

TRADUCCION N°25.76/TB. 1002.77

**DOCUMENTO TRADUCIDO:**

Autor(es): Johnson, W.G.

Título Original y Traducción: MORT: The Management Oversight and Risk Tree (MORT: Los descuidos de dirección y el árbol de riesgos)

Fuente - Procedencia: J. of Safety Res., 1975, 7 (1) 4-15

Traductor: Pablo Jimenez

**RESUMEN**

Se describen los fundamentos del método MORT (Management Oversight and Risk Tree), un procedimiento analítico complejo que proporciona un procedimiento metódico para la determinación de las causas y factores que contribuyen a los principales accidentes. Representa también un formato para la valoración de la calidad de los programas de seguridad establecidos para el control general de los accidentes. Se indican los diagramas básicos que son la esencia del MORT, que estructuralmente es un árbol lógico en forma de un diagrama que ilustra una serie de cuestiones interrelacionadas. Aunque es similar, en algunos aspectos, el análisis del árbol de errores, resulta más general y tiene varias características innovadoras. Se identifican casi 300 zonas de problemas específicos que se pueden agrupar en tres clases principales: descuidos y omisiones específicas, riesgos impuestos y debilidad general del sistema de dirección. Además de los conceptos clásicos de seguridad, se incorporan en el MORT concepciones nuevas de seguridad tales como análisis de barreras, efectos de cambio y fenómenos de transferencia de energía. Representa el MORT una importante contribución teórica y práctica a la tecnología sobre seguridad.

MAPFRE  
CENTRO  
DE  
DOCUMENTACION

Palabras Clave: Accidentes - Análisis - Arbol riesgos - Dirección - Fallos - Seguridad - MORT

(MORT) El Descuido de la Dirección y el Arbol del Riesgo, es un procedimiento analítico complejo que nos ofrece un método disciplinado para determinar las causas y los factores que contribuyen a los accidentes de mayor importancia.

Es también una forma de evaluar la calidad de los programas de seguridad establecidos para el control de los accidentes en general.

El MORT está suficientemente investigado y demuestra que un análisis total de unos pocos casos graves de accidentes o incidentes orientarán para aportar mejoras a muchos programas necesitados de ellas. Unos pocos análisis del MORT proporcionan una información más útil que el estudio menos riguroso de un gran número de accidentes. Este artículo presenta los diagramas básicos que constituyen la esencia de MORT. Estructuralmente, el MORT es un árbol lógico, en forma de diagrama, que ilustra una larga serie de cuestiones relacionadas entre sí.

A la par que semejante, en ciertos aspectos, el análisis del árbol de errores, el MORT está más generalizado y tiene ciertas características innovadoras. Identifica cerca de 300 zonas específicas de problemas, cada una de ellas con cuestiones importantes. Aplicadas en secuencia, estas cuestiones prueban factores que constituyen las tres zonas principales de importancia: descuidos y omisiones específicas, supuestos riesgos, y fragilidad del sistema general de dirección. El MORT incorpora conceptos tradicionales de seguridad tales como revisión de riesgos, ciclo de vida, manejo de dos factores humanos, y análisis de la seguridad del trabajo, así como factores innovadores de seguridad tales como análisis de impedimentos, los efectos del cambio y fenómenos de transferencia de energía. El MORT se concentra en una valoración de los sistemas de control de dirección.

Los elementos de un programa de dirección están especificados con extensos detalles y enjuiciados para que sean adecuados o menos que adecuados. Una vez completo, el procedimiento MORT ofrece una visibilidad de una importancia total para el proceso de análisis de accidentes y habilita al investigador para revisar o analizar los descubrimientos, los presente llenos de significado para otros, modifica los análisis como garantía adicional de los hechos, y registra el efecto total para utilización ulterior. El MORT representa la mayor contribución práctica y teórica a la tecnología de la seguridad.

La consecución de un lugar de trabajo razonablemente seguro es un proceso complejo. Ello exige una atención amplia y concentrada a numerosos detalles en el ciclo de trabajo y el control de ese ciclo del trabajo a través de procedimientos de dirección y una política de actuación.

En el pasado, los programas de seguridad no han sido tales como para ayudar a la dirección a ver que un buen sistema de seguridad está en consonancia con el funcionamiento de altas características y libre de problemas.

Además la literatura científica en el aspecto del análisis de los accidentes ofrece una visión que no penetra en el proceso por el cual ocurren los accidentes, y, tal vez lo más importante, el sentido en el cual se deciden las contramedidas eficaces.

El método presentado aquí, el Descuido de la Dirección y el Arbol del Riesgo (MORT) nos ofrece un método disciplinado para el análisis de un accidente. Esencialmente, MORT es un árbol lógico y, como tal, es una guía sobre qué hechos hay que buscar en una investigación de accidentes. Puesto que esto se basa en las más altas normas, como qué debería ser un programa de seguridad, MORT nos ofrece también una forma de evaluación de un programa de seguridad.

MORT está investigando suficientemente que un análisis total de sólo unos pocos casos de accidentes graves o incidentes ha de revelar muchas mejoras necesarias de los programas de seguridad. Puesto que unos pocos análisis MORT proporcionan más información útil que los análisis menos rigurosos de un gran número de accidentes, MORT es barato en comparación con éstos. Aunque MORT es demasiado complejo y consume mucho tiempo para ser utilizado en accidentes menores, puede, con todo, servir de guía para la colección de datos para sectores o porciones del árbol en un programa en marcha de acumulación de hechos acerca de la causa de accidentes de poca importancia y el programa de control de riesgos.

Como corrientemente estructurado, MORT identifica cerca de 300 problemas básicos que se relacionan directamente con las causas o medidas preventivas.

Esta, a su vez, es la razón de alrededor de 100 problemas genéricos que componen sucesivamente zonas más amplias en la administración y prevención de accidentes. Pero los problemas básicos especificados pueden ser sólo un buen comienzo para el análisis de los accidentes.

Pueden existir otros "subproblemas" y hay probablemente cientos de criterios que pueden aportarse para apoyar toda una investigación sobre accidentes.

#### Desarrollo del análisis sobre el árbol de accidentes

En las primeras fases del estudio del autor con el AEC, se evocaron una serie de cuestiones acerca del proceso de la investigación de accidentes y su análisis. Entre ellas estaba la evidente falta de una literatura metódica realtiva a las técnicas de investigación de accidentes. Puesto que la mayor parte recomendaban que uno "hallase los hechos" "clasificase los hechos" y "analizase las causas", parecía que la investigación de los accidentes no era realmente un procedimiento intelectualmente disciplinado. Consecuente-

mente, se ideó un método exploratorio de análisis de accidentes que incorporase más total y sistemáticamente conceptos tales como la transferencia de energía, el cambio de energía y el análisis de sistemas.

De los datos aportados durante las visitas de familiarización hechas a los lugares de investigación de AEC, tenemos dos grandes accidentes investigados. En esta fase se utilizaron sucesos de importancia como ejemplos y esto por dos razones:

- 1) Sólo los sucesos importantes tenían informes con hallazgos factuales suficientemente detallados como para resistir un riguroso análisis, y
- 2) Sólo los sucesos importantes garantizarían la alta calidad del control hipotetizado en el nuevo método que se está desarrollando.

Inicialmente se utilizó el análisis del árbol de faltas, y de él surgió un árbol abstractológico y más generalizado. El resultado de las dos primeras aplicaciones del árbol lógico fue alentador y alarmante.

El método expuso un número significativo de los problemas básicos no identificados explícitamente en los informes originales, es decir, inadvertencias. Ello mostró también los indicios del riguroso y disciplinado método de análisis que se había buscado inicialmente. Una vez completo, el árbol ofreció una importante visibilidad para el proceso analítico que habilitaba al investigador para analizar un suceso, hacer preguntas disquisitorias, y variar los análisis en la medida en que los hechos relevantes adicionales o su juicio puedan justificar o permitir. Ello apuntaba inexorablemente al papel crítico de la política de administración y procedimientos. Lo que es más importante, el examinador de un informe podría revisarlo sin repetir todo el trabajo de investigación.

A medida que continuaban estos análisis, el método fue alterado y ampliado continuamente a fin de que aportase las cuestiones críticas apropiadas y específicas para los dos sucesos.

Sin embargo, utilizando al mismo tiempo, recopilaciones de otros accidentes importantes, fue surgiendo el formato general de un árbol lógico universal más riguroso.

El resultado fue un método analítico generalizado - The Management Oversight and Risk Tree (MORT).

El término "fault" (falta) como se utiliza en el análisis del árbol de faltas fue descartado por implicar reproche o censura y porque el nuevo método utilizaba fallos generalizados (por ejemplo, omisiones de la dirección y las inseguridades o indecisiones) en cursos o trayectorias paralelas a los fallos de sucesos específicos. Esto no es compatible con la metodología del árbol de faltas.

Los árboles de faltas se aplican normalmente a un accidente específico. El árbol generalizado es mucho más complejo que cualquier árbol de accidentes específicos porque tiene que indicar todos los caminos que han de explorarse.

Un análisis de accidente específico que mostrase gráficamente todos los aspectos revisados y hallados satisfactorios o irrelevantes, podría resultar tan complejo como MORT.

El análisis de los dos accidentes graves y el subsiguiente desarrollo de MORT reveló, con creciente claridad, el papel de la dirección.

Los hechos sobre el proceso del control de la dirección mostraron ser tan necesarios como los hechos acerca de un suceso específico.

Sorprendentemente y provechosamente MORT puso rápidamente de manifiesto su capacidad de ganar la confianza del personal de dirección, a pesar del hecho de que pone los accidentes en el escalón de entrada o umbral de la dirección.

Hoy día, MORT es un procedimiento analítico complejo.

Sin embargo a medida que el método consiga una experiencia más amplia la clave de las cuestiones puede surgir o salir a la luz de una forma más simple.

Incluso hoy, el árbol complejo se compone de cuestiones relativamente simples en una secuencia lógica.

#### PRIMEROS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las primeras pruebas de los análisis de MORT revelan por qué la técnica parecía tan prometedora.

Los informes de investigación básica realizados antes de los análisis de MORT eran unos informes buenos preparados por personal técnicamente sofisticado .

Ellos ponían al descubierto un promedio de 18 factores contribuyentes para cada uno de los cinco accidentes graves por separado.

Sin embargo, los análisis MORT expusieron o revelaron éstos así como un promedio de 20 problemas más en cada caso para su revisión y la actuación pertinente. Para cinco accidentes graves, MORT descubrió 197 factores contribuyentes o sea, 38 por cada caso, y un comentario sobre la complejidad de la información causal. El promedio de resultados para los cinco casos aparece expuesto en la tabla 1.

Caundo se utilizó el árbol más general, surgió una conclusión extremadamente importante. Puesto que MORT era un método verdaderamente completo de análisis para un sólo accidente, respecto a los fallos causantes de ese accidente, podría también utilizarse como formato para evaluación y tasación de los programas de seguridad elegidos para controlar los accidentes en general. De esta forma, en los días de terminación del trabajo, en los tres sectores o lugares de investigación, y en las pruebas que duran un año o más en una planta industrial, se utilizó el formato para mostrar la seguridad y debilidad de los programas de seguridad. MORT aparecía como capaz de hacer preguntas de investigación y otras cuestiones importantes, ello parecía mostrar por qué los datos de los análisis de las causas ordinarias (basadas en las normas de ANSI, Z16) se habían utilizado raramente en la toma de decisiones, y ello ofrecía un contexto racional donde podrían describirse y evaluarse programas variados.

NOTA:

El lector debe ser consciente de que una perfecta comprensión de la técnica de MORT y la multitud de conceptos que incorpora requieren una lectura cuidadosa de todo el informe del contrato (Johnson, 1973 a). Lo que se presenta en este artículo es el simple núcleo del método, los diagramas de MORT.

La elaboración de algunos de los restantes problemas puede encontrarse en Johnson (1973 b, 1973 c), Currie (1968), Drissen (1970), Hammer (1972), Keoner y Tregos (1965), National Transportation Safety Board (1971), Journal of Safety Research (1970), Nertney (1967), Recht (1966), y Swain (1972).

TABLA I

PROMEDIO NUMERICO DE LOS FACTORES CONSTRIBUYENTES IDENTIFICADOS EN CINCO ACCIDENTES GRAVES

Tipo de factor contribuyente	Identificados por otros métodos			Problemas adicionales identificados por M O R T	T O T A L
	En informe	en el desarrollo de la investigación	subtotal		
Específico	15	2	17	7	24
General	1	0	1	13	14
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>38</b>

### DEFINICION DE UN ACCIDENTE

Dentro del sistema MORT, un accidente se define como una transferencia no querida de energía que produce lesiones o daños a personas y propiedades o degradación a un proceso en marcha. Ello ocurre a causa de una falta de barreras y/o controles.

Esto va precedido de series o secuencias de errores de planificación y errores en el funcionamiento que producen fallos en el ajuste de los factores humanos y ambientales a los cambios que sobrevienen. Estos errores conducen directamente a las situaciones inseguras y actos inseguros que surgen a causa del riesgo propio de una actividad.

Un incidente es, en esencia, similar a un accidente, pero no produce lesión, daño ni degradación de proceso alguno.

La energía es la capacidad para realizar un trabajo y por lo tanto esencial para su ejecución.

En su forma causante de daño, sin embargo, ella es (la energía) la causa inmediata de una lesión o pérdida accidental.

Las formas generales de energía capaz de causar daños son: energía cinética, energía térmica, energía eléctrica, energía química, energía acústica, energía biológica, y dos formas de radiación, la ionizante y la no ionizante. La exclusión o falta de oxígeno y la exposición a los elementos interfiere con el normal intercambio de energía y de esta forma son peligrosos en determinadas circunstancias.

Pensar en los accidentes con transferencias no queridas de energía, es inútil en diversos sentidos. Ello sensibiliza al analista respecto a los daños del aumento de energía, mecanismo de liberación de energía, y los modos de controlar la transferencia de energía. De esta forma, tanto si una forma de energía produce lesión o pérdidas como si no sucede así, en una situación dada dependerá de la magnitud, duración o frecuencia del contacto, concentración de

fuerzas y consideraciones similares.

Este acercamiento general fue conceptualizado sistemáticamente por Gibson (1961) e inútilmente elaborado por Haddon (1966, 1973).

El meticuloso trazado de la afluencia de energía es un método analítico productivo para hacer mas visible el número de los modos prácticos de interrumpir el flujo de energía.

Los efectos nocivos de la transferencia de energía pueden manipularse por una o más series de contramedidas o barreras tales como los siguientes:

- 1) Límite de energía;
- 2) Sustitúyela por otra: forma de energía más segura;
- 3) Intenta prevenir el aumento de energía;
- 4) Intenta prevenir la liberación o descarga de la misma;
- 5) Dispón las cosas para una lenta liberación o descarga;
- 6) Canaliza la liberación hacia el exterior, es decir sepárala en el tiempo, o el espacio;
- 7) Coloca una barrera en la fuente de producción de energía;
- 8) Coloca una barrera entre la fuente de producción de energía y las personas o sujetos que se trata de proteger;
- 9) Coloca una barrera en la persona o sujeto;
- 10) Eleva el umbral de las lesiones o daños (eleve el límite de peligrosidad);
- 11) Mejore los efectos (paliar los efectos);
- 12) Haga rehabilitación

Haddon apunta que cuanto más pronto se puedan adptar las medidas en la sucesión de barreras, mejor será el resultado.

E igualmente, cuando mayor sea el daño potencial, más rápidamente debe uno levantar la secuencia de barreras.

El establecimiento de multitud de barreras (valga la redundancia) está garantizado por el tamaño o magnitud del potencial de energía.

T A B L A N º 2

Ejemplo de Barreras

Tipo de barrera	sobre las máquinas rectificadoras	en otras situaciones
<p>Limita la energía</p> <p>Sustituyela por otra forma de energía más segura</p> <p>Intentar prevenir el aumento de energía</p>	<p>Velocidad</p> <p>Magnitud</p>	<p>Instrumentos de bajo voltaje</p> <p>Limita las Cantidades</p> <p>Utilice disolventes más seguros</p> <p>Utilice bióxido de carbono en lugar de tetracloruro de carbono en los extintores de incendios</p> <p>Limite los controles, fusible</p> <p>Utilice herramientas agudas o afiladas</p> <p>Detectores de Gas</p> <p>Cargamento del suelo</p>
<p>Intentan prevenir la liberación o descarga</p> <p>Disponer las cosas para una lenta liberación descarga o escape</p>	<p>Almacenamiento</p> <p>Prueba</p> <p>Montaje</p> <p>Excedente de herramientas</p>	<p>Contenedores</p> <p>Aislamiento (termo-aislamiento)</p> <p>Tablas de piés</p> <p>Cabo salvavidas</p> <p>Disco de ruptura</p> <p>Válvula de seguridad</p> <p>Cinturones de asientos</p> <p>Amortiguador</p>
<p>Canaliza la liberación hacia el exterior (separar en el tiempo y en el espacio)</p>	<p>Exhaustación (aspiración de aire)</p>	<p>Zona fuera de cable</p> <p>Marca de pasadizo</p> <p>Campo eléctrico</p> <p>Cierre de talleres (cierre eléctrico) inmovilización</p>
<p>Barrera en la fuente de energía</p>	<p>Protección (dispositivo protector)</p>	<p>Espolvoreador, rociador</p> <p>Filtros</p> <p>Tratamiento acústico</p>
<p>Barrera entre la fuente de producción de energía y las personas</p>	<p>Vidrio (espejo)</p> <p>escudo (casco)</p>	<p>Carril sobre el pasadizo</p> <p>Puertas para (casos) de incendios</p> <p>Pantalla o protector para soldadura</p>
<p>Barrera en la persona, en el hombre o en el objeto</p>	<p>Gafas protectoras</p>	<p>Zapatos, sombreros duros (cascos), guantes, respiradores</p>
<p>Elevación del umbral o límite de peligrosidad</p>		<p>Selección, callosos</p> <p>Aclimatarse al calor o al frío</p> <p>Material resistente al deterioro</p>

### Los Diagramas de MORT

MORT utiliza símbolos que son similares pero no idénticos a aquellos usados en los análisis del árbol de faltas o de fallos. Puesto que los símbolos del árbol de faltas constituyen el objeto de un código ANSI con diagramas lógicos y símbolos gráficos (432.14-1962), sus variaciones pueden ser consideradas de escasa importancia. Sin embargo, un especialista en factores humanos advirtió que los símbolos standarizados constituían un error provocador, parece que resultarían más claros si se les considerase como obstáculos especiales más que como consecuencias independientes de fallos. A la vez ha de preverse y distinguir varias contingencias, tales como los fallos seguros y los sucesos de probable realización. Por estas razones empleamos una serie de símbolos ligeramente distintos. La mayor parte de ellos son empleados en MORT por lo que su significación aparece también en la explicación del gráfico de MORT adjunto como suplemento de este estudio. En la figura 1 hacemos mención de algunos símbolos adicionales que han aprobado su valía en estudios previos.

En general, el estudio esquemático de los factores S de los diagramas está situado horizontalmente, de izquierda a derecha, y desde el principio hasta el final y, verticalmente, de la base a la parte superior, el desarrollo de las causas de encadenamiento que abarca de las remotas a las más próximas. Estas dimensiones están asociadas generalmente al tiempo y desarrollo del proceso. En la figura 2 está expresado en diagrama el orden aproximado de los sucesos. El fundamento de esta distribución radica en la preferencia de las interrupciones más cercanas al accidente. Por lo tanto, es preferible encaminar los esfuerzos de intervención hacia las ramas del lado izquierdo y parte inferior del árbol del factor S.

La clave para la comprensión de MORT es la de un examen minuciosos, segmento por segmento del diagrama.

Este trabajo se facilita comparando la lista de preguntas convenientes descritas al final de este artículo, con el propio gráfico de MORT. Estas preguntas son marcadas con una letra y un número iguales a los de la parte del diagrama a que se aplican.

Otra forma de facilitar el empleo del árbol lógico de MORT es la de examinar algunos de sus ramos generales, aplicándolos preferentemente a un programa específico de seguridad, a un problema potencial grave, o a un accidente.

Los diagramas son, en gran parte, aclaratorios y cada elemento del árbol representa una pregunta relativamente sencilla.

Uno comienza por las pérdidas producidas por el accidente y los motivos anteriores a él, a través de diversas secuencias de los factores contribuyentes. Unos serán más importantes que otros.

El árbol de organización de riesgos e inadvertencias consta de tres ramas principales:

1. Una de ellas se refiere a los factores S, inadvertencias y omisiones específicas, que acompañan al accidente objeto de la investigación.
2. Otra rama se refiere a la catalogación de los factores R o riesgos atribuidos. Estos son los factores peligrosos conocidos pero no controlados, es decir, aquellos para los que la forma de eliminarlos no son específicos o no se dispone de ellas. La protección contra el impacto de rayos y temblores de tierra puede ser considerada como algo concreto y para casos concretos.

Ambos deberían ser clasificados como riesgos expuestos. El simple hecho de mencionar explícitamente los riesgos que uno asume, pero no la forma de eliminarlos, ocasiona, con frecuencia, estudios y esfuerzos adicionales, a fin de reducirlos. Los riesgos desconocidos o no analizados no son riesgos supuestos, en el sentido en que se toma aquí a tales riesgos.

3. La tercera rama trata de los factores G, características generales del sistema de dirección, que contribuyen directa o indirectamente al caso particular que se analiza. Si bien estos pueden originar fracasos evidentes, ~~sus sistemas son, a veces, de poca consistencia. Puede hacerse uso de una~~ escala de juicios en la progresión excelente, bastante adecuado, adecuado, poco adecuado, pobre.

En el sentido empleado aquí, la LTA se clasifica de Menos que Adecuada, valorac más aceptada y, con frecuencia, más adecuada que la de insuficiencia o fracaso.

En la figura 3 se representa a estas tres ramas y en la parte superior del árbol, pérdidas y consecuencias finales de un suceso adverso. Entre las pérdidas se encuentran; accidentes, daños de todo tipo, pérdidas y disminución de actividades, imagen pública deslustrada y reducción de moral.

El enjuiciar a parte del sistema como inadecuado (LTA), en general, no debería ser lógicamente el resultado del análisis de un simple suceso, pero es considerable la frecuencia de informes bien hechos de accidentes graves que hacen juicios tales como "falta de táctica firme", fracaso del monitor, y equipo inadecuado de emergencia.

Los sistemas generales de dirección están indicados aparte del proceso que produjo el suceso específico adverso. Esto es debido a dos razones: (1) Una descripción de los sistemas de dirección sugerirá los aspectos específicos del fundamento del accidente que han de ser examinados muy cerca, y (2) el suceso específico puede, con el tiempo, sugerir qué aspectos de los sistemas de dirección pueden ser, verdaderamente, poco adecuados.

El análisis comienza por la rama del factor S. Esta es la primera de las ramas principales a las que abarca el análisis y, quizás, la más rigurosa y potencialmente más desagradable. En lo que a continuación vamos a exponer cada uno de los sistemas estará designado por su marca, compuesta de le-

tra y números, según el diagrama de MORT.

SA1. Accidente. Este suceso ocurre cuando una transferencia involuntaria de energía alcanza a personas u objetos.

SA2. Mejora poco adecuada. Este suceso puede ocurrir después del accidente inicial. Existe un número de programas que deberían reducir la escala innecesaria de los efectos adversos: Prevención de un segundo accidente, lucha contra incendios, rescate, servicio médico y rehabilitación. Cada uno de estos programas de mejora puede ser poco adecuado.

a1. Prevención del segundo Accidente. El proceso analítico parece ser evidente. Así, las preguntas: b1 "era el sistema de prevención de un segundo accidente el LTA?"; b2 era la ejecución la propia de este sistema LTD?", y c1 "era la práctica de realización la del Plan LTA?".

Por si se cree conveniente, a2 y a3 cuenta con una serie de preguntas similares en lo referente a lucha contra incendios y rescate.

La pregunta b3 está destinada a averiguar si los preparativos de los primeros auxilios son LTA, y b4 pregunta por lo adecuado del transporte. Al examinar b5, deberíamos cercionarnos de que el hospital cumple las Normas sobre Lugares de Emergencia del Colegio Americano de Cirujanos.

SB1. Incidente. Aquí, existe una transmisión de energía involuntaria que no produce accidente o lesión. Una casi falta puede ser considerada un incidente digno de análisis, incluso aunque no exista una transmisión de energía.

La Banderá de F/M & R llama la atención sobre la posibilidad de fallos del detector de los incidentes que ello originaría en el análisis. El mencionado fallo podría conducir a otros tales como la no detección de anteriores incidentes afines y la no corrección de factores casuales asociados. Así, F/M & R puede representar un factor casual importante, aunque indirecto, en la cadena normal de sucesos que conducen al accidente o incidente.

SB2. Protecciones LTA. El concepto de protecciones sucesivas de transferencia de energía es muy constructivo. Se refiere a una serie de acciones prácticas del tipo ya mencionado en el cuadro 2. Un análisis lleva al investigador a la conclusión de que las protecciones próximas y múltiples deberían ser asociadas a fuerzas considerables. Cada una de estas protecciones será examinada por separado a fin de comprobar si la hay y si ha fallado en un momento concreto, permitiendo que ocurra el accidente.

Este análisis de protección es también de utilidad en la prevención de accidentes. La noción de barreras para la separación de fuerzas y la protección de las personas y objetos deberán ser consideradas cuidadosamente en cada transmisión de fuerzas. Este análisis pone a prueba la habilidad e imaginación pues se halla basado en una serie de preguntas críticas y agudas referentes a la investigación de accidentes.

SB3. Personas y Objetos en la cadena de energía -. Por lo general el análisis es superficial. Se examina las preguntas de carácter evasivo y la funcionalidad de su presencia.

SC1. Flujo 1 de energía no deseada -. Esta es la energía que tiene la función primaria final en el incidente.

SC3. Flujo 2, 3, . . . . . n de energía no deseada -. Un número significativo, incluso un gran número de accidentes graves comprenden interacciones sucesivas de distintas fuentes de energía.

Esta complejidad indica la importancia de las barreras inmediatas (SC2) y, por lo tanto, procura adoptar medidas adicionales que interrumpan la serie de accidentes. También tiene por finalidad la recogida de datos: A cuántos accidentes abarca la interacción de dos o más energía? En una serie de 12 accidentes graves examinados, cuatro de ellos tenían dos modalidades de energía y cuatro tenían tres. No es raro que los analistas no entrenados en tecnología industrial sean capaces de establecer barreras potenciales que hayan sido olvidadas por los tecnólogos encargados de llevar a cabo la investigación.

En SC3, se emplea un símbolo lógico de transferencia para indicar si el análisis empleado por el Flujo 1 de energía no deseada es práctico para flujos sucesivos de energía. También resalta la necesidad de considerar y prever la interacción potencial de las diversas formas de energía y de proveer de los protectores y barreras necesarias a las diversas energías.

Resulta innecesaria la exploración continuada de varias subsecciones de diagrama. Lo que el lector debe hacer es probar el método en un caso de accidente real, como muchas subsecciones del diagrama no pueden ser aplicadas a un accidente determinado, la persona encargada de esta prueba probablemente quedará sorprendida al ver el número que es provechoso y que ha de ser, como refleja el nombre del método inspeccionado por la dirección.

Funcionamiento del análisis de MORT. Llegados aquí lo que queda del diagrama debería ser revisado brevemente, en totalidad. Muchos conceptos y el concomitante proceso analítico estarán ya lo suficientemente claros. Experiencia y práctica, apoyada en la técnica, son necesarias antes de conseguir en su aplicación destreza y habilidad.

Una forma de experimentar, relativamente primitiva, pero eficaz en el empleo de la técnica, es la de seleccionar un accidente grave a fin de analizar y colorear las casillas y círculos del diagrama de MORT, con lápices rojo, verde y azul. Aquellas partes del diagrama que revelaron deficiencias son coloreadas en rojo, las que se mostraron adecuadas en verde, y las que requirieren mayor información en azul.

Podemos dar las siguientes sugerencias, basándonos en la experiencia que tenemos con diagramas:

1. El diagrama analítico funciona mejor si es utilizado como instrumento de trabajo. Los hechos pertinentes sobre un accidente o problema, pueden ser anotados en los márgenes en lugares adecuados. La irregularidad es clave - el diagrama se ocupará de la disciplina. MORT es una herramienta de trabajo -

jo y guía de exámen, no el informe acabado. Escribir el informe del accidente es un proceso aparte. MORT está estructurado para facilitar el análisis. Quizás ayude a omitir caprichos personales, polarizaciones y los puntos de vista parciales que comúnmente encontramos en las investigaciones debido a las tendencias de investigador sobre la causa del accidente.

2. A primera vista, la primera lectura de un informe sobre accidente, preparado por personas que no emplean MORT de la impresión de que la documentación sobre lo sucedido es completa. Sin embargo, en la segunda lectura, si uno emplea el diagrama de MORT como ayuda suplementaria, las lagunas en la información sobre lo sucedido se hacen patentes rápidamente. Las preguntas de el porqué pudo suceder comienza a surgir.

3. Un recorrido más lento, más disciplinado a través del diagrama sería lo acertado. Generalmente, es necesario trazar meticulosamente en una hoja aparte el flujo de la energía y, a continuación, examinar paso a paso las clases de barreras posibles si una situación imprevista no está respaldada por los competentes de MORT, el investigador puede seguir una sección adicional, empleando los símbolos de la inscripción de MORT y los de la Figura 1.

Valores y objeciones MORT es muy interesante desde numerosos puntos de vista. Entre las características más notables de MORT se encuentran: (1) Provee de un método disciplinado de investigación, análisis y registro de datos de accidentes graves; (2) Proporciona un sistema amplio de valoración de un programa de seguridad; (3) un sistema metódico de asimilación de información reciente; (4) facilita claramente la formación profesional de muchos empleados de seguridad; (5) proporciona nuevas perspectivas de dirección y conocimientos de todo el sistema de seguridad.

A pesar de que existen obstáculos en el uso de MORT, la mayor parte de ellos no son tan difíciles de superar como pudiera aparecer a primera vista. El coste supuesto y la dificultad en el análisis de MORT son considerados como

dos dificultades graves. Sin embargo, su coste es bajo, comparado con los gastos normales de investigación de un accidente importante. Los departamentos de revisión que realizan viajes de largo recorrido con sus técnicos de alto nivel incrementan los gastos de investigación en cantidades considerables en períodos cortos de tiempo.

Finalmente, un obstáculo substancial parece ser la incapacidad para iniciar el proceso. Si el presunto analista ha de seguir meticulosamente la trayectoria del análisis, una vez examinados varios cientos de subelementos, desde SA1 hasta GBS, los grupos de preguntas normales serían más claros y la figura que abarca al conjunto menos dificultosa. El empleo de listas largas de preguntas al final del artículo facilita este proceso. La experiencia del autor nos han indicado que la revisión de sucesos complicados, altamente técnicos, requieren cuatros horas. Los sucesos más simples y menos graves, solamente con 20 minutos se han podido conseguir resultados prácticos. La repetición del análisis en sucesos nuevos y diferentes, desarrolla rápidamente un sentido de disciplina y eficacia mayor en el empleo del método.

En los tres años que hemos empleado el árbol, hemos comprobado su aplicabilidad a una gran variedad de accidentes y a la evaluación de muchos programas diversos de seguridad.

Además, más de 300 mandos de los AEG y hombres de empresa han sido entrenados en este sistema, sobre todo a través de cursos de una semana. Finalmente, el método ha sido difundido en el extranjero mediante seminarios llevados a cabo en cinco países europeos.

#### Preguntas para el análisis de MORT

Las siguientes preguntas pueden ser empleadas conjuntamente con el gráfico de MORT.

#### Preguntas principales :

Qué sucedió?

Por qué?

Cuales fueron las pérdidas? (especifique el número y clase de accidentes, daños de la propiedad, tiempo perdido de producción, descenso del producto, reducción de la moral del empleado, publicidad negativa o cualquier otra clase de pérdidas)

Sucedarán allí en el futuro sucesos indeseables?

Preguntas S:

Cuales fueron las equivocaciones específicas de la dirección (S) y las omisiones que condujeron al accidente?

Accidente SA1 (Describa lo que sucedió)

SA.2 Fue la mejora LTA (poco adecuada)?

a1. Fue prevenido el segundo accidente?

b2. Fue la ejecución de tal un plan TLA

c1. Fue práctico para la ejecución de LTA?

c2. Hubo cambios de personal ó equipo que ocasionaron una ejecución incompleta?

(Observe que el símbolo utilizado significa un resultado que normalmente se espera que ocurra).

d1. Hubo fallos al corregir los cambios de personal o equipo?

Fueron las equivocaciones en las tareas las que permitieron que se produjera un segundo accidente. (La transferencia del símbolo indica aquí que el investigador puede preguntar todo acerca de las cuestiones SD 5 b 3)

a2. Fue la lucha contra incendios LTA? (Transferencia a 1: haga las preguntas b1, a través de d1. sobre cómo han realizado ellos la lucha contra incendios. Hubo un plan de lucha contra incendios? Se realizó?, etc.)

a3. Hubo un intento de rescate que fue LTA? (Transferencia a1.)

a4. Fue LTA el servicio médico de emergencia?

b3. Fueron LTA, los primeros auxilios?

- b4. Fue el transporte LTA?
- c3. Hubo un plan de transportes?
- c4. Se recibió la noticia de necesidad de transporte?
- c5. Hubo personal y equipo disponible para el transporte?
- c6. Es la distancia un factor? (R-2 es la distancia un riesgo que se asume? si es así, apúntelo debajo de la rama R como R2).
- b5. Fue el tratamiento LTA?
- a5. Fue la rehabilitación LTA?
- b6 Para las personas?
- b7. Para los objetos? (ic. Dispuesta apropiadamente la reparación después de ocurrir el daño?)
- a6. Hubo relaciones LTA?
- b8. Relaciones de empleados LTA?
- b9. La relación con los funcionarios fue inferior a lo adecuado?
- b10. Relaciones públicas inferiores a lo adecuado?
- SB1. Ocurrió un incidente? (Describalo)  
Hubo algún fallo por parte del monitor ó al revisar lo ocurrido?
- SB2. Hubo impedimentos inferiores a lo adecuado? Existieron intentos de aumentar la energía, reemplazar una forma de energía más segura, prevenir la descarga o procurar que la descarga fuera de B2?
- a1. Sobre la fuente de energía? (a3. transmisión)
- a2. Entre la fuente de energía y las personas u objetos dañados? (Transferencia a3).
- a3. Sobre las personas u objetos?
- b1. No fue posible? (R-3 es un riesgo que se asume?)
- b2. Hubo un fallo al proporcionar las barreras allí donde eran posibles? (R-4 Es un riesgo que se asume?)
- b3. Fallaron las barreras?
- b4. Hubo alguna barrera disponible però no usada? (transferencia. Fue un error de trabajo? vea SD 5, b3.)

a4. Hubo un fallo al separar en tiempo o en espacio la energía y personas, objetos? (Transferencia a3).

SB3. Hubo personas, objetos junto al tendido de energía.

a1. No se tomó medida contra esto?

b1. No hubo posibilidad? (R5 Se asumió el riesgo?. Transferencia. Repetir las preguntas b1-d1 de la sección SA2).

a2. Había personas, objetos, funcionales(p.ej. que se habían supuesto que estarían allí).

a3. No estaban funcionando?

b2. Hubo un control inferior a lo adecuado?

b3. El control no era práctico? (R-6 Es esto un riesgo que se asume?)

SC1. Había un tipo específico de flujo energético no deseado? (Describa-lo. Un conjunto similar de preguntas se hará en SC3, respecto a cada uno de los tipos de flujo energético. Accidentales p.ej. 2, 3, etc.) (Hubo un fallo del monitor en este flujo energético?)

SD1. Es el sistema de información técnica inferior a lo adecuado?

a1. Fue el sistema de información técnica inferior a lo adecuado?

(En relación con el flujo energético no deseado 1?)

b1. En el área de conocimiento.

c1. Es un precedente conocido(p.ej. para la prevención de flujos energéticos no deseado?)

d1. Se cuenta con algún precedente conocido en algún código impreso o escrito, manuales ó recomendaciones?

d2. Hay algún precedente no escrito? (p.ej. en las prácticas regulares del supervisor)

d3. Existe alguna lista de expertos, caso de que puede surgir la necesidad de consultarla?

d4. Existe alguna investigación dirigida a dar una solución al problema?

