

Los riesgos en las industrias de procesos

Por Roberto E. Vescina

A MENUDO LOS ACCIDENTES OCURRIDOS EN REFINERÍAS O PLANTAS QUÍMICAS SE HAN DEBIDO A CAMBIOS EN LAS VARIABLES DE PROCESO, EN EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ORIGINAL O EN LOS PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN.

PARA PREVENIR ESTOS ACCIDENTES SE DEBE HACER UN ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A ESTOS CAMBIOS, ANTES DE LA EJECUCIÓN DE MODIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES ORIGINALES O CAMBIOS EN LA OPERACIÓN.



TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN Y DE EVALUACIÓN DE RIESGOS



Roberto E. Vescina

A menudo los accidentes ocurridos en refinerías o plantas químicas se han debido a cambios en las variables de proceso, en el diseño de la instalación original o en los procedimientos de

operación. Para prevenir estos accidentes se debe hacer un estudio de identificación y evaluación de los riesgos asociados a estos cambios, antes de la ejecución de modificaciones en las instalaciones originales o cambios en la operación. Este análisis de riesgos debe ser realizado aplicando metodologías probadas, las que por otra parte deben ser también utilizadas en la etapa de diseño y construcción de la planta.

Dentro de estas técnicas, las más utilizadas son:

- Estudios de Riesgos y Operabilidad (HAZOP)
- Análisis de Arbol de Fallas (FTA)

El Hazop es una técnica sistemática que permite identificar riesgos o problemas de operación de una instalación. Se examina cada segmento del proceso y se listan todas las posibles desviaciones de las condiciones normales de operación, así como la forma en que podrían ocurrir. Se determinan las consecuencias sobre el proceso y se examinan los medios disponibles para detectar y corregir esas desviaciones. Se identifican así todas las condiciones que en dicha planta podrían llevar a una situación de riesgo.

El Arbol de Fallas es, por otro lado, un medio para analizar y no para identificar riesgos. Los hechos riesgosos o tope (la consecuencia que debe ser evitada, como por ejemplo la rotura de un tanque), son identificados primero por otras técnicas tal como el Hazop.

Todas las combinaciones de fallas individuales que pueden llevar a un hecho riesgoso, se muestran en un formato lógico en el Arbol de Fallas. Estimando las probabilidades individuales de falla y utilizando una herramienta matemática, se puede calcular la frecuencia probable o probabilidad del hecho tope o final.

La técnica del Arbol de Fallas facilita evaluar el impacto que sobre el resultado final

pueden tener distintas medidas preventivas. El método se aplica en la industria para analizar áreas específicas del proceso que estén consideradas o que se hayan identificado como particularmente riesgosas. Se ha encontrado también que resulta útil en la investigación de las causas de accidentes.

Es decir que existen técnicas para identificar riesgos (encontrar cuáles son los riesgos que están presentes en una planta o en un proceso) y técnicas para evaluar esos riesgos (para decidir hasta dónde se debe ir para eliminarlos, reducirlos y proteger a la gente de sus consecuencias).

A menudo se utilizan Listas de Chequeo para identificar riesgos. Es una herramienta muy utilizada en auditorías y en inspecciones de rutina. No obstante hay que tener en cuenta que los ítems omitidos no son considerados y por lo tanto no se analizan. No obstante son útiles para una verificación preliminar, o de rutina.

En un estudio Hazop la parte de operación es tan importante como la de riesgo y en la mayoría de los estudios se identifican más problemas operativos que de riesgo. Luego de que se identifican los riesgos, se debe decidir sobre el alcance de las medi-

das a adoptar para eliminarlos o reducirlos y para proteger a la gente y las instalaciones. Algunas veces existe una forma sencilla u obvia de eliminar un riesgo. Otras veces nuestra experiencia o las Normas de Ingeniería nos dicen qué hacer. En otras, en cambio, resulta menos fácil decidir y para estos casos se aplica la técnica del Arbol de Fallas. Se trabaja con las probabilidades de un accidente y la extensión de sus consecuencias, comparando los resultados con objetivos o criterios fijados. Se calculan las probabilidades para distintas opciones.

Supuesto básico

La aplicación de técnicas de identificación y evaluación de riesgos parte del supuesto de que la planta está operada y mantenida en forma correcta, respetando las especificaciones y estándares de diseño y aplicando las Normas y Procedimientos aprobados. En particular se supone que todos los sistemas de protección son probados regularmente y que cuando es necesario, son inmediatamente reparados. Si estos supuestos no son ciertos, el Hazop o el Arbol de Fallas pueden significar un esfuerzo improductivo. Es inútil identificar riesgos o estimar la probabilidad de ocurrencia, si no se toma acción para corregirlos. Y para que esto ocurra, todos los niveles de la organización y la gerencia de la planta en particular, deben estar comprometidos con la seguridad y la gestión de riesgos.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Cómo se lleva a cabo un estudio de Hazop

Como se explicó antes, la técnica de Hazop se considera adecuada para identificar riesgos y problemas que afectan a la operación. Para aplicarla se forma un equipo y el trabajo se realiza a través de una metodología de guía del análisis y discusión, identificando y evaluando hechos que pueden llevar a situaciones de riesgo dentro de cada unidad.

Se toman en cuenta las condiciones de temperatura, presión, composición, etc., y se considera la posibilidad de desvíos, reacciones descontroladas, pérdidas, posibles fuentes de ignición, problemas de corrosión, de erosión, de excesiva vibración, etc. También se toman en cuenta los hechos originados por causas externas (por ejemplo una explosión en una instalación adyacente).

El grupo para hacer el estudio de Hazop se suele integrar de la siguiente forma:

- Un especialista en Diseño de Procesos
- Un especialista en Mecