work or motion at improper speed	0	0	1	0	0
PEOPLE (ACTS): Inattention/Lack of Awareness: Acts of violence	1	1	0	0	0

Fuente: International Association of Oil & Gas Producers – IOGP (2020).

Se puede observar la fuerte influencia de la inadecuada gestión de los cambios como causa de ocurrencia de incidentes de seguridad de los procesos – TIER 1. En el año 2019, una cantidad de 63 de las 464 causas son atribuibles a este factor, representando el 13,58%, mientras que el promedio de los últimos cinco años es de 11,30%.

Grandes incidentes originados por una inadecuada gestión de los cambios

La consideración de la gestión de los cambios como parte de la cultura de las organizaciones industriales es un fenómeno que se está evidenciando en los últimos tiempos y en algunos casos está en pleno proceso de entendimiento y maduración. Una de las razones que impulsó este cambio, y que introdujo este concepto en las organizaciones industriales, es que a lo largo de la historia numerosas investigaciones de incidentes evidenciaron como causa de ocurrencia el no haberles dado tratamiento adecuado a las modificaciones implementadas.

En el anexo IV se muestran incidentes icónicos que evidencian la necesidad de introducir en la cultura de las organizaciones el adecuado tratamiento de las modificaciones a implementar para evitar consecuencias no deseadas. La selección de los incidentes se realizó de manera de representar distintas actividades claves en la industria y evidenciar que la gestión del cambio es aplicable a un abanico muy grande de modificaciones y que es importante que esté incorporado en la cultura de toda la organización para que sea tenido en cuenta en el momento en que se esté planteando algún tipo de modificación.

Las actividades y las industrias representadas son:

- Modificaciones temporarias - Explosión en planta de productos químicos.
- Modificación del proceso - Explosión en planta petroquímica.
- Actividades de mantenimiento - Incidente en Refinería de Petróleo.
- Cambio en insumos y receta de producción – Explosión en planta petroquímica.
- Operación en circunstancias anormales – Incendio en refinería de petróleo.

- Cambio de tecnología del proceso – Explosión en planta de alquilato de detergente.
- Acumulación de pequeños cambios - Explosión en tanque de ácido acrílico.

Incidentes originados por cambios subestimados respecto a su potencial riesgo

Se analizarán implicancias en las que se puede incurrir cuando no se realiza el proceso de gestión del cambio de aquellas modificaciones que parecen menores y que, a priori, no introducirían riesgos adicionales al proceso.

En el Anexo V se exponen modificaciones que se consideraban menores y no se les dio el tratamiento de la gestión del cambio y que terminaron siendo la causa raíz de un incidente.

Se puede evidenciar que la magnitud del cambio no es una variable que determine la aplicabilidad o no del proceso de gestión del cambio, sino que hay que analizar su impacto en diversos factores, como lo es el proceso, elementos de seguridad de procesos, características de materiales y repuestos, entre otros tantos.

Influencia de los cambios organizacionales en la introducción de riesgos

Un punto importante por desarrollar es el impacto que pueden tener los cambios organizacionales en la introducción de riesgos adicionales.

En una revisión de la literatura realizada por Bell, J. y Healy, N. (2006) sobre los efectos de la reingeniería empresarial en la seguridad industrial, no identificó ninguna investigación formal que examinara explícitamente los efectos.

Hay citas de ejemplos de accidentes que han ocurrido después de cambios organizacionales, pero hay poca evidencia estadística que sustente esta suposición. Sin embargo, hay evidencia circunstancial para vincularlos ya que hay ejemplos en los que la reorganización ha contribuido a que se produzcan accidentes graves con múltiples víctimas mortales.

Toda reorganización puede ser un proceso estresante y sugirió que los aspectos de seguridad pueden verse afectados tanto de manera positiva como negativa.

El estudio recomienda que la alta dirección sea responsable de implementar una estrategia de salud y seguridad que reconozca y refleje el impacto que el cambio organizacional puede tener en los niveles de seguridad. Se indica que los cambios organizacionales requieren la misma atención que el sistema de gestión de seguridad para operaciones normales y de emergencia. Es importante reconocer en una etapa temprana que cualquier cambio organizacional puede tener el potencial de afectar la gestión de la seguridad.

Identifica situaciones antagónicas en cuanto a que las modificaciones más pequeñas pueden ser altamente problemáticas porque es menos probable que se reconozcan como un posible inconveniente de seguridad. Por otra parte, un cambio radical en la estructura ejemplificado con un proceso de privatización genera un período de agitación general, incertidumbre y confusión, particularmente con respecto a roles y responsabilidades. Esta confusión tiene el potencial de resultar en accidentes debido a la posibilidad de problemas de comunicación.

Afectación de los cambios en los Peligros - Factores de Riesgo y Accidentes

Tal como se describió, los accidentes son causados por una alineación de factores externos denominados factores de riesgo que provocan el contacto con el peligro.

Para disminuir la ocurrencia de incidentes es fundamental la identificación, eliminación o reducción de los riesgos y peligros, de manera genérica en los procesos existentes pero el presente trabajo se centra solamente en los nuevos cambios que se introduzcan. En este punto, es donde entra en escena la adecuada gestión de los cambios y la importancia de seguir todos los pasos y análisis que involucra. En etapas claves como la definición del alcance, la selección de la tecnología y en la puesta en marcha es fundamental la identificación de los peligros y

riesgos que se podrían introducir de manera de eliminarlos desde el origen o mitigarlos de manera que se conviva con un riesgo aceptable y controlable. Para lograr esto se requiere la participación de un equipo multidisciplinario que sea capaz de detectar esas situaciones de manera anticipada. El actuar de esta manera garantizará que no se introducirán al proceso actual nuevos riesgos que aumenten la probabilidad de accidentes.

Vínculos entre la introducción de cambios y la ocurrencia de incidentes

Se viene evidenciando la importancia de que una ordenada y sistemática gestión de los cambios redunde en una disminución de ocurrencia de incidentes. A través de los incidentes analizados, también se demostró que cuando no se cumple con el adecuado tratamiento de la modificación se incurre en incidentes.

A continuación, se refuerza la vinculación a través de tres apartados en los que, a través de exigencias legales, bibliografía relacionada y de instituciones referentes se desprende la importancia de tener bajo control la implementación de las modificaciones para disminuir la probabilidad de ocurrencia de incidentes.

Aspectos legales exigen la aplicación de la gestión de los cambios

Otro aspecto que se tendrá en cuenta en este trabajo para demostrar que una adecuada gestión de los cambios disminuye la probabilidad de ocurrencia de incidentes es a través de que en varios países ya es un requisito normativo la obligatoriedad de implementar la gestión del cambio como un requisito de operación de las organizaciones.

En Anexo VI se exponen casos legislados en la materia en cuatro países diferentes.

Bibliografía que verifica la relación entre una inadecuada gestión de los cambios y la ocurrencia de incidentes

Se analizarán trabajos de investigación y publicaciones en los que se demuestra que una inadecuada gestión de los cambios puede ser la causa raíz de la ocurrencia de incidentes.

El Center for Chemical Process Safety – CCPS (2008) manifiesta que los cambios sin control han tenido causas directas o han contribuido a numerosos incidentes industriales de envergadura. Particularmente, refiere a cómo implementar un sistema de gestión de los cambios de manera adecuada y sus características. Trata sobre la importancia de asegurarse de que los cambios de: diseño, operación, mantenimiento y organización no afecten desfavorablemente a los empleados, el público en general y al medioambiente.

En el mismo sentido, Marsh Company (2016) hace referencia a que los cambios introducidos en los distintos procesos tienen el potencial de aumentar los riesgos involucrados en la operación de la planta y expresa la importancia de hacer la evaluación de estos, como así también centrarse en el rediseño adecuado, en aspectos de comunicación y de documentación. Hace referencia a que un inadecuado control de los cambios ha contribuido de manera significativa a eventos de grandes pérdidas en la industria.

Martínez Oropesa (2015) señala que la excelencia de la seguridad requiere de un cambio cultural en las organizaciones de manera que favorezca la participación de todos los operadores como así también de la gerencia. Se refiere de manera particular a la peligrosidad de los cambios temporales y de la importancia de incluirlos dentro del sistema de gestión de los cambios.

Bell, J. y Healy, N. (2006) analizaron las causas de ocurrencia de incidentes en diversas industrias, rescatando aquellos que tienen como causa raíz la inadecuada gestión de los cambios.

Keeley (2005) examinó una serie de incidentes de la industria nuclear, marina, gasífera y química encontrando sus factores causantes. Si los mismos hubieran sido detectados por inspección o con una evaluación previa, podrían haberse evitado dichos incidentes. Las causas subyacentes de la mayoría de los eventos revisados fueron: procedimientos de mantenimiento, procedimientos de operación, competencias, diseño de plantas y procesos, evaluación de riesgos y la gestión del cambio.

Henderson (2002) analizó los problemas asociados a la gestión de cambios relacionados con la operación remota de plantas de proceso. Señala que muchas empresas se centran en los elementos de control técnico de tales cambios y descuidan la consideración de los factores humanos asociados con este cambio. El trabajo proporciona una lista de beneficios y problemas asociados en este tipo de cambios. Por ejemplo, niveles reducidos de personal pueden significar costos reducidos, pero también crear problemas potenciales debido al aumento de la carga de trabajo y la dificultad para cubrir enfermedades y ausencias.

Fryman (2001) informó sobre la gestión exitosa del cambio en una planta de procesamiento químico que había enfrentado cambios casi constantes en los últimos dos años debido a demandas de costos. La clave de la gestión exitosa del proceso fue el desarrollo de pautas para los cambios en las tareas laborales claves de seguridad. Las directrices que rescata son:

- Listado de tareas de seguridad claves para el trabajo actual versus el trabajo nuevo.
- Impactos indeseables de los cambios en las tareas laborales claves de seguridad para trabajos nuevos.
- Seguimiento de acciones.
- Publicar revisión de cambios.

Adicionalmente a lo presentado, es de destacar que existen numerosas investigaciones que no identifican directamente a la gestión de los cambios como una causa raíz de los incidentes, quizás por tratarse de un concepto relativamente nuevo, pero sí identifican otros aspectos que indirectamente están relacionados con la gestión de los cambios ya que son puntos que son tenidos en cuenta y definidos en el proceso de gestión del cambio, por ejemplo: diseño de instalaciones y procesos, evaluación de los riesgos, capacitación del personal, procedimientos operativos y de mantenimiento, puestas en marcha, entre otros.

Instituciones referentes que recomiendan la implementación de la gestión del cambio

En esta sección se mostrarán investigaciones de instituciones referentes en seguridad industrial las cuales tratan de manera específica la necesidad de una adecuada gestión de los cambios para evitar incidentes industriales.

Primer Caso: ENERGY INSTITUTE - High Level framework for process safety management.

El Energy Institute (2010) desarrolló un marco teórico para la gestión de la seguridad de los procesos aplicable a cualquier industria energética, definiendo los aspectos claves que las organizaciones necesitan implementar para asegurar la integridad de sus operaciones incorporando factores técnicos, de mantenimiento, operativos, humanos y organizacionales.

Está compuesto por veinte elementos que establecen los aspectos claves siendo uno de ellos la Gestión del cambio y de Proyectos. Los principales aspectos que verifica este elemento son:

- Identificar, evaluar y gestionar sistemáticamente los riesgos derivados de cambios tanto temporales como permanentes.

- Autorización del cambio, cumplimiento de legislación y estándares, comunicación de riesgos asociados e implementación de medidas de mitigación.
- Define que se considera cambio.
- Considera los impactos que pueda tener en la salud, la seguridad y el entorno.
- Requiere de una revisión previa puesta en marcha del cambio.

Segundo Caso: Center for Chemical Process Safety CCPS - Guidelines for Risk Based Process Safety

El CCPS (2007) sostiene que la gestión de seguridad de los procesos favorece a la reducción de los riesgos de accidentes y a un mejor desempeño en los procesos industriales. Durante los últimos 20 años, los mandatos gubernamentales para los sistemas de gestión de seguridad de procesos formales en Europa, Estados Unidos y otros países han llevado a la aplicación generalizada de un enfoque sistémico para administrar la seguridad de los procesos.

El CCPS desarrolló una guía para que las empresas puedan construir e implementar un sistema de gestión de seguridad efectivo, se basa en veinte elementos y uno de ellos es la gestión del cambio, lo considera como un pilar en la gestión del riesgo.

Capítulo 5

Conclusiones

En el trabajo se pudo comprobar que implementar una modificación en los procesos, en la operación, en los insumos, en el mantenimiento o en la estructura, y cualquiera sea la magnitud de dicha variación, si no se realiza un adecuado tratamiento del cambio, esa situación introduce en la organización un riesgo que puede desembocar en un incidente y en ocasiones puede hasta ser catastrófico. Esto se evidenció a través del análisis de estadística de incidentes industriales cuya causa raíz fue una inadecuada gestión del cambio.

De lo anterior, se desprende la primera recomendación del trabajo relacionada con la necesidad de que las organizaciones industriales **realicen el tratamiento de todos los cambios**.

En base al análisis detallado de casos icónicos de la industria, en donde incidentes catastróficos tuvieron como disparador un cambio implementado y que no fue gestionado de la manera correcta, y al trabajo de campo realizado en una organización industrial, que tiene implementado un procedimiento para el tratamiento de los cambios y que también se constataron incidentes ocurridos por una inadecuada gestión de las modificaciones introducidas, permite generar la segunda recomendación referida a la necesidad de que el tratamiento del cambio debe ser **gestionado de manera sistemática y bajo el cumplimiento de procedimientos preestablecidos**. Para esto se propuso un flujograma indicativo (ANEXO III) con las actividades, interlocutores y controles mínimos que se deben implementar para administrar de manera correcta el cambio.

Debido a la complejidad manifiesta que el proceso de tratamiento del cambio presenta, es que se sugiere como tercera recomendación la **implementación de un software dedicado**, que sirva de plataforma para:

- el manejo de la documentación,

- la administración de los distintos niveles de aprobación,
- asegurar que se cumpla con todas las etapas,
- repositorio de información,
- generación de estadística que facilite monitorear la performance,
- entre otros tantos beneficios.

Como cuarto punto identificado, es la necesidad de que los **líderes de la organización estén convencidos del proceso y de que sean los motores de su implementación y del mantenimiento** a través del tiempo. El aspecto comunicacional y el ser referentes predicando con el ejemplo, son claves para que toda la organización impregne en su cultura esta forma de gestionar de manera natural y que no sea impuesta como obligación del cumplimiento de un procedimiento ya que en este caso se pierde efectividad y sobre todo es difícil que perdure en el tiempo.

Figura 20. Recomendaciones del trabajo.



Fuente: Elaboración propia.

Buenas prácticas para tener en cuenta en el proceso de gestión del cambio

Como complemento al proceso de gestión del cambio propuesto, en este apartado se resumen las principales buenas prácticas recopiladas a lo largo del trabajo que se recomiendan tener presente para una ejecución más eficiente del mismo.

- ✓ **Identificar los riesgos** introducidos en el proceso con la incorporación de la modificación.
- ✓ En el momento de análisis del cambio, verificar si los **procedimientos operativos** existentes están actualizados y luego de la implementación adecuarlos de acuerdo con el cambio introducido.
- ✓ Realizar un **análisis sistemático de peligros** del proceso, identificándolos, evaluándolos y generando los métodos de mitigación y control.
- ✓ Asegurarse de que las nuevas **instalaciones cumplan con todos los estándares y códigos** y aplicables.
- ✓ Analizar como la modificación introducida afecta al **proceso en su conjunto** y no analizarlo de manera aislada.
- ✓ Realizar una adecuada revisión del **procedimiento de puesta en marcha** de la nueva instalación.
- ✓ Contemplar la **capacitación del personal involucrado** respecto de las modificaciones introducidas.
- ✓ Los **cambios temporales** exigen la misma revisión rigurosa que los cambios permanentes.
- ✓ El **cambio en una receta de producción** se debe considerar como una modificación del proceso y debe enmarcarse en el procedimiento de gestión del cambio.

- ✓ Los movimientos y **rotaciones de personal** pueden incorporar riesgos si no se gestionan como un cambio. Requieren de un análisis de los aspectos en los que se debe capacitar al personal involucrado para dotarlo de las habilidades requeridas en la nueva función.
- ✓ La política de gestión de los cambios debe incluir situaciones anormales, no planificadas y **desvíos en las condiciones operativas estándares**.
- ✓ Es esencial disponer de procedimientos operativos con **límites bien definidos** para las variables del proceso. Una vez que el personal está capacitado en la política de gestión del cambio y conoce los límites normales para las variables del proceso, puede emitir juicios formados sobre cuando considerarlo como un desvío que excede en su toma de decisión y debe ser canalizado a un grupo multidisciplinario. También se deben definir los **niveles de autorización** para la implementación de actividades no habituales.
- ✓ Es importante prestar especial atención a los **cambios considerados, aparentemente menores y aislados**. La magnitud del cambio no debe dejarse en la determinación de un individuo, sino que debe ser evaluado por un equipo multidisciplinario.
- ✓ En el caso que se **reemplacen repuestos o equipos por otro diferente** a los originales contemplados en el diseño, se debe aplicar el proceso de gestión del cambio.
- ✓ Se debe minimizar la introducción de **fallas latentes** cuando se introduce un nuevo cambio.

Cuando en una organización no se implementa eficazmente un programa de gestión de los cambios puede llevar a una cultura de complacencia y a realizar análisis de seguridad de procesos incompletos y deficientes.

Es necesario desarrollar el compromiso de implementar eficazmente el proceso de gestión de las modificaciones por parte de todos los involucrados, desde el trabajador de primera línea hasta los directivos de la empresa.

Aspectos en los que no se debe incurrir en el tratamiento de los cambios

Al igual que en el apartado anterior, durante la investigación se rescataron aspectos en los cuales no debemos incurrir para evitar que la gestión del cambio fracase.

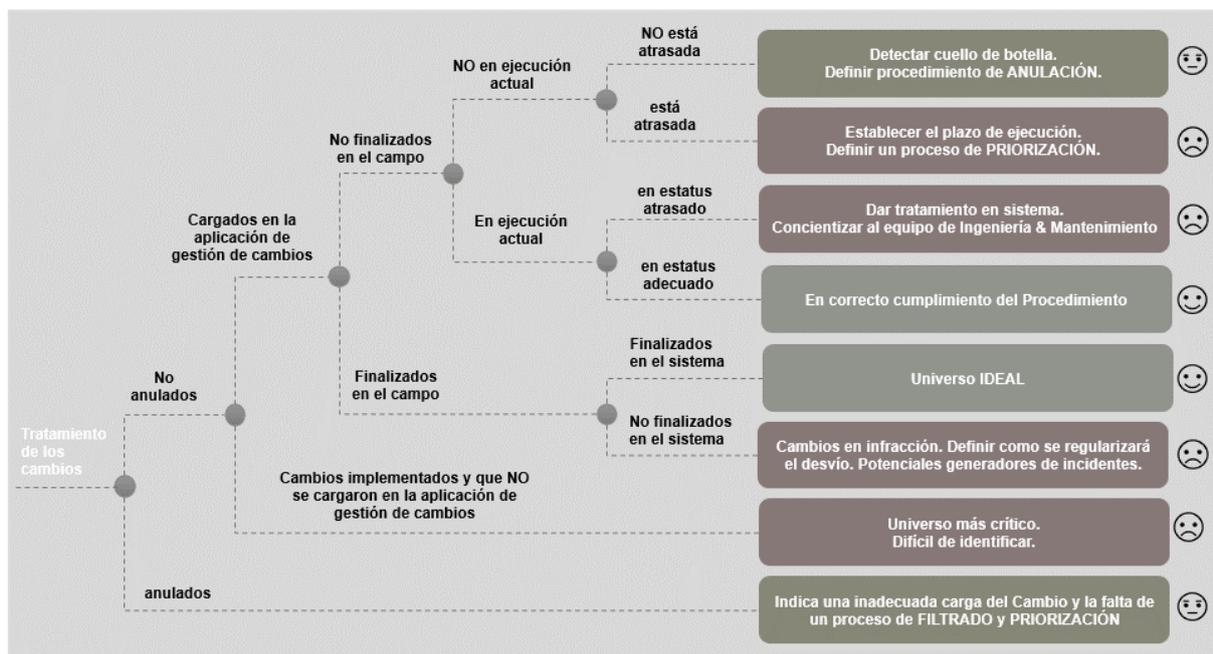
- x No realizar la priorización correcta de los cambios identificados como urgentes para disminuir riesgos elevados.
- x No incluir en el proceso de revisión a todas las áreas y especialidades necesarias.
- x Considerar de manera discrecional que el proceso no se aplica para algún cambio en particular.
- x No actualizar el aspecto documental de la modificación.
- x No contar con procedimiento de autorizaciones en las distintas etapas del proceso de cambio.

Propuesta de Esquema de Diagnóstico y de Seguimiento

Como se ha manifestado, es necesario que las organizaciones industriales tengan implementado de manera sistemática el tratamiento de los cambios en post de evitar incidentes industriales. Para que la misma pueda hacer un diagnóstico del grado de cumplimiento y además realizar un seguimiento periódico de la evolución de la performance es que se propone el esquema de la figura 21.

Se plantea que la organización analice la estadística de los cambios y que trabaje sobre las dos variables descriptas en el trabajo: cantidad de cambios por estado y tiempo promedio de permanencia en cada estado. Ubicando esta información en cada una de las distintas posibilidades del Diagrama, permitirá realizar un diagnóstico de la situación y en función de ella, podrá identificar los distintos universos sobre los que deberá llevar adelante alguna acción de manera de corregir los posibles desvíos.

Figura 21. Esquema para diagnóstico de cumplimiento de la gestión del cambio.



Fuente: Elaboración propia.

Condensa esquemáticamente las distintas alternativas en que pueden encontrarse los cambios e identifica los aspectos más significativos para cada una de las posibilidades.

Existe un universo de cambios que se han implementado en el campo y que nunca fueron registrados en la aplicación, estos son los más críticos ya que sobre los mismos no se realizó ningún análisis formal respecto de la conveniencia o no de su implementación y tampoco quedan los registros adecuados luego de su puesta en marcha, afectando esto la adecuada documentación de las instalaciones y su operación. Otra dificultad que presenta este

grupo de cambios es que no se cuenta con registros de estadística, con lo cual no se tiene una magnitud clara de su cuantía.

Existe otro conjunto de cambios que también ya se han implementado en campo y que, si bien fueron cargados en la aplicación, no recibieron el tratamiento adecuado y el estado en el sistema no se corresponde con lo implementado en el campo. En este caso es necesario la revisión de toda la documentación asociada para normalizar la situación y, eventualmente, hacer las correcciones que surjan.

Los dos casos descriptos son lo que representan mayores riesgos debido a que se implementaron acciones en el campo o en el proceso sin el correspondiente análisis multidisciplinario de manera formal. No se cuenta con registros de estos cambios implementados por lo que es necesario la identificación y tratamiento de cada uno de ellos.

Estos universos son los que ponen en alerta el aspecto cultural ya que evidencian que en esos casos se omite el proceso de gestión de los cambios. Es fundamental trabajar con las áreas de Ingeniería, Proyectos y Mantenimiento ya que son quienes ejecutan las tareas. En el mismo sentido, el área de Operaciones deberá trabajar sobre las modificaciones de procesos y materias primas.

Adicionalmente, se reconoce otro grupo de cambios que también están fuera de procedimiento ya que su estado en el sistema no coincide con la fase de ejecución. En este caso, se está a tiempo de poder realizar el tratamiento correspondiente, replantear el alcance, verificar el análisis de riesgo y de esta forma normalizar la situación antes de su puesta en marcha.

También se distingue el grupo de aquellos cambios que no están en ejecución y que están atrasados documentalmente. En este caso, el peligro es no ejecutar una necesidad que se identificó como riesgosa y que es necesario implementarla cuanto antes para reducir o eliminar el riesgo. Para este caso es necesario gestionar la antigüedad de los cambios, de manera de

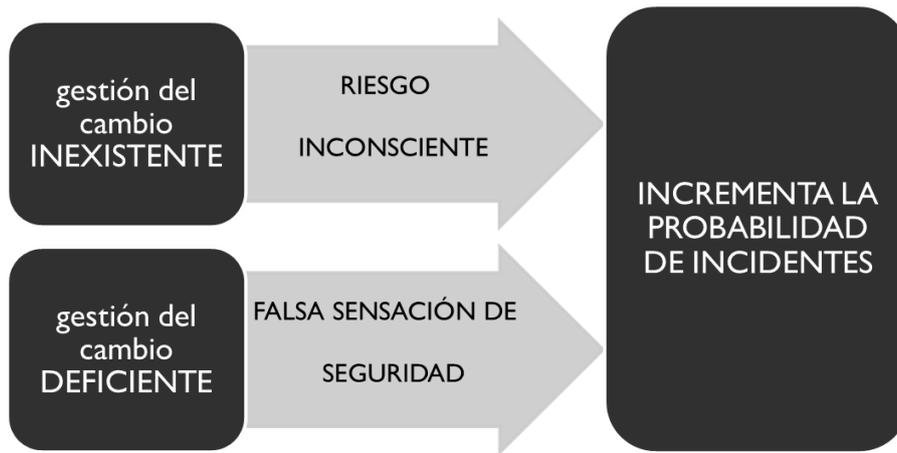
priorizar su ejecución en aquellos que se identifiquen como críticos o eventualmente proponer la cancelación en caso de que haya desaparecido la necesidad.

El universo de los cambios anulados o cancelados que, si bien no implican un riesgo en las instalaciones u operaciones ya que los mismos no fueron implementados, si evidencian un aspecto a mejorar en el proceso ya que se cargan en la aplicación cambios de manera innecesaria o errónea. Esto exterioriza la falta de un proceso de priorización y filtrado en el momento de cargar una nueva necesidad.

Otro aspecto que se recomienda verificar es la cantidad histórica de cambios implementados en el proceso versus la cantidad de cambios cargados en la aplicación. En caso de que sea significativamente menor, puede ser indicio de limitaciones de recursos económicos, insuficiente capacidad de ejecución o inadecuado tratamiento y priorización de los cambios. Esto alerta sobre la necesidad de adecuar el proceso de selección de los cambios que se deben ejecutar y alinear con el proceso de presupuestación de la organización.

Cuando no se gestionan de manera adecuada los cambios provoca que la organización transite cualquiera de los dos caminos representados en la figura 22. En el caso que no exista la gestión del cambio, se genera un riesgo inconsciente ya que al no realizar el análisis correspondiente no se tienen noción de la magnitud del riesgo. En el camino en donde se hace un tratamiento del cambio, pero inadecuado, genera una falsa sensación de seguridad ya que se piensa que están los riesgos bajo control cuando en la realidad se omitió el análisis. Cualquiera de los dos caminos representa riesgo e incrementa la probabilidad de ocurrencia de incidentes.

Figura 22. Consecuencia de la inadecuada gestión de los cambios.



Fuente: Elaboración propia.

Aspectos organizacionales identificados con impacto en el tratamiento de los cambios

El análisis realizado a lo largo del trabajo permitió identificar aspectos colaterales que son significativos y que se deben tener en cuenta y gestionar para lograr una mayor efectividad de todo el proceso. En un primer grupo se identificaron aquellos que están relacionados con aspectos de **liderazgo**.

- ✓ Las organizaciones y las personas son de naturaleza única y por lo tanto ningún modelo de gestión del cambio será una solución estandarizada a implementar sin tener en cuenta las **características y particularidades culturales** de cada organización. Al implementar un programa de gestión del cambio, independientemente de cuál sea, es importante que se planifique de manera temprana y se tome el tiempo adecuado para considerar lo que la organización necesita para implementar el cambio con éxito.
- ✓ Es fundamental el **aspecto comunicacional** en dos estadios, el primero de ellos consiste en hacer conocer a la organización todos los cambios que fueron priorizados y que deben ejecutarse en un periodo dado o bajo un presupuesto asignado. La concreción de cada cambio involucra a muchos recursos y todos deben trabajar en la misma dirección.

En el segundo estadio, es fundamental que se analice cada uno de los cambios y se comunique la necesidad, urgencia y el fin que persigue esa modificación. Esto logrará que los equipos multidisciplinares sientan como propia esa transformación que deben implementar.

- ✓ En función de que el **factor humano** es un aspecto clave en los incidentes, es necesario tener siempre en cuenta a las personas y sus conductas para plantear estrategias que sean totalmente válidas y efectivas en materia de seguridad. En este sentido, **la conducta de las personas** es la clave tanto para la gestión adecuada de los cambios como para evitar incidentes. Se transforma en un aspecto clave en donde debe trabajar la organización y sobre el que deben focalizar los líderes.

- ✓ En el estudio de campo realizado se observó que el foco estaba en la administración de los cambios, es decir un flujograma y actividades a cumplir pero que carecía de liderazgo tal como lo concibe Kotter. Ante estas situaciones, se propone definir o en caso de existir, fortalecer el rol del **Administrador del Cambio** como figura clave en el seguimiento y en la transmisión a la organización de las necesidades y urgencias de la implementación del cambio.

- ✓ Es importante la **participación multidisciplinaria** en el análisis del cambio para identificar los peligros teniendo la perspectiva de todas las áreas involucradas y de esta manera minimizarlos. La faz de coordinación y comunicación resulta clave para el éxito de esta identificación temprana.

El segundo grupo de aspectos identificados está relacionado con la **administración de los recursos** de la organización.

- ✓ Para lograr una administración adecuada de los recursos, es necesario definir un **proceso de priorización de las modificaciones** a implementar en el cual participen todos los sectores intervinientes en el proceso de cambio. Esto permite que, de manera conjunta, se identifiquen los cambios más urgentes y los que son realmente necesarios. Los mismos deben ser difundidos y asignados a los responsables de su implementación. Es fundamental generar una imagen de futuro que marque el motivo por el cual las personas deben luchar para crear ese futuro, será la manera más efectiva de que el cambio sea implementado adecuadamente.
- ✓ Es fundamental que la alta dirección administre adecuadamente la **asignación de recursos limitados** y que encuentre el equilibrio óptimo entre los objetivos de producción y los de aseguramiento de la seguridad. Los líderes deben tener presente que, a largo plazo, estos objetivos son claramente compatibles, pero se deben administrar los conflictos e intereses de corto plazo. Estos dilemas deben ser identificados por la alta dirección y deben ser gestionados en el momento de priorizar y presupuestar los proyectos y cambios que la empresa debe afrontar en el futuro.
- ✓ La investigación muestra que las organizaciones que adoptan un proceso formal de gestión de los cambios tienen más éxito en la ejecución de sus planes si la implementación contempla satisfacer las **necesidades del negocio** (proyecto) así como las **necesidades humanas** (empleados).
- ✓ Es necesario analizar los **aspectos estructurales, organizacionales y operacionales** que se verán afectados por la implementación del cambio para no introducir riesgos adicionales que incrementen la probabilidad de ocurrencia de incidentes. De esta forma, se estará actuando preventivamente en evitar condiciones de riesgo que lleven a alcanzar algún peligro y que origine un incidente.

Administrando estas situaciones se estará actuando de manera preventiva y proactiva a través de la eliminación de causas de fallas en el nuevo cambio que se está pretendiendo implementar.

La cultura de la organización relacionada con la seguridad industrial se convirtió en un aspecto clave del proceso analizado por su importancia en la prevención de incidentes industriales.

Impacto en el Negocio

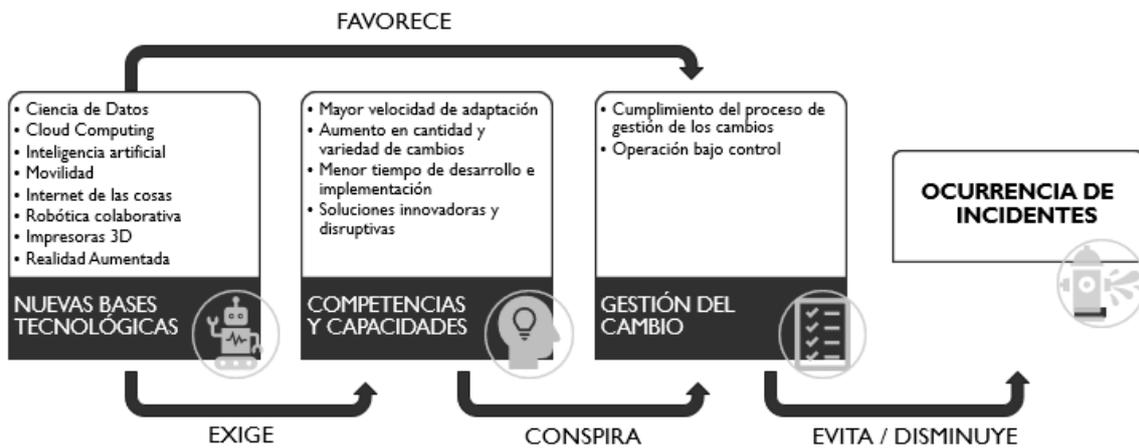
La necesidad de tener que introducir cambios en las organizaciones para no perder competitividad y evitar quedar afuera del mercado ha sido una constante a lo largo del tiempo, pero con la aparición de nuevas bases tecnológicas este fenómeno ha acelerado su ritmo de cambio.

El avance exponencial que se está produciendo en disciplinas tales como ciencia de datos, inteligencia artificial, internet de las cosas, robótica colaborativa, entre otras tantas, exige a toda la estructura de la empresa una mayor capacidad y velocidad de adaptación. Se requiere una cultura organizacional que sea capaz de desarrollar la flexibilidad, diversidad e innovación como el camino para afrontar la cantidad y variedad de cambios que se deberán implementar y que permitirá adaptarse al entorno volátil y exigente imperante en los mercados en los que operan las compañías. Como contraposición, los tiempos disponibles para el desarrollo y la implementación de los cambios son cada vez más cortos, conspirando esto contra un adecuado proceso de gestión de los cambios.

Así como el avance de la tecnología incrementa la necesidad de introducción de cambios y su efecto de sobrecarga en el proceso de gestión de cambios, también es cierto que brinda nuevas herramientas que permiten crear instalaciones y procesos más robustos, con barreras y controles que les confieren grados superiores de seguridad.

Esto refuerza la necesidad de que la organización debe implementar un adecuado proceso que administre los cambios, que esté alineado con su cultura y que sea aceptado por todos sus miembros.

Figura 23. *Aceleración de la necesidad de cambios en las Organizaciones.*



Fuente: Elaboración propia.

En caso de no tener el proceso de cambio bajo control se incurre en un aumento de la probabilidad de ocurrencia de incidentes. Como se mencionó en el trabajo, las consecuencias y el impacto que puede causar en la organización la ocurrencia de un incidente es variado en gravedad y en alcance de afectación. Pueden ir de simples desvíos que no trascienden a la organización hasta consecuencias tales que provoquen la desaparición de la compañía. La afectación puede alcanzar a los siguientes aspectos:

✓ **Económico:** existen numerosos ejemplos de grandes pérdidas económicas a raíz de incidentes que alcanzaron hasta los 2.088 millones de dólares (Piper Alpha, North Sea, UK), 1.615 millones de dólares (Pasadena, Texas, US), 957 millones de dólares (Gulf of Mexico, US), entre decenas de otros casos que promedian montos de pérdidas de 200 millones de dólares.

Luego de incidentes graves, las empresas que cotizan en bolsa suelen tener afectación en la valoración de sus acciones. Un caso estudiado es el de la empresa Ecopetrol que, como

consecuencia de sus incidentes ambientales, solo en el 60% de éstos evidenció una disminución en la cotización de su acción, sin embargo, este comportamiento bajista no dura mucho tiempo. Esto está alineado con otra investigación que establece que existe interrelación entre la performance ambiental y económica en la medida que exista una fuerte regulación y acceso público a la información sobre los actos ambientales de las empresas, caso contrario, no habrá fuerte impacto en el precio de las acciones por temas ambientales.

✓ **Medio ambiental:** dependiendo del tipo de incidentes, tipo de industria y productos involucrados puede afectar de manera negativa al medioambiente ya sea agua, aire o suelo. El coste de la degradación del medio ambiente es complejo de calcular, éste no será únicamente económico, sino que lo más importante es el coste ecológico producido en los distintos ecosistemas, la afectación de recursos naturales y la biodiversidad. En ejemplo emblemático es el caso del Delta de Nigeria afectado por petróleo, esta región ocupa una superficie aproximada de 112.000 kilómetros cuadrados, lo que representa el 12% de la superficie total de Nigeria y es considerada uno de los diez ecosistemas pantanosos y marino costeros más importantes del mundo y viven en ella unos 31 millones de personas.

En la actualidad, los objetivos de desarrollo sostenible toman cada vez más preponderancia en el mercado y es precisamente esto lo que impulsa a las compañías a tomar una posición más responsable respecto a las decisiones operacionales y los controles utilizados para mitigar las consecuencias ambientales a corto, medio y largo plazo.

✓ **Sociales:** son los relacionados con afectaciones a la sociedad y entorno que rodea a la organización. El caso de la explosión de planta química de Flixborough en el Reino Unido, además de la afectación a las instalaciones, liberó unas 30 toneladas de ciclohexano y dicha nube de vapor junto con la explosión afectó a centenares de hogares e instalaciones cercanas.

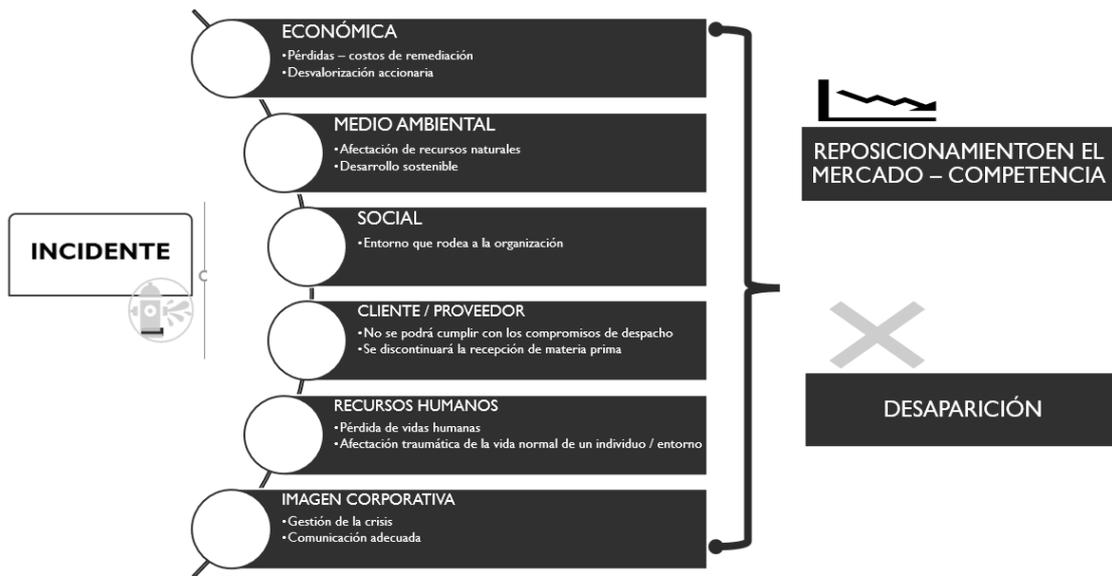
✓ **Clientes – Proveedores:** ante la ocurrencia de un evento, estos dos eslabones de la cadena se ven inmediatamente afectados, los Clientes se verán perjudicados en el suministro

de los pedidos comprometidos y los Proveedores verán interrumpida la recepción de materias primas por parte de la compañía afectada y eventualmente hasta puede afectar la cadena de pagos.

✓ **Recursos Humanos:** en mucho de los incidentes estudiados se generaron pérdidas de vidas humanas y lesiones. Los accidentes son sucesos que interrumpen en forma súbita y traumática en la vida normal de un individuo, generando pérdidas y cambios significativos en los aspectos de su vida y pudiendo hasta ser permanentes. Además de consecuencias físicas, las alteraciones emocionales y psicosociales son dos aspectos claves que se deben atender. El evento traumático afecta su posición dentro del grupo social, que trasciende a su grupo familiar, el cual también se ve profundamente impactado. Incidentes traumáticos cambian la dinámica normal del trabajo, la interrelación entre las personas y en un extremo la cultura de la organización.

✓ **Imagen Corporativa:** es uno de los principales activos de una compañía que puede dañarse ante algún incidente que afecte el entorno que la rodea. Las organizaciones están expuestas a atravesar situaciones de crisis que pueden afectar la trayectoria institucional e incluso, en un extremo, hasta causar su desaparición. Es por ello, que es fundamental la prevención de los incidentes y en caso de que ocurra, contar con expertos que puedan gestionar la comunicación. Resulta conveniente brindar constantemente información a la sociedad de la situación y su evolución.

Figura 24. *Afectación del Negocio como consecuencia de la ocurrencia de incidentes.*



Fuente: Elaboración propia.

Generalmente, las distintas afectaciones descritas no se presentan de manera aislada, sino que se combinan y en un extremo pueden llevar a la pérdida del negocio. Un ejemplo que conjuga los distintos aspectos es el caso del incidente en la plataforma Deepwater Horizon en aguas del Golfo de México. En este caso, las pérdidas de la compañía en la bolsa alcanzaron el 40% de su valor previo al incidente. El costo del producto vertido ascendió a 31,3 millones de dólares. Tuvo que incrementar drásticamente su presupuesto de publicidad para intentar atenuar el efecto negativo de su imagen pública. La explosión que hundió la plataforma costó la vida de once trabajadores y derramó millones de litros de petróleo en el Golfo de México, provocando un daño incalculable al ecosistema marino y a la costa.

Durante la crisis, la estrategia comunicacional de la compañía ignoró los sentimientos de los afectados y se enfocó solo en la perspectiva técnica del problema poniendo solo el acento en cómo se proponía detener el derrame de petróleo, en lugar de centrarse en la afectación del entorno.

Otro efecto visualizado luego de eventos de estas características es el retroceso de su posicionamiento en el mercado respecto de la competencia.

Proceso virtuoso

Como se mencionó en el trabajo, el objetivo principal de la implementación del proceso de gestión de los cambios es minimizar la introducción de riesgo en la organización en el momento de implementar los cambios. Sin embargo, se puede concluir que su correcta aplicación tiene efectos colaterales muy poderosos y beneficiosos para la organización.

Su instrumentación resulta ser un disparador y potenciador positivo de distintas piezas sensibles de la organización. Cuando el proceso exige la actuación e involucramiento activo de los líderes, cuando pone en práctica el empoderamiento de todos los niveles de la organización, cuando propicia el trabajo en células y coordina la interacción de los distintos sectores, de manera indirecta se está influyendo en las PERSONAS. Esa forma de gestión se va internalizando hasta que se transforma en un estilo de trabajo que se aplica en el accionar cotidiano.

La gestión de los cambios persigue la excelencia operacional y la eficiencia de los procesos, esto no solo se circunscribe a los cambios que se implementan, sino que se convierte en una forma de actuación y permite la optimización de las OPERACIONES.

El proceso actúa de ordenador de necesidades, priorizando la ejecución de aquellas más críticas, esto redundará en una utilización más eficiente de los RECURSOS escasos y por lo tanto una mejor administración de los presupuestos de inversiones y gastos. Esto redundará en poder ser más competitivo en el mercado de actuación.

La implementación de células ágiles de trabajo desestructura las relaciones jerárquicas y permite que se tengan metas compartidas y se facilite el cumplimiento de OBJETIVOS de toda la organización. La interacción que se fomenta entre las personas y los equipos desarrolla el aspecto COMUNICACIONAL, clave en la articulación de todas las partes de la organización.

Con el transcurrir del tiempo, todos los aspectos remarcados van generando una CULTURA ORGANIZACIONAL colaborativa que va forjando un clima y estilo de pensamiento adaptado a las necesidades actuales.

Figura 25. Proceso virtuoso.



Fuente: Elaboración propia.

Todo lo descrito redundará en generar un negocio que sea sustentable, que a través de la confiabilidad de sus procesos se logre fidelización y que a través de una imagen íntegra de la organización se tenga un impacto positivo en todas las partes interesadas de la empresa. Sin duda genera un mejor posicionamiento en el mercado y mejores condiciones de competitividad.

¡El gran desafío es poder generar, transmitir y naturalizar esa forma de trabajo!

Aspectos identificados para futuros abordajes

A pesar del enfoque exhaustivo en la búsqueda bibliográfica, se reconoce que esta revisión puede no ser estrictamente completa y pueden existir aspectos en los que se podría profundizar. También se manifiesta que la revisión está limitada al centrarse en la información disponible públicamente y es posible que existan trabajos no publicados o en progreso que puedan complementar la fuente de datos.

Una línea de investigación con potencial para explorar con mayor profundidad es el liderazgo y su influencia en el proceso de gestión de los cambios, relacionándolo con la seguridad y la generación de incidentes. Brindando herramientas a los líderes que faciliten su gestión.

Identificar comportamientos inseguros y establecer diferencias de acuerdo con el tipo de industrias sería otro importante aporte para extrapolar la experiencia recogida en cada rubro.

Corolario final

Una adecuada y sistemática gestión de los cambios es fundamental en la prevención de incidentes, desde el punto de vista que no se generen riesgos adicionales (“agujeritos” en el modelo del queso suizo) y que, en la medida de lo posible, la introducción del nuevo cambio elimine riesgos existentes. En muchos casos se introducen cambios exclusivamente para eliminar riesgos identificados en el proceso vigente y en otras oportunidades es un efecto colateral.

Se identificó la importancia del aspecto humano y en este sentido la trascendencia del aspecto cultural, el liderazgo y el involucramiento de los distintos niveles de la organización, condiciones claves y determinantes para que se logre la debida gestión de los cambios. Es fundamental generar el convencimiento en todos los integrantes de que es el camino adecuado para no asumir riesgos innecesarios y poder lograr el compromiso compartido entre todos para que se actúe de manera espontánea, y no forzada, en la consecución de ese objetivo.

Si la organización no es capaz de lograr el convencimiento de sus integrantes, tendrá pocas posibilidades de implementar de manera exitosa el proceso de gestión del cambio o en su defecto, se cumplirá de manera parcial y solo con el fin de completar documentación que sirva solo como evidencia de cumplimiento de alguna normativa, pero no cumplirá con el fin primordial que se debe perseguir y que es, trabajar de manera multidisciplinaria en el análisis

de la nueva modificación que se planea introducir para determinar si es la mejor solución factible y que realmente disminuya los riesgos globales de la organización en lugar de introducir nuevos peligros.

No existe una única fórmula, un procedimiento o una aplicación estándar que se adapte a todas las organizaciones, sin embargo, si se cuenta con suficiente evidencia de que es necesario emprender el camino de la gestión del cambio y que debe ser un proceso de constante mejora y adaptación. Es alentador identificar que la gestión del cambio es una disciplina cada vez más reconocida por las organizaciones debido al valor y a los beneficios que aporta.

Se debe tener siempre presente que la ocurrencia de un incidente significativo en una organización puede perjudicar su posicionamiento en el mercado respecto de sus competidoras y en un extremo provocar su desaparición.

Bibliografía

- Alas, R. y Vadi, M. (2006). *The impact of organisational culture on organisational learning and attitudes concerning change from an institutional perspective*. International Journal of Strategic Change Management, Vol. 1, Nos. 1–2, pp.155–170.
- American Petroleum Institute – API (2010). *API 754 Indicadores de Desempeño en Seguridad de los Procesos para las Industrias de Refinamiento y Petroquímicas*. Washington: API Publishing Services.
- Beer, M. (2003). *Why total quality management programs do not persist: the role of management quality and implications for leading a TQM transformation*. Decision Sciences, Vol. 34, No. 4, pp.623–642.
- Bell, J. y Healy, N. (2006). *The Causes of Major Hazard Incidents and How to Improve Risk Control and Health and Safety Management: A Review of the Existing Literature*. Recuperado el 13 de junio de 2021 de:
https://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2006/hsl06117.pdf
- Botta, N. A. (2018). *Los accidentes de Trabajo* (2° edic.). Rosario, Argentina: Red Proteger.
- Burnes, B. (2004). *Managing Change*. Harlow, United Kingdom: Pearson.
- Center for Chemical Process Safety - CCPS. (2008). *Guidelines for the Management of Change for Process Safety*. New York: American Institute of Chemical Engineers.
- Center for Chemical Process Safety - CCPS. (2008). *Incidents that Define Process Safety*. New Jersey: American Institute of Chemical Engineers.
- Center for Chemical Process Safety - CCPS. (2007). *Leading and Lagging PS Metrics*. New York: American Institute of Chemical Engineers – AIChE.

- Center for Chemical Process Safety - CCPS. (2007). *Guidelines for risk based process safety*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Center for Chemical Process Safety - CCPS. (2007). *Métricas Predictivas y Retrospectivas para Seguridad de Procesos. Ud. no mejora lo que no mide*. New York: American Institute of Chemical Engineers – AIChE.
- Cummings, T.G. y Worley, C.G. (2005). *Organization Development and Change*. (8° edic.). Ohio, USA: Thomson South-Western.
- Energy Institute (2010). *High level framework for process safety management*. London: Energy Institute.
- Gibson, J. Ivancevich, J. Donnelly, J. (2006). *Organizaciones, comportamiento, estructura y procesos*. (12° edic.). Santiago: Mc Graw-Hill, Interamericana 2001.
- Glass, G.V. (1976). *Primary, secondary and meta-analysis of research*. Educational Researcher, Vol. 5, No. 10, pp.3–8.
- Glover, L. (2000). *Neither poison nor panacea: shop floor responses to TQM*. Employee Relations, Vol. 22, No. 2, pp.121–141.
- Goleman, D. (2000). *Leadership that gets results*. Harvard Business Review, Vol. 78, No. 2, pp.78–90.
- Gomez, G., Gil Flores, J., Garcia Jimenez, E. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Granada, España: Aljibe.
- Hansson, J. y Klefsjo, B. (2003). *A core value model for implementing total quality management in small organisations*. The TQM Magazine, Vol. 15, No. 2, pp.71–81.
- Heikkilä, AM (1999). *Inherent safety in process plant design. An index-based approach*. Finland: VTT Publications 384, Technical Research Centre of Finland.

- Heinrich, H. W., Petersen, D. y Roos, N. (1980). *Prevención de accidentes industriales: Un enfoque de gestión de la seguridad* (5a edición). New York: McGraw-Hill.
- Hiatt, J. M. (2006). *ADKAR: A Model for Change in Business, Government and our Community: How to Implement Successful Change in our Personal Lives and Professional Careers*. Colorado, USA: Prosci Research.
- Hiatt, J. M. y Creasey, T. (2012). *Change Management: The People Side of Change* (2° edic.). Colorado, USA: Prosci Inc.
- Hrebiniak, L. G. (2006). *Obstacles to effective strategy implementation*. *Organizational Dynamics*, Vol. 35, No. 1, pp.12–31.
- Hydrogen Tools Portal - LESSONS LEARNED. *Base de dato de incidentes industriales*. Recuperado el 10/10/2021 de: [Lessons Learned | Hydrogen Tools \(h2tools.org\)](https://www.h2tools.org/lessons-learned/)
- International Association of Oil & Gas Producers – IOGP (2021). *Safety performance indicators - 2019 data*. [Versión electrónica].
- International Association of Oil & Gas Producers – IOGP (2020). *Safety performance indicators – Process Safety Events - 2019 data*. [Versión electrónica].
- ISO 45001 (2018). *Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo – Requisitos con orientación para su uso* (1° edic.). Ginebra, Suiza: Secretaría Central de ISO.
- Jacobsen, J. (2008). *Avoiding mistakes of the past: lessons learned on what makes or breaks quality initiatives*. *The Journal for Quality and Participation*, Vol. 31, No. 2, pp.4–9.
- Kauffman, S. (1995). *The Search for Laws of Self - Organization and Complexity*. New York: Oxford University Press.
- Kotter, J. P. (1995). *Leading Change*. USA: Harvard Business School Press.
- Lewin, K. (1951). *Field Theory in Social Science*. New York: Harper.

- Ley 24.557 (1995). *Riesgos del Trabajo*. Ley Nacional Argentina: Boletín Oficial.
- Marsden, E. (2020). The Heinrich/Bird safety pyramid. Pioneering research has become a safety myth. Risk Engineering. Recuperado el 07 de febrero de 2021 de <https://risk-engineering.org/concept/Heinrich-Bird-accident-pyramid>
- MARSH Company. (2015). Management of Change. *Risk Engineering Position Paper*, 5. Marsh Report.
- MARSH Company. (2016). *The 100 Largest Losses 1974 - 2015. Large property damage losses in the hydrocarbon industry* (24th ed.). USA: Marsh.
- Martínez Oropesa, C. (2015). *Gestión de cambios en plantas industriales de procesos y la prevención de accidentes laborales*. *Salud de los Trabajadores*, 23(1), 49-54.
- Ministry of Defence UK (2007). *Safety Management Requirements for Defence Systems*. Glasgow: UK Defence Standardization.
- Montero, R (2013). *Sistema para la gestión de la seguridad de procesos: prevención de accidentes catastróficos*. Recuperado el 28 de noviembre de 2021 de: <https://sites.google.com/site/rmonteromartinez/publicaciones/articulo-seguridad-de-procesos>.
- Mosadeghrad, A.M. y Ansarian, M. (2014). *Why do organisational change programmes fail?* Int. J. Strategic Change Management, Vol. 5, No. 3, pp.189–218.
- Newstrom, J. (2011). *Comportamiento humano en el trabajo*. (13° edic.). New York: McGraw-Hill Companies.
- OSHA (2017). *Process Safety Management for Petroleum Refineries. Lessons Learned from the Petroleum Refinery Process Safety Management National Emphasis Program*. US Department of Labor: <https://www.osha.gov/>.

Pasternack, B.A. y Viscio, A.J. (1998). *The Centerless Corporation: A New Model for Transforming Your Organization for Growth and Prosperity*. New York: Simon and Schuster.

Process Safety Incident Database – PSID del Center for Chemical Process Safety – CCPS.

Base de datos de incidentes industriales. Recuperado de:

<http://www3.aiche.org/PSID/PublicIncidence.aspx>.

Project Management Institute, Inc - PMI. (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) (3° edic.)*. Pennsylvania, USA: PMI.

PROSCI (2018). *Integrando Change Management & Project Management*. Recuperado el 03 de enero 2021 de https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/99726/1569275433_Integrando_CM_y_PM_v2.pdf

Proulx, D. (2015). *Diagnóstico y cambio organizacional: Elementos claves (2° edic.)*. Huancayo, Perú: Universidad Continental.

Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge: Cambridge University Press.

Reason, J. (1990). *The Contribution of Latent Human Failures to the Breakdown of Complex Systems*. London: Royal Society of London.

Reason, J. (2016). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. New York: Taylor & Francis.

Robbins, S. (2004). *Comportamiento organizacional (10° edic.)* México: Prentice Hall.

Srinidhi, B. (1998). *Strategic quality management*. International Journal of Quality Science, Vol. 3, No. 1, pp.38–70.

Taylor, S. y Bogdan, R. (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación (3° edic.)*. Barcelona, España: Paidós.

Willson, V.L. (1981). *An introduction to the theory and conduct of meta-analysis*. Personnel and Guidance Journal, Vol. 59, No. 9, pp.582–585.

Wimalasir, J. S. y Kouzmin, A. (2000). *A comparative study of employee involvement initiatives in Hong Kong and the USA*. International Journal of Manpower, Vol. 21, No. 8, pp.614–634.

ANEXO I – Formulario de encuesta

Encuesta generada para indagación respecto de la Gestión de los Cambios.

Encuesta referida al Procedimiento de Implementación de la Gestión de Cambios: [REDACTED] y de la Aplicación de gestión de cambios: [REDACTED].

Ámbito de aplicación: [REDACTED].

*Obligatorio

Procedimiento Gestión de Cambios [REDACTED]

1. Indique el grado de conocimiento que tiene del procedimiento vigente referido a la Implementación de la Gestión de Cambios [REDACTED]? *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	
poco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	mucho

2. Considera que su aplicación y utilización está incorporada en los integrantes de la Organización? *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	
poco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	mucho

3. Cómo califica la comunicación entre los sectores intervinientes en el proceso? *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	
mala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	buena

4. Considera que disponer del procedimiento que gestiona los cambios, con su cumplimiento asociado, redundará en beneficios para la Organización? * Marca solo un óvalo.

SI

No

5. 5. Considera que es un procedimiento práctico y de fácil cumplimiento? *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	
poco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	mucho

6. 6. Modificaría algún aspecto? *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

7. 7. Si la respuesta anterior es afirmativa, detalle las modificaciones que propone:

Aplicación [REDACTED] para gestionar los cambios

8. 8. Indique el grado de conocimiento que tiene de la aplicación [REDACTED] para gestionar los cambios. *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	
poco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	mucho

9. 9.Cuál es su nivel de acuerdo con la afirmación: “todos los cambios que se implementan en la gerencia cuentan con su adecuada gestión en la aplicación, tanto en tiempo como en forma”? * Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	
desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	acuerdo

10. 10. Tiene como rutina la verificación periódica y el tratamiento de las tareas bajo su responsabilidad en la aplicación [REDACTED]? *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	
nunca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	siempre

11. 11. Necesitaría recibir capacitación? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

12. 12. Si la respuesta anterior es afirmativa, qué aspectos / conocimiento de la aplicación necesitaría profundizar?

13. 13. La aplicación [REDACTED] es una herramienta que facilita el cumplimiento del procedimiento [REDACTED]? *

Marca solo un óvalo.

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| poco | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | mucho |

14. 14. Sabe identificar las acciones / actividades que requieren el tratamiento a través de la aplicación [REDACTED]? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

15. 15. Considera que la aplicación es útil para la implementación de cambios urgentes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

16. 16. Si la respuesta anterior es negativa, por favor indicar los motivos.

Información adicional (opcional)

17. Nombre y Apellido

18. Función o Puesto

19. Detalle cualquier otro aspecto que desee resaltar

Google no creó ni aprobó este contenido.

GoogleFormularios

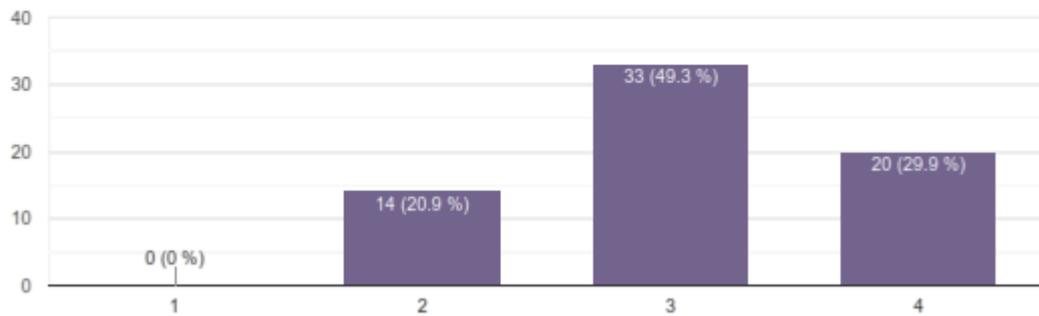
ANEXO II – Resultado de encuesta

Resumen de respuestas de la encuesta.

Procedimiento Gestión de Cambios [REDACTED]

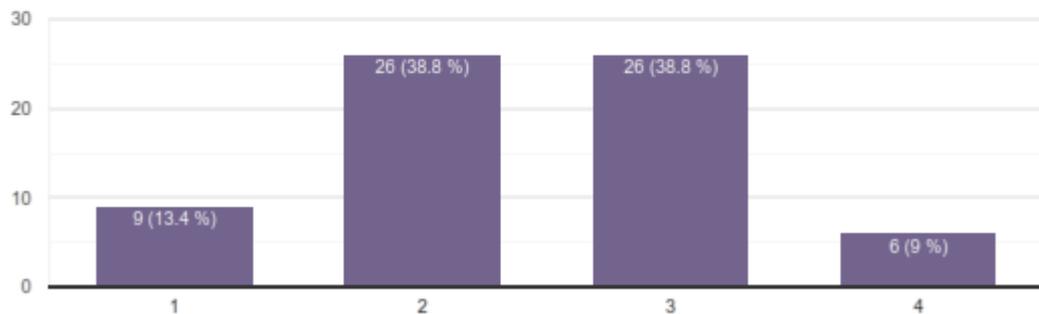
1. Indique el grado de conocimiento que tiene del procedimiento vigente referido a la Implementación de la Gestión de Cambios [REDACTED]?

67 respuestas



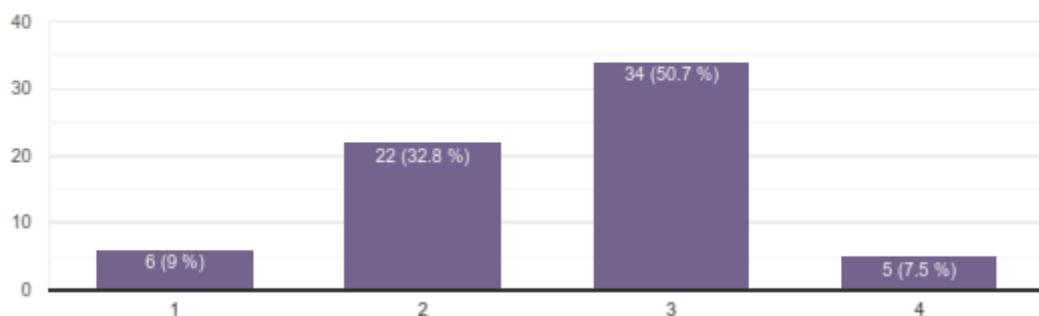
2. Considera que su aplicación y utilización está incorporada en los integrantes de la Organización?

67 respuestas



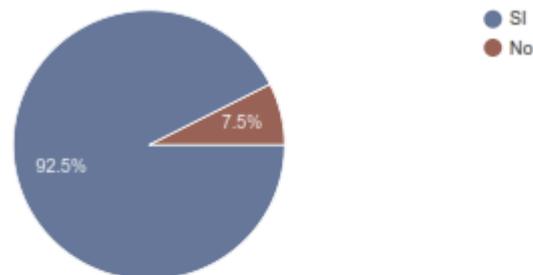
3. Cómo califica la comunicación entre los sectores intervinientes en el proceso?

67 respuestas



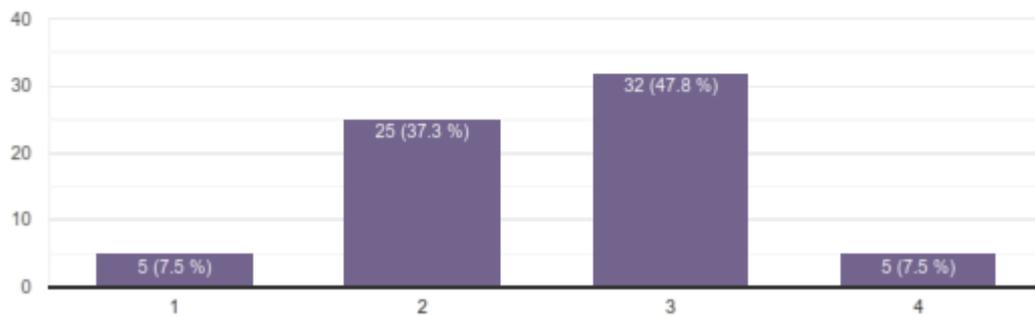
4. Considera que disponer del procedimiento que gestiona los cambios, con su cumplimiento asociado, redundaría en beneficios para la Organización?

67 respuestas



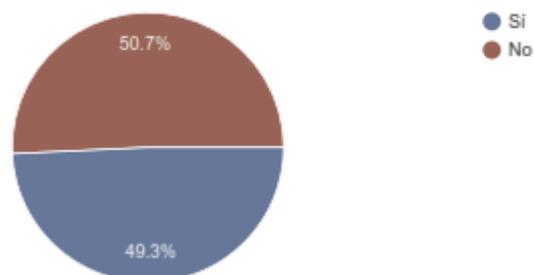
5. Considera que es un procedimiento práctico y de fácil cumplimiento?

67 respuestas



6. Modificaría algún aspecto?

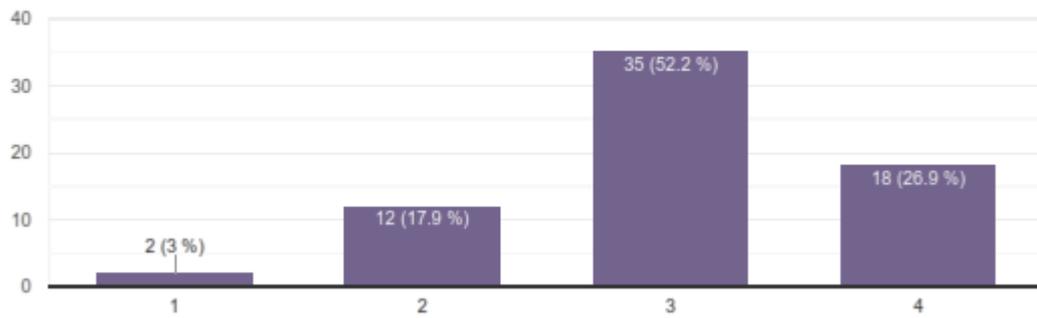
67 respuestas



Aplicación MOC J5 para gestionar los cambio

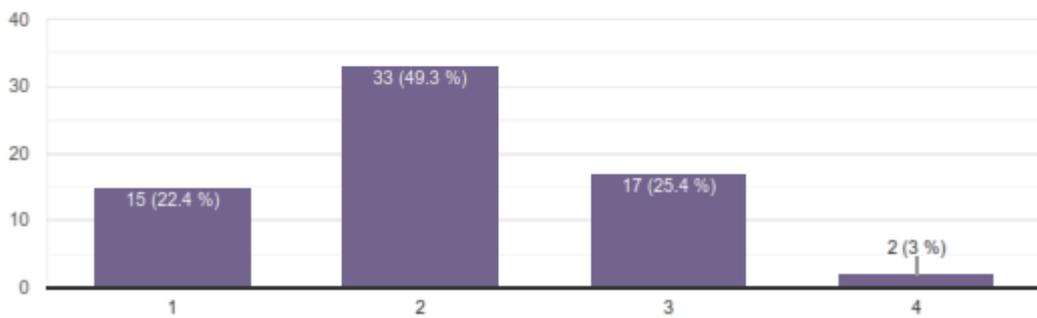
8. Indique el grado de conocimiento que tiene de la aplicación [redacted] para gestionar los cambio.