- c2. Existen precedentes que no se conozcan?
- d5. Si no, se hará una investigación del accidente y un análisis de este hecho?
- d6. Se hará un estudio?
- b2. Con respecto a las comunicaciones:
  - c3. Cómo se aplicaron las comunicaciones internas.
  - d7. Está definida la red de comunicaciones?
  - d8. Actúa adecuadamente?
- c4. Cómo se aplicaron las comunicaciones externas:
  - d9. Esta definida la red?
  - d10. Actúa adecuadamente?
- a2. Los sistemas de observación, son inferiores a lo adecuado?
- b3. Lleva a cabo la dirección un sistema de supervisión de rutina?
- b4. Se hizo un estudio?
- b5. Hay un sistema de incidente/accidente?
- b6. Hay estudios de observación de seguridad archivados (RSO)?
- b7. Hay un sistema de comprobación de errores?
- b8. Hay un análisis potencial de errores, rutinario, inspección de riesgos, etc.?
- b9. Existe una comprobación de procesos adversos?
- b10. Existe una observación de higiene general?
- a3. El sistema de reducción de datos es inferior a lo adecuado?
- b11. Hay una lista que dé prioridad a ciertos problemas?
- b12. Se dispone de sumarios, índices y análisis de proyecciones y tendencias?
- b13. Se ha realizado algún análisis estadístico de diagnóstico?
- b14. Existen análisis profundos de problemas especiales?
- a4. Se han establecido procedimientos para determinados controles? (Hay un circuito vasculado HRP).
- b15. Contienen dichos controles listas de chequeo?
- b16. Hay un sistema para fijar problemas, de prioridad?

- b17. Hay un sistema para controles de variación planes ?
- b18. Hay un sistema para determinados cambios no planeados?
- b19. Existe un sistema para utilizar información nueva?
- a5. Existe una verificación y valoración independiente?
- a6. Existe un departamento de estrategia? p.ej., un lugar centralizado para el informe y análisis de datos sobre riesgos y accidentes?
- SD2. Fueron los diseños y planos inferiores a lo adecuado? (p.ej. con respecto al flujo energético no deseado).
- a1.. Fueron los diseños y las técnicas de planteamiento inferiores a lo adecuado?
- a2. Fueron las responsabilidades funcionales y de organización inferiores a lo adecuado? Fue la coordinación con las operaciones, mantenimiento y organizaciones de pruebas inferior a la adecuada?
- a4. Fue la definición del criterio de seguridad inferior a la adecuada? (ello incluye, valor de las operaciones, consideraciones, disponibilidad de materiales, fabricación, construcción, tests, operaciones de mantenimiento y de exigencias de seguridad en la calidad).
- a5. Hubo una revisión interna?
- SD3. Fue el mantenimiento inferior a lo adecuado?
- a1. Fue el plan de mantenimiento inferior a lo adecuado?
- b1. Hubo algún fallo al especificar un plan?
- c1. Fue el servicio de mantenimiento inferior a lo normal?
- c2. Fue la agenda inferior a la adecuada?
- c3. Fue la competencia inferior a la adecuada?
- b2. Hubo algún error al analizar los fallos por las causas?
- a2. Fue la realización inferior a la adecuada? (Transferencia. Hubo un error de trabajo? vea SD 5.b3.)
- b3. Hubo un fallo al mantener un P.O. logístico?
- b4. Pudo el mantenimiento causar el fallo?
- b5. Fue el tiempo inferior al adecuado?

- SD4. Fue la inspección inferior a la adecuada?
- SD5. Fue la supervisión inferior a la adecuada?
- a1. Fue la ayuda o el entrenamiento inferior a los adecuados?
- a2. Fue el tiempo inferior al adecuado
- a3. Fue el plan de transferencia de trabajo inferior al adecuado?
- a4. Hubo algún fallo al detectar y corregir los riesgos?
- b1. Si hubo algún fallo al detectar la información de los riesgos:
- c1. Fue la información inferior a la adecuada? (Lista de chequeo?)
- c2. Fue el plan de detección inferior al adecuado?
- d1. Fueron los diagramas o esquemas inferiores a los adecuados?
- d2. Fue el plan de información inferior al adecuado?
- d3. Hubo un fallo al revisar los cambios?
- d4. Hubo algún fallo correlativo a los errores?
- c3. Fue el tiempo inferior al adecuado?
- b2. Si hubo algún fallo al corregir riesgos:
- c4. Fue la coordinación interdepartamental inferior a la adecuada?
- c5. Hubo retraso en la corrección?
- d5. Fue la autoridad inferior a la adecuada?
- d6. Fue el presupuesto inferior al adecuado?
- d7. Fue el tiempo inferior al adecuado?
- c6. Fue el programa puesto en marcha inferior al adecuado? (p.ej. mantenimiento del orden).
- a5. Hubo errores de realización? (Describa los hechos cometidos sin seguridad).
- b3. Hubo errores de trabajo? (Hubo un fallo al observar los errores de trabajo?)
- c7. Hubo algún fallo al obtener el permiso laboral?
- c8. No se realizó un análisis de seguridad de trabajo (JSA)?
- d8. Para trabajos repetitivos:
- e1. No fue requerido JSA?.

- e2. Se necesitó JSA pero no se hizo? (Hubo algún fallo en las observaciones que se hicieron aquí?)
- d9. Para trabajos no repetitivos:
- e3. Tenía el trabajo un potencial bajo de riesgos? (R8 - Es un riesgo que se asume?)
- e4. Tenía el trabajo un potencial elevado de riesgos?
- f1. Fue el análisis previo al trabajo, inferior al adecuado?
- f2. Hubo un fallo de supervisión en esta revisión?
- g1. Directamente?
- g2. Correctamente?
- c9. Fue JSA inferior al adecuado?
- d10. Fue la información inferior a la adecuada?
- e5. (Ver SD1) Fueron las sugerencias de los empleados inferiores a las adecuadas?
- f3. Es en general el sistema de sugerencia de los empleados inferior al adecuado?
- f4. Son los estudios sobre incidentes críticos(RSO S) inferiores a los adecuados?
- f5. Hubo algún fallo al utilizar las sugerencias diversas?
- d11. Fallaron los procedimientos al ajustarse a los criterios?
- e6. Hubo algún fallo al correlacionarlo con los cambios de objetos metálicos? (transferencia. Informe sobre factores humanos, véase GC3, b8)
- e7. Eran inferiores a las adecuadas la claridad y adecuación de los procedimientos?
- e8. Hubo algún fallo al comprobar la precisión?
- e9. Eran poco adecuadas las advertencias y alarmas?
- e10. Eran inferiores a las adecuadas las secuencias especificadas de los hechos?
- e11. Fueron inadecuados los cierres?

- e12. Fueron inferiores a lo adecuado las comunicaciones coordinadoras?
- e13. Hubo algún fallo al especificar el medio ambiente del personal?
- e14. Las provisiones de emergencia fueron inferiores a las adecuadas?
- e10. Hubo algún fallo al utilizar JSA? (Hubo algún fallo en el detector?)
- d12. Respecto a la preparación
- e15. En lo que se refiere a la selección:
- f6. Fueron inadecuados los criterios de selección?
- f7. Fueron inadecuados los métodos de selección?
- e16. Tal como se refirió para el entrenamiento.
- f8. No hubo entrenamiento en absoluto?
- f9. Si el entrenamiento se realizó fuera del departamento:
- g3. Fue el entrenamiento de seguridad inferior al adecuado?
- g4. Fue inferior al adecuado el entrenamiento en el trabajo?
- f10. Si el entrenamiento se realizó dentro del departamento, fue realmente inferior al adecuado?
- f11. Existió ocasión para que el empleado viese correctamente la realización del trabajo.
- d13. Hubo desviaciones?
- e17. Fueron éstas de variabilidad normal?
- e18. Fueron éstas el resultado de algunos cambios?
- e19. Hubo fallos en observar las desviaciones?
- e20. Hubo un fallo en corregir las desviaciones?
- f13. Hubo un fallo en dar una nueva instrucción?
- f14. Fue la motivación del empleado inferior a la adecuada?
- d14. Fue la motivación del empleado inferior a la adecuada?
- e21. Hubo una tensión programada?
- e22. Se realizó algún esfuerzo por evitar el malestar?
- e23. Hubo una falta en lo referente a la dirección, vigor y ejemplo?
- e24. Fue el fomento del interés por el trabajo inferior al adecuado?
- e25. Hubo algún conflicto en las normas del grupo?