67 respuestas



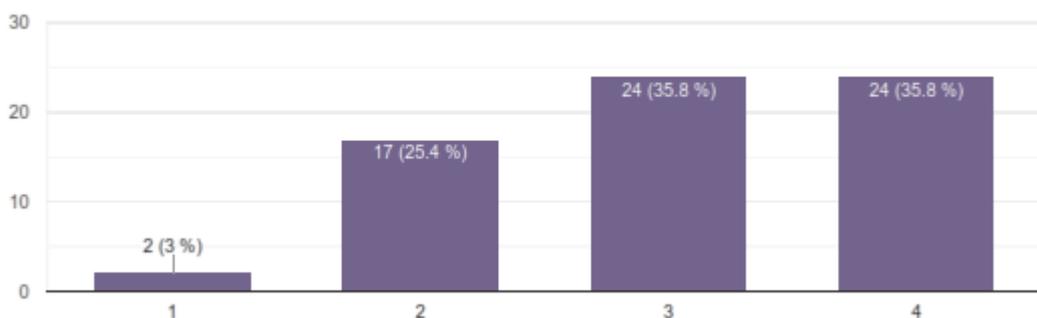
9. Cuál es su nivel de acuerdo con la afirmación: "todos los cambios que se implementan en la [redacted] cuentan con su adecuada gestión en la aplicación, tanto en tiempo como en forma"?

67 respuestas



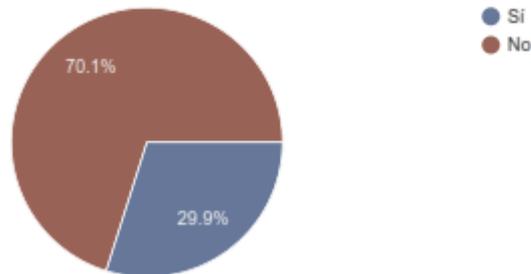
10. Tiene como rutina la verificación periódica y el tratamiento de las tareas bajo su responsabilidad en la aplicación [redacted]?

67 respuestas



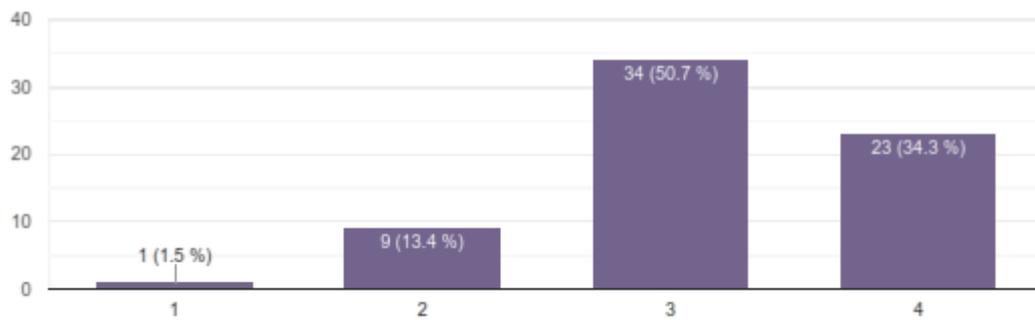
11. Necesitaría recibir capacitación?

67 respuestas



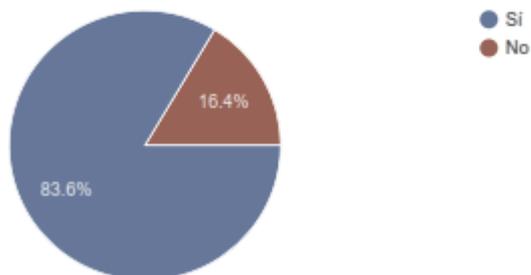
13. La aplicación [redacted] es una herramienta que facilita el cumplimiento del procedimiento [redacted]?

67 respuestas



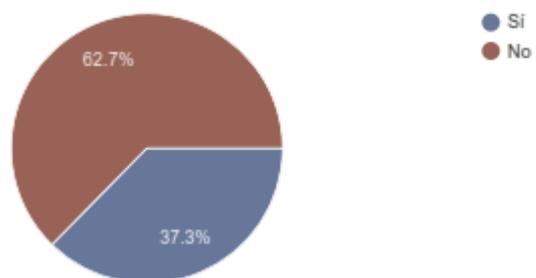
14. Sabe identificar las acciones / actividades que requieren el tratamiento a través de la aplicación [redacted]?

67 respuestas

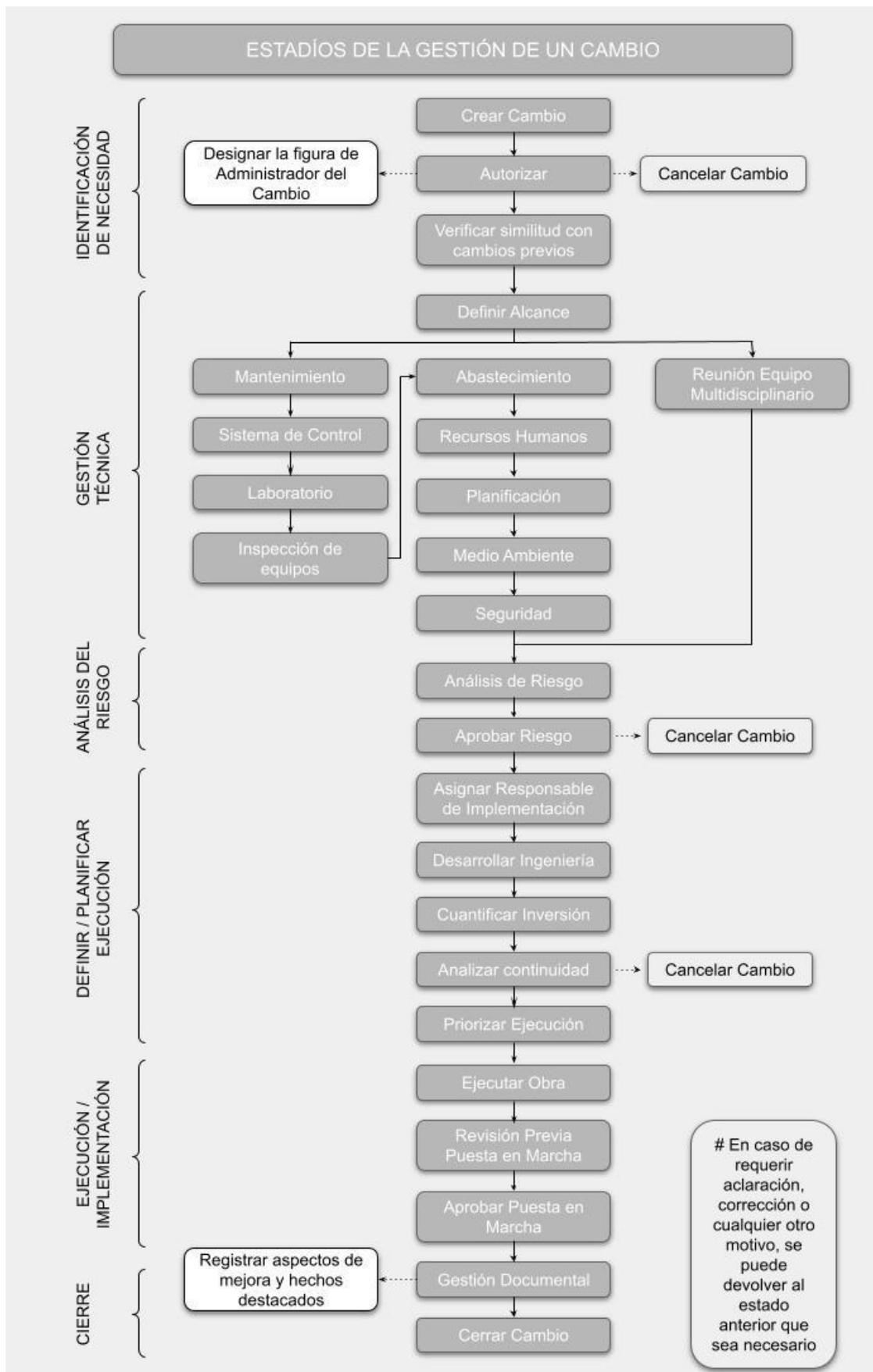


15. Considera que la aplicación es útil para la implementación de cambios urgentes?

67 respuestas



ANEXO III – Flujograma propuesto del Proceso de Gestión del Cambio

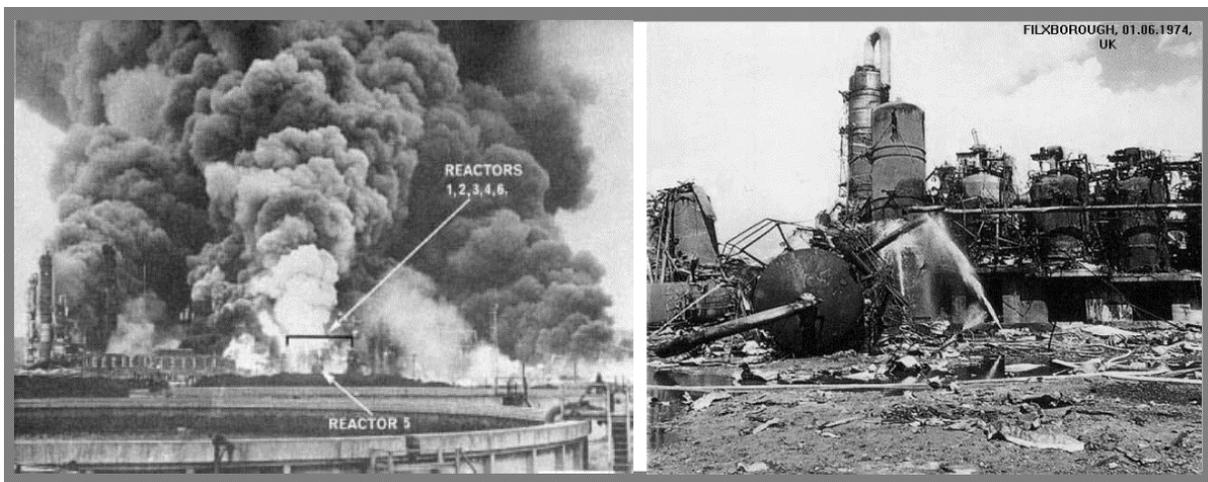


ANEXO IV - Grandes incidentes originados por una inadecuada gestión de los cambios

La fuente de información utilizada es la base de datos de Process Safety Incident Database - PSID del Center for Chemical Process Safety - CCPS.

Incidente 1: Modificaciones temporarias - Explosión de planta química.

El incidente se trató de una explosión en las instalaciones de una fábrica de productos químicos en el Reino Unido.



Uno de los seis reactores en serie necesitaba reparaciones. Para reducir el tiempo de paro de planta, se decidió sacar el reactor fuera de servicio instalando una línea temporal de baipás usando tubería con una junta de expansión en cada extremo y soportada por un andamio. Debido a la prisa en reanudar la producción, no se efectuaron los análisis correspondientes de esta modificación temporal, ni se consideraron los estándares de ingeniería o las recomendaciones del fabricante. Aproximadamente tres meses después, la junta de expansión de la línea instalada falló y liberó unas 30 toneladas de ciclohexano inflamable. La nube de vapor resultante se encendió, causando 28 muertes y 89 heridos. La planta entera fue destruida y centenares de hogares e instalaciones cercanas fueron dañados.

De la investigación surgen aprendizajes que están en la dirección de lo que este trabajo pretende demostrar.

La gestión del procedimiento de cambio es indispensable. No se consideró la idoneidad ni las recomendaciones del fabricante en el diseño. Las empresas siempre deben seguir los procedimientos de Gestión del Cambio. Los cambios temporales exigen la misma revisión rigurosa, al igual que los cambios permanentes.

Se deben realizar revisiones de peligros. Se deben ejecutar los cambios solo después de que se hayan realizado revisiones exhaustivas de peligros y hayan sido aprobadas por expertos calificados y de manera multidisciplinaria.

Todas las modificaciones deben ser revisadas por especialistas. El baipás temporal se hizo sin tener en cuenta el impacto de las fuerzas internas y las tensiones de flujo no se consideraron en el fuelle de expansión. Cada cambio, incluso los temporales, deben evaluarse para determinar las consecuencias esperadas e inesperadas.

La investigación recalca que se deben evaluar todos los cambios antes de implementarse, incluso las modificaciones temporales y deben contemplarse las consecuencias previstas y las inesperadas.

Incidente 2: Modificación del proceso - Explosión en planta.

El incidente consistió en la rotura de un reboiler, explosión e incendio en la planta de Williams Geismar ubicada en Louisiana.