- f15. Fue la participación JSA inferior a la adecuada?
- f16. Fue la difusión de la innovación inferior a la adecuada?
- e26. ~~Hubo conflicto personal?~~
- f17. Con el supervisor?
- f18. Con otros?
- f19. Desviante? (R9 - Es este un riesgo aceptado?)
- e27. Es inferior al adecuado el programa de motivación general?
- c11. Fue inferior a la adecuada la asignación de tarea?
- b4. Fue inferior al adecuado el coste de emergencia, de la energía?  
(Transferencia. Hubo algún error de tarea? Vease SD5, b3?  
(Transferencia. Se realizó algún esfuerzo por prevenir un segundo accidente? Véase SA2, a1.)
- b5. Las características de comportamiento de los errores, hacían referencia a algo al margen de la tarea?
- c12. Fue periférica la extra-tarea?
- c13. No se refirió la extra-tarea?
- c14. Se prohibió la extra-tarea?
- SD6. Fue la supervisión superior inferior a la adecuada?
- SC2. Fueron las barreras inferiores a lo adecuado? (Transferencia. Repita aquí todas las preguntas comprendidas bajo SB2).
- SC3. Hubo un flujo de energía no querido, 2? Si así fue, repita la serie entera de preguntas comprendidas bajo SC1 relativas al flujo de energía no querida 2, 3, .... n. Y también, fue el flujo de energía no querido 2, afectado por el flujo de energía no querido 1?  
Si así fue, especifique cómo.

Preguntas o Cuestiones R: Cuáles son los riesgos asumidos, aceptados o tolerados (R)? Estos hacen referencia a los riesgos que son conocidos y aceptados. Pueden ser riesgos que o bien porque son de poca importancia (riesgos menores), o porque sean grandes los riesgos es imposible remediarlos o impedirlos (tales como los temblores de tierra), o simplemente

porque resultaría demasiado caro el prevenirlos e impedirlos. En algunos casos, los riesgos pueden aceptarse a causa de la supervaloración o sobre-estima de otros valores, por ejemplo, el valor estético de una cascada en un parque nacional en contraposición al simplemente posible riesgo de que una persona sea arrojada a la cascada y muera así. Las preguntas o cuestiones sobre los riesgos aceptados se especifican en otro lugar de esta lista.

Preguntas o cuestiones G: Cuáles son las fragilidades e insuficiencias del sistema general de dirección (g) que el accidente o incidente ocurriese en el pasado y cuáles los sucesos futuros no deseados que pueden ocurrir a causa de ellas?

GA1. Es la política de dirección un tanto inadecuada?

GA2. Es la estructuración del sistema de dirección menos adecuada de lo que sería de desear?

a1. Son los métodos, criterios y análisis inferiores a lo adecuado?

a2. Es la organización de la responsabilidad inferior a la adecuada?

a3. Es la responsabilidad de la organización asesora inferior a la adecuada?

a4. Es la organización inferior la adecuada?

a5. Son las directrices inferiores a las adecuadas?

a6. Es inferior al adecuado el entrenamiento sobre dirección y adjuntía de dirección?

a7. Son los presupuestos inferiores a los adecuados?

a8. Hay muchos retrasos?

a9. Es la responsabilidad inferior a la adecuada?

a10. Son el vigor ejemplo o precedentes inferiores a los adecuados?

GA3. Es el sistema de valoración de riesgos inferior al adecuado?

GB1. Son las metas de la valoración de riesgos inferiores a las adecuadas?

GB2. Son inferiores a las adecuadas los análisis de los datos de valoración

- GB3. Es el proceso de revisión de riesgos inferior al adecuado?
- GC1. Son los iniciadores o agentes de reacción inferiores a los adecuados?
- GC2. Es inferior al adecuado el sistema de información técnica? (Véase SDI. Estas preguntas son esencialmente similares aquí a aquellas de la rama "S" del árbol y por este motivo no están repetidas aquí)
- GC3. No está definido el proceso de revisión de riesgos?
- a1. Conceptos y requerimiento.
  - b1. Cuáles son las metas y riesgos tolerables?
    - c1. En relación con la seguridad?
    - c2. En relación con realización?
    - b2. Se utilizan los siguientes criterios de análisis sobre seguridad?
      - c3. Un plan?
      - c4. Mecanismo de graduación (es decir el modo de empeñar mayores esfuerzos para los grandes problemas y esfuerzos menores para los problemas pequeños).
      - c5. Métodos de análisis? (Cuáles son ellos?)
      - c6. Alternativas necesarias?
      - c7. Secuencias específicas sobre precedencia en seguridad? (por ejemplo, prioridades para el diseño?)
      - c8. Análisis del impacto del medio-ambiente?
      - b3. Se utilizan los siguientes criterios de los requerimientos sobre seguridad?
        - c9. AEC?
        - c10. OSHA?
        - c11. Otros códigos federales? (Especifíquelos)
        - c12. Códigos locales y estatales? (Especifíquelos)
        - c13. Otras recomendaciones, normas, y códigos nacionales? (Especifíquelos).
        - c14. Normas internas? (Especifíquelas)

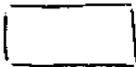
- b4. Se realizó una investigación sobre la información?
- c15. Cuál fue la naturaleza de la investigación?
- c16. Cuál fue la finalidad de la investigación?
- b5. Se realizó un análisis del ciclo vital?
- c17. ~~Cuál fue su objetivo?~~
- c18. Hay algún requerimiento para la utilización del ciclo vital y estimaciones de fallos?
- c19. Se exigen factores de seguridad para un uso extensivo?
- b6. Hubo una falta de revisión de riesgos? (Hubo un fallo en exigirlos o un fallo en la comprobación?)
- a2. Procedimientos de diseño y desarrollo.
- b7. En relación con los procedimientos de control de energía:
- c20. Hay algo innecesariamente expuesto a riesgo?
- c21. Hay algún problema de infradiseño?
- c22. Son inferiores a los adecuados los controles automáticos?
- c23. Son inferiores a las adecuadas las alarmas o advertencias?
- c24. Existen o se cuenta con mecanismos para la liberación segura de la energía?
- c26. Son las barreras inferiores a las adecuadas?
- b8. Ha habido una revisión inadecuada de los factores humanos?
- b9. Existe un plan de mantenimiento adecuado?
- b10. Existe un plan inadecuado de inspección?
- b11. Cuál es la instalación o disposición?
- b12. Cuál es el medio ambiente?
- b13. Son adecuadas las condiciones de la capacidad de funcionamiento en las zonas de:
  - c27. Test y cualificación?
  - c28. Supervisión?
  - c29. Criterios sobre procedimientos?
  - c30. Selección de personal?
  - c31. Cualificación y entrenamiento del personal?