Ocurrió durante actividades operativas no rutinarias que introdujeron calor en un equipo que estaba fuera de línea, creando un evento de sobrepresión mientras el recipiente estaba aislado de su dispositivo de alivio de presión. El calor introducido aumentó la temperatura de la mezcla de propano líquido confinado dentro de la carcasa del reboiler, lo que resultó en un aumento dramático de la presión dentro del recipiente debido a la expansión térmica del líquido. La carcasa se rompió catastróficamente, provocando una explosión de vapor en expansión de líquido en ebullición y fuego. Además de las consecuencias materiales, ocurrieron dos fatalidades y 167 lesionados.

Las causas detectadas radicaron en deficiencias en la implementación de la gestión del cambio, en la revisión previa a la puesta en marcha y en el análisis de peligros del proceso.

La modificación implementada consistió en la adición de válvulas de bloqueo en el proceso sin garantizar la protección contra sobrepresión para los reboilers, no cumpliendo con los requisitos de los códigos y estándares de la industria.

Con la investigación se determinó que la modificación se había puesto en servicio sin su correspondiente tratamiento de la gestión del cambio, una vez en marcha se regularizó esta situación para cumplir con un requisito reglamentario en lugar de usar la metodología como una herramienta eficaz para identificar y controlar nuevos peligros del proceso antes de instalar el nuevo equipo. No se realizó un tratamiento adecuado ya que se detectaron desvíos, entre los que se pueden destacar:

- No se identificó el riesgo significativo de sobrepresión introducido por las nuevas válvulas y la necesidad de instalar un sistema de protección.
- Los revisores que participaron en la gestión del cambio indicaron incorrectamente, que los procedimientos operativos existentes eran adecuados para tener en cuenta las nuevas válvulas, aunque no había un procedimiento específico referido a ese cambio en el proceso. Se basaba en un procedimiento genérico y antiguo.
- Los revisores del cambio indicaron, incorrectamente que la modificación no requería un análisis de peligros del proceso, siendo esta la metodología más sólida para la evaluación de peligros y que no se debe hacer de manera discrecional por parte de los revisores. Hubiera sido la mejor oportunidad para identificar y controlar el peligro.
- Los revisores seleccionaron respuestas incorrectas con respecto a si el nuevo equipo cumplía con todos los códigos y estándares aplicables.
- El análisis se centró en la gestión de los requisitos de documentación y mantenimiento para las nuevas válvulas, como las actualizaciones de información de seguridad del proceso necesarias y los requisitos de inspección, y no en cómo la adición de las válvulas podría afectar la operatividad y la seguridad del proceso general.
- En la revisión de seguridad previa a la puesta en marcha de la instalación, no se respondieron o se respondieron incorrectamente preguntas clave de seguridad del proceso de puesta en servicio.

- No se cumplió con la capacitación a los operadores respecto de las modificaciones introducidas.
- Se evidenció la aprobación por parte de la gerencia de documentación incompleta, demostrando una debilidad en la cultura de seguridad del proceso.

En resumen, se omitieron numerosos aspectos que deben ser considerados en las distintas etapas del proceso de tratamiento del cambio.

Incidente 3: Actividades de mantenimiento - Incidente en Refinería.

Mientras se realizaba el mantenimiento de una bomba, se produjo una liberación repentina de líquido inflamable que resultó en un incendio y una explosión. Se creía que la bomba estaba aislada del sistema y segura, es decir: despresurizada y drenada de líquidos. Pero esto no era así.



Una de las válvulas de bloqueo utilizadas para aislar la bomba del sistema operativo tenía un volante extraíble que estaba mal colocado desde la última vez que se usó. El operador responsable de preparar el sistema para el mantenimiento observó que la posición de la manija de la válvula era perpendicular al flujo de líquido en el sistema de tuberías y creyó que la válvula estaba cerrada. No era así ya que se encontraba abierta.

El mecánico que iba a trabajar en la bomba notó que el indicador de posición de la válvula (separado de la manija) mostraba que la válvula estaba abierta, pero no transmitió esa información. El operador y el ayudante del mecánico prepararon la bomba para el mantenimiento colocando etiquetas y candados en las válvulas de succión y descarga para evitar que se reposicionaran. El ayudante del mecánico le dijo al mecánico que la bomba estaba lista para el mantenimiento y que las válvulas se habían cerrado y bloqueado.

Mientras el mecánico retiraba la caja de la brida de la bomba, se liberó un alquilato a 150 PSIG y 350 °F. El lanzamiento produjo una fuerte onda expansiva que afectó de manera grave a las personas que estaban trabajando, en un total de seis. Continuaron varias explosiones y fuego en las instalaciones.

La investigación determinó que se implementó de manera ineficaz la gestión de los cambios, fallando en la identificación y evaluación del riesgo y en la adecuada comunicación a los usuarios involucrados en la operación del proceso modificado.

La válvula de aislamiento fue modificada para aceptar una manija que pudiera instalarse en dos posiciones diferentes. Si se instala en una posición, el mango estaría en la dirección del flujo cuando la válvula estuviera abierta. Esta es la configuración esperada. Sin embargo, si se instala en la otra posición, el mango sería perpendicular al flujo, pero la válvula en realidad estaría abierta. Esta no es una práctica común. La modificación de hacer un mango extraíble y que pudiera instalarse en dos posiciones diferentes no se revisó utilizando un proceso de gestión de cambio, de haberlo hecho se hubiera identificado el peligro.

Otro punto importante es el aspecto cultural de las personas en lo referente al compromiso compartido respecto a la seguridad ya que el ayudante mecánico había advertido alguna irregularidad en la posición en la válvula de bloqueo y no hizo la advertencia correspondiente y continuó con la tarea, a pesar de que ponía en riesgo su propia integridad.

Incidente 4: Cambio en insumos y receta de producción – Explosión en química.

El caso describe una reacción química descontrolada y la consiguiente nube de vapor, explosión e incendios que causaron la muerte de un trabajador e hirieron a catorce. La explosión destruyó la instalación y dañó estructuras en la comunidad cercana. Ocurrió en las instalaciones de Synthron, LLC en Morganton, Carolina del Norte.

La empresa había recibido un pedido de un producto por una cantidad ligeramente



superior al que producía con la receta de tamaño normal. Los gerentes de planta ampliaron la receta para producir la mayor cantidad requerida y agregaron todo el monómero adicional necesario en la carga inicial del reactor. Esto duplicó con creces la velocidad de liberación de energía en el reactor, excediendo la capacidad de enfriamiento del condensador del reactor y provocando una reacción descontrolada.

La investigación determinó que los factores claves que causaron el incidente fueron los que se mencionan a continuación.

- Falta de reconocimiento de los peligros. Al tratarse de procesos químicos reactivos, la empresa debería haber tenido un alto grado de conciencia de los riesgos involucrados al cambiar la receta que habitualmente estaba acostumbrada a producir. Synthron no

había realizado un análisis de los peligros del proceso para abordar: ¿Qué podría salir mal durante las operaciones del reactor?

- Falta de información y formación sobre seguridad de los procesos. La mayor parte del personal de gestión y de operaciones tenía menos de un año de experiencia y carecía de los conocimientos y experiencia para poder comprender los peligros reactivos asociados al cambio introducido. Tenían poco conocimiento de la sensibilidad del reactor a los cambios en las recetas de productos, los tamaños de los lotes o las condiciones de reacción.
- Control ineficaz de los cambios en la receta del producto. El cliente había realizado un pedido un 12% más de un producto respecto del lote estándar. Para ahorrar tiempo y esfuerzos adicionales, en lugar de producir dos lotes de menor tamaño, el superintendente amplió la receta para producir el pedido en un solo lote. Adicionalmente, se modificó la secuencia de agregado y cantidades de los distintos insumos.
- Falta de salvaguardas automáticas para prevenir o mitigar los efectos de la pérdida de control sobre la reacción. La instalación no contaba con alarmas de alta presión para notificar a los operadores de alguna anomalía. Tampoco con venteo o descarga automática.

Queda de manifiesto que el cambio en una receta debe ser considerado como una modificación del proceso y que debe enmarcarse en el procedimiento de gestión del cambio. En el mismo sentido, un aspecto que a veces no se asocia a un cambio es el referido a los movimientos de personal y su consecuente implicancia que pueden ocasionar si no se gestiona como un cambio y se analizan los riesgos y los aspectos en los que se debe capacitar para dotarlo de las competencias requeridas en la nueva función.

Incidente 5: Operación en circunstancias anormales – Incendio en refinería.

Una fuerte tormenta provocó el corte de energía eléctrica de la refinería durante dos horas y del suministro de vapor por diez horas, lo que dio lugar a condiciones de operación anormales. Durante el intento de puesta en marcha se produce un incendio en la unidad de coque de la empresa Equilon Enterprises en Anacortes, Washington; causando siete muertes y daños materiales en las instalaciones.



Debido a la falta de vapor se produjo la obturación de tuberías lo que impidió reanudar el proceso de manera normal. En el pasado había ocurrido una situación similar y la manera en la que se resolvió no fue la óptima, con lo cual no aplicaron la misma metodología, pero tampoco estaba descripta la manera correcta de actuación. La estrategia para utilizar fue definida por el supervisor y los operadores de turno sin la participación de técnicos especialistas. Por observación de variables externas de la cámara de reacción, se optó por una metodología que al aplicarla falló y produjo el desenlace fatal debido a que la inferencia realizada de las condiciones internas de reactor no era la correcta (en el interior la temperatura y presión eran muy superior a la estimada).

La lección rescatada de la investigación es que es necesario contar con políticas para gestionar las desviaciones de las operaciones normales. El método sistemático para gestionar el cambio a veces se aplica solo a alteraciones físicas, como cuando se agrega un equipo nuevo.

Sin embargo, el incidente de Equilon subraya la necesidad de tener políticas de gestión del cambio que incluyan situaciones anormales, cambios en los procedimientos y desvíos en las condiciones operativas estándares. Es esencial disponer de procedimientos operativos con límites bien definidos para las variables del proceso para todas las tareas comunes. Una vez que el personal está capacitado en la política de gestión del cambio y conoce los límites normales para las variables del proceso, puede emitir juicios formados sobre cuando considerarlo como un desvío que excede en su toma de decisión y debe ser canalizado a un grupo multidisciplinario. También se deben definir los niveles de autorización para la implementación de actividades no habituales.

Incidente 6: Cambio de tecnología del proceso – Explosión en petroquímica.

Se trata de una planta de alquilato de detergente de la compañía Condea, ubicada en Baltimore, Maryland. La explosión e incendio de un recipiente de reacción provocó lesiones a cuatro personas y daño materiales en las instalaciones.



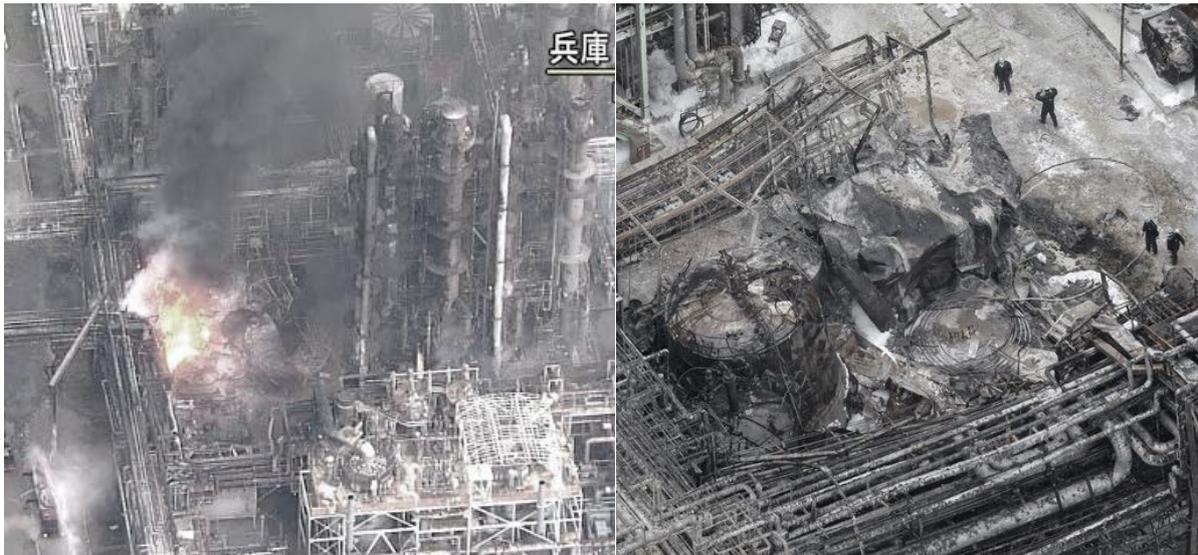
La compañía implementó un cambio de tecnología en el proceso debido al reemplazo del catalizador utilizado en el reactor. Poco después de que la planta cambiara al nuevo proceso, el reactor se ensució con un residuo de catalizador similar a un lodo. Luego de intentos por

parte de mantenimiento para su limpieza, no se pudo desobstruir el lodo depositado en la boquilla de la salida inferior. Se realizaron pruebas en laboratorio para determinar la manera de disolver dicho lodo. Se seleccionó el método, se implementó en el campo y la limpieza se realizaba de acuerdo con lo planeado. En el cambio de turno hubo un error de comunicación en una instrucción y se inyectó vapor al reactor de manera continua en lugar de solo por un determinado periodo. Esto produjo una reacción que desencadenó en la explosión del reactor.

Las investigaciones posteriores al incidente observaron que la densidad del nuevo catalizador era más alta que la del original. El material de mayor densidad combinado con problemas relacionados a la capacidad de mezcla de un agitador provocó que se asentara lodo en el fondo del reactor y en el taponamiento de la boquilla inferior. Las variaciones en el catalizador y las posibles afectaciones no fueron identificadas debido a un inadecuado manejo de la gestión del cambio. Adicionalmente, la metodología seleccionada para la desobstrucción del inyector tampoco era la más adecuada ya que no se podían replicar las condiciones del laboratorio en el reactor e introducía peligros asociados que generaba riesgos potenciales ante errores en la ejecución que tampoco habían sido identificados y evaluados.

Incidente 7: Acumulación de pequeños cambios - Explosión en tanque

En una zona industrial de Himeji, Japón, un tanque de 70 m³ conteniendo ácido acrílico (AA) explotó seguido de un incendio. Hubo una muerte y 36 personas resultaron heridas, además de daños materiales.



El tanque proporcionaba almacenamiento intermedio entre dos columnas de destilación para purificar AA. Originariamente el tanque era utilizado a plena capacidad. El contenido de este se enfriaba y mezclaba bombeando desde la parte inferior del tanque hasta la parte superior. Con el paso del tiempo se fueron introduciendo cambios en la forma de operación, los mismos fueron:

- Se redujo el nivel de operación normal del tanque por debajo del serpentín de enfriamiento.
- El contenido no se recirculaba a la parte superior del tanque, sino que se inyectaba en una boca próxima al fondo, que disponía de un medidor de nivel.
- Originariamente, la tubería que alimentaba el tanque tenía una camisa de agua caliente para proporcionar protección contra la congelación, pero esto se cambió por vapor.
- La remoción de una trampa de vapor hizo que el control de la temperatura fuera poco confiable.
- Los instrumentos mecánicos asociados con la regulación de la temperatura de recepción del tanque, debido a la oxidación, fueron desmontados durante un trabajo de mantenimiento no oficial, sin ser reemplazados.

En el momento de la explosión, la planta estaba realizando una prueba en la columna de destilación aguas abajo, que requería detener la alimentación desde ese tanque. El nivel del tanque aumentó gradualmente hasta el nivel de operación original. Sin recirculación a la parte superior del tanque, el AA almacenado por encima de los serpentines de enfriamiento no se mezclaba ni se enfriaba. Otro aspecto que aportó al incidente fue el hecho que la temperatura de recepción del producto en el tanque era superior a la esperada, esto a causa de los equipos de regulación desmontados.

Durante la operación se pensaba que la temperatura del AA estaba por debajo de la temperatura de inicio de la polimerización (el tanque no tenía indicación de temperatura), además de que el AA tenía un inhibidor de la polimerización. Sin embargo, la temperatura en el tanque aumentó, especialmente en la parte superior. Esto desencadenó dos reacciones espontáneas exotérmicas del AA: dimerización y polimerización. El tanque finalmente se sobre presurizó y explotó.

En este caso se muestra que una serie de modificaciones, aparentemente menores y aisladas, ante alguna circunstancia disparadora se alinean los peligros introducidos por cada uno de estos cambios y desencadenan un incidente de magnitud.

De la investigación surge que no se llevó adelante una gestión de los cambios, tanto cuando se fueron introduciendo los cambios aislados como cuando se decidió realizar la maniobra que desencadenó el incidente.

Lo destacable del caso, es que aparentan ser cambios menores, la magnitud del cambio no debe dejarse en la determinación de un individuo, como parte del proceso de gestión del cambio se debe analizar multitudinariamente si aplica o no el tratamiento sistemático del cambio.

ANEXO V - Incidentes originados por cambios que se introducen en la instalación y que son subestimados respecto a su potencial riesgo

La fuente de información utilizada es la base de datos de Process Safety Incident Database - PSID del Center for Chemical Process Safety - CCPS.

Incidente 1: Modificación de dispositivo de protección contra la sobrepresión y vacío de un tanque.

El venteo de un tanque sometido a baja presión se modificó para reducir las emisiones ambientales. Durante veinte años el tanque había operado, en atmósfera inerte con nitrógeno, con un simple respiradero con pesos para proporcionar protección contra la sobrepresión y vacío. El nuevo sistema era mucho más sofisticado, incluyendo un compresor y un sistema más complejo de tuberías. El tanque volvió a ponerse en servicio y llenarse. La primera vez que se vació, el tanque implosionó al no romper el vacío adecuadamente. Afortunadamente no hubo fugas ni heridos, pero el tanque tuvo que ser reemplazado.



Luego de la investigación del incidente se determinó que, si se había realizado el tratamiento de gestión del cambio, pero el mismo no había sido eficiente, falló la etapa de diseño y de formación de los operadores. La capacitación se centró en el nuevo compresor y condensador. La formación no recalcó la criticidad de una válvula de ½ pulgada en el tubing que controlaba la protección de sobrepresión/vacío. Después del colapso, esa válvula se encontró cerrada, siendo clave para la protección del sistema. La válvula debería haber sido bloqueada y dejada abierta. El diseño y la formación podrían haberse simplificado para reducir la probabilidad de error humano. Los pequeños detalles pueden provocar errores humanos que tienen grandes consecuencias.

Incidente 2: Modificación de conexiones en cisterna de un camión.

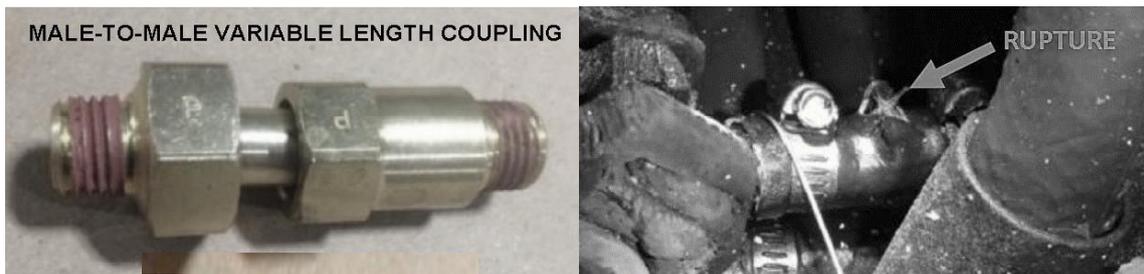
Las conexiones de una cisterna habían sido modificadas de modo que pudiera conectarse una manguera de nitrógeno sin necesidad de tener que subir a la parte alta del camión. Una válvula en la línea de nitrógeno en la parte superior del camión, que quedó por error cerrada. La cisterna fue descargada usando una bomba de planta y, sin nitrógeno que fluyese a la misma, se creó un vacío y el tanque implosionó catastróficamente. La cisterna tenía un dispositivo de sobrepresión /vacío, pero falló.



En este caso no hubo tratamiento de gestión del cambio ya que parecía ser un cambio menor hecho por el dueño del camión. El conductor del camión malinterpretó el funcionamiento de una válvula de nitrógeno y la dejó en una posición cerrada en la preparación para descargar el camión.

Incidente 3: Reemplazo de un repuesto original.

Se produjo un fuego en un buque de pasajeros en medio del océano. Un miembro de la tripulación que realizaba un chequeo en la zona de máquinas identificó un pequeño espray de combustible encendido sobre uno de los cuatro motores de propulsión. El combustible era suministrado a cada cilindro a través de un acople roscado de longitud variable, constaba de cuatro por cada motor.



Estos acoples están diseñados para facilitar la instalación cuando los extremos son roscados en la conexión de los cilindros debido a su capacidad de estirarse.

Luego de la investigación se determinó que en tres de los cuatro motores los acoples se habían reemplazado con abrazaderas y mangueras de goma. Una de esas mangueras falló, provocando un espray de combustible directamente sobre el escape caliente del motor que, probablemente, fue la fuente de ignición.

En este caso no se le dio el tratamiento de gestión del cambio en el cual se debería haber analizado los riesgos de reemplazar un repuesto original por uno diferente y sus posibles consecuencias que podría acarrear.

ANEXO VI - Aspectos legales exigen la aplicación de la gestión de los cambios

CASO 1: OSHA 1910.119 “Process safety management of highly hazardous chemicals”

– Estados Unidos.

En este estándar de la OSHA existen una serie de elementos que se complementan entre sí, en total son catorce, y aportan lo necesario para tener un plan integral de gestión de seguridad, uno de esos elementos requeridos es justamente la gestión de los cambios.

OSHA (2017) exige que los cambios a introducir en un proceso deben ser analizados en profundidad para evaluar su impacto en la seguridad y salud de los empleados y para reflejarlos en los procedimientos operativos. Con este fin, la norma contiene una sección sobre los procedimientos para gestionar los cambios en los procesos. Se deben implementar un procedimiento escrito para administrar los cambios en procesos químicos, en tecnología, en equipo y procedimientos. Con esto se pretende asegurar que las siguientes consideraciones sean abordadas antes de implementar el cambio:

- Las bases técnicas para el cambio propuesto.
- Impacto del cambio en la seguridad y la salud.
- Modificaciones a los procedimientos operativos.
- Período de tiempo necesario para el cambio.
- Requisitos de autorización para el cambio propuesto.

Los empleados que se verán afectados por un cambio deberán ser informados y entrenados antes de la que este entre en servicio.

Los cambios cubiertos por estos procedimientos deben ir acompañados con la actualización de toda la información asociada a través de los siguientes entregables:

- Formularios de la gestión del cambio en blanco.

- Lista de comprobación técnica / mecánica.
- Lista de verificación de revisión de seguridad: "¿Qué pasa sí?".
- Formularios de gestión completados.

CASO 2: Res. 203-2020-OS/CD “Disposiciones para la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad de Procesos en las instalaciones donde se realizan actividades de Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos” – Perú.

En el año 2020 entra en vigor en Perú la Resolución 203-2020 que establece las disposiciones necesarias para la implementación y correcta operación de un Sistema de Gestión de Seguridad de Procesos.

El capítulo VIII se refiere específicamente a la gestión del cambio y toma como referencia lo indicado en el estándar OSHA 1910.119.

En el artículo 29 establece que el sistema de gestión de seguridad de procesos puede ir modificándose, ya sea en el diseño, en las instalaciones, en la operación, en la cantidad de empleados, en sus conocimientos, habilidades, experiencia o capacitación u otras actividades relacionadas a los procesos donde se realicen cambios que modifican condiciones presentes en las instalaciones y/o sus operaciones, en ese sentido, la empresa está obligada a mantener actualizado su sistema de gestión e implementar procedimientos escritos para gestionar los cambios, éstos deben asegurar las mismas consideración mencionadas en la OSHA 1910.119 previas a la puesta en marcha del cambio.

También manifiesta la obligación de capacitar a los empleados involucrados en las operaciones y mantenimiento de los Procesos y a los empleados del Subcontratista cuyas tareas vayan a ser afectadas por los cambios.

CASO 3: RANP 5 – 2014- “Reglamento técnico do sistema de gerenciamento da segurança operacional de refinarias de petróleo” – Brasil.

La resolución persigue el objetivo de proteger la vida humana y el medio ambiente, a través de la adopción de dieciséis Prácticas de Gestión, la número 15 corresponde justamente a la gestión de los cambios. La misma busca garantizar que los cambios permanentes o temporales que se realicen en la instalación cumplan con los requisitos de seguridad operacional establecidos en el presente Reglamento Técnico.

Establece que la organización deberá evaluar y gestionar los cambios en las operaciones, procesos, sistemas, procedimientos, normas, instalaciones, equipos o mano de obra para que los riesgos derivados de estos cambios permanezcan en niveles aceptables.

Es obligatorio implementar un procedimiento para gestionar los cambios que puedan afectar a la seguridad operativa. El procedimiento debe considerar:

- Una descripción del cambio propuesto, incluida la justificación del cambio.
- Evaluación de los peligros y los impactos locales y globales del cambio en las actividades antes de la implementación de las modificaciones.
- Actualizar los procedimientos y la documentación afectados por el cambio.
- Contar con la autorización de un nivel apropiado para los cambios propuestos.
- Formación y comunicación para todo el personal cuyo trabajo se vea afectado por los cambios.
- Disponibilidad de los recursos necesarios para los cambios propuestos.
- El proceso de gestión del cambio debe documentarse, archivarse y estar disponible para su consulta en el centro durante un período mínimo de cinco (5) años.

La normativa también se refiere a los cambios temporales y exige que sean tratados de igual manera que los definitivos y adicionalmente se exige la definición de la duración de este.

CASO 4: Decreto N° 1072 DE 2015 “Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo” – Colombia.

En su artículo 2.2.4.6.26 se refiere particularmente a la gestión del cambio y manifiesta que el empleador debe implementar y mantener un procedimiento para evaluar el impacto sobre la seguridad y salud en el trabajo que puedan generar los cambios internos (introducción de nuevos procesos, cambio en los métodos de trabajo, cambios en instalaciones, entre otros) o los cambios externos (cambios en la legislación, evolución del conocimiento en seguridad y salud en el trabajo, entre otros). Para ello debe realizar la identificación de peligros y la evaluación de riesgos que puedan derivarse de estos cambios y debe adoptar las medidas de prevención y control antes de su implementación. Especifica que antes de introducir los cambios internos, el empleador debe informar y capacitar a los trabajadores relacionados con estas modificaciones.