- c32. Motivación del personal?
- c33. Puntos del comprobador o detector?
- c34. Planes de emergencia (incluida la mejora?)
- b14. Son adecuados los procedimientos de revisión de cambios?
- b15. Es adecuado el plan de distribución?
- b16. Es la revisión independiente técnicamente competente en términos de método y contenido?
- b17. Es adecuado el control configuracional?
- b18. Es adecuada la documentación?
- b19. Existe un plan para una acción rápida, y ciclo de expediente?
- b20. Es el proceso de diseño general inferior al adecuado?
- c35. Existen algunos procedimientos de sumisión a la norma?
- c36. Existen procedimientos para la utilización de nuevos códigos?
- c37. Existen procedimientos para la utilización de la información?
- c38. Existen estudios tecnológicos para asegurar la conformidad con los criterios?
- c39. Ha habido alguna identificación o evidencia de ineficacia o debilidad, y análisis de negocios?
- c40. Se ha hecho alguna provisión destinada a las formas de diseños preventivos?
- c41. Existe estandarización de partes?
- c42. Existe cualificación de parte no-standards?
- c43. Hay descripciones de diseños o proyectos?
- c44. Existe una clasificación de los puntos o temas de acuerdo con lo más esencial en seguridad?
- c45. Existe una identificación de asuntos o temas?
- c46. Hay o se cuenta con criterios de aceptación?
- c47. Existe un control de superficie de separación en los procesos de los proyectos?
- c48. Existe una planificación del desarrollo?
- c49. Existe una prueba de cualificación y desarrollo?

- c50. Hay un control de pruebas?
- c51. Existe un análisis del desarrollo?
- c52. Existe una información sobre fallos?
- GB4. Es inferior al adecuado el análisis del programa de seguridad?
- a1. Están definidos los ideales?
- a2. Hay descripciones satisfactorias y esquemáticas (especialmente las esquemáticas)?
- a3. Existe una vigilancia sobre el programa?  
Control administrativo? Una comparación con otros?
- a4. Es adecuada la organización del programa de seguridad en términos de?:
- b1. La finalidad u objetivos?
- b2. Integración (coordinación)?
- b3. Escudriña, vida la administración de los comités?
- a5. Es adecuado el personal del programa de seguridad?
- a6. Son adecuados los servicios o ventajas del programa de seguridad?
- a7. Se cuenta con esquemas disponibles de los trabajos en las diferentes operaciones?
- b4. Están actualizados?
- b5. Especifican los pasos necesarios para completar cada función?
- b6. Cuentan ellos con criterios para conocer cuándo un trabajo está bien realizado?
- GB5. Pregunta final. Alguna cosa más?

### EXPLICACION DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

#### Acontecimientos o sucesos

- Normalmente un suceso, una falta, descuido o mal estado expresado en términos genericos : 
- Suceso descrito por un componente básico o fracaso parcial : 
- Un suceso allí donde la secuencia o serie ha terminado, suceso debido

a la falta de información o consecuencias, o por falta de soluciones.

En este último caso el suceso puede transferirse a "riesgos asumidos",

- Un suceso que no satisfactorio normalmente utilizado para mostrar la terminación de los análisis lógicos:

- Un suceso que normalmente se espera que ocurra:

#### VÍAS



Y coexistencia de vías necesarias para todas las vías de entrada para salidas correspondientes



O vía que necesita cualquier vía de entrada para salida. Si hay más de una entrada, todavía hay una salida



Prioridad y la misma vía como la vía con la estipulación de que un acontecimiento debe preceder a otra descripción o secuencia de acontecimientos escrito en forma oval.



Vía inhibida si el acontecimiento de entrada existe y la condición de inhibición se halla satisfecha, un acontecimiento de salida debe producirse, si la condición no se satisface no habrá salida. La descripción de la condición se anotará en la semi-caja adyacente.

#### Transferencias

- Símbolo de transferencia usado para variar una secuencia entera de operaciones analíticas de una parte del árbol a otra. Esencialmente una señal de repetición.

Los elementos transferidos se indican por identificaciones de letra y número dentro del triángulo, en este caso "SC1":



- Transferencia a riesgos asumidos para problemas respecto a los cuales no se conoce una contramedida, o no se conoce una contramedida práctica:



#### Abreviaturas de letras

LTA = Inferior al adecuado

F/ = fallo, fracaso, o propenso al fracaso

D/N = No se hizo

F/M = fallo de detector o medida

D/NP = No se proporcionó

F/M y R = fallo de detector y revisión  
P. O. LOG = punto de operación log.  
R, S O = observación sobre seguridad registrada  
JSA = análisis de la seguridad del empleo

#### ABREVIATURAS DE PALABRAS

ACC = Accidente  
ACCTBLY = Responsabilidad  
ANAL = Análisis  
COMM = Comunicaciones  
COMPL = Conformidad  
CONFIG = Configuración  
DEF = Definición  
DEV = Desarrollo  
DOC = Documentación  
EMERG = Emergencia  
EMP = Empleado (s)  
EQUIP = Equipo  
HDW = Instrumentación  
IDENTIF = Identificación  
INDEP = Independiente  
INFO = Información  
INVESTIG = Investigación  
MAINT = Mantenimiento  
MOT = Motivación  
MED = Médico, a  
MGT = Dirección administración  
MONIT = Detección, vigilancia  
OBJS = Objetos, asuntos  
OP = Operación  
ORG = Organización (es)

PERF =	Realización
PERS =	Personal, empleados
PRECED =	Precedente (s)
QUALIF =	Cualificación, competencia, aptitud
RED =	Reducción
REQ =	Exigencias, requerimientos
RELS =	Relaciones
RESP =	Responsabilidad
REV =	Revisión, examen, análisis
SCHEM =	Esquemáticos
SERV =	Servicios
SP =	Programa de Seguridad
SPECS =	Especificaciones, condiciones, pliego de condiciones
STATS =	Estadísticas
SUGG =	Sugerencias
SUP =	Supervisión
SYS =	Sistemas
TECH =	Técnico
W =	Con

Bibliografía

- Currie, R. Human factors engineering in optimizing safety and system effectiveness. National Safety News, 1968, 98 (2) 44-50
- Driessem G. Cause tree analysis: Measuring how accidents happen and the probabilities of their causes. Paper presented at the 78th Annual Convention of the American Psychological Association, Miami, September 1970.
- Gibson, J. Contribution of experimental psychology to a formulation of the problem of safety. In Behavioral approaches to accident research. New York: Association for the Aid of Crippled Children, 1961
- Haddon, W. The prevention of accidents. In Preventive medicine. Boston: Little Brown, 1966
- Haddon, W. Energy damage and the ten countermeasure strategies. Journal of Trauma, 1973, 13 - 321-331
- Hamner, W. Handbook of system and product safety. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1972
- Johnson, W.G. MORT: The management oversight and risk tree. Washington, D.C.: U.S. Government Printing. Office, 1973 (a)
- Johnson, W.G. Sequences in accident causation. Journal of Safety Research, 1973, 5, 54-57 (b)
- Johnson, W.G. The role of change in accident prevention. National Safety News, 1973, 108 (5) 90-98 (c)
- Kepner., C., & Tregoe, B. The rational manager. New York: McGraw-Hill, 1965
- National Transportation Safety Board. Risk concept in dangerous goods transportation regulations, 1971
- Nertney, R. Guidelines for analysis of step by step procedures. Idaho Nuclear Co., 1967

- Recht, J. System safety analysis. Chicago: National Safety Council, 1966
- Safety performance measurement in industry. Special issue, Journal of Safety Research, 1970, 2 (3)
- Swain, A. Desing techniques for improving human performance. London: Industrial and Commercial Techniques, 1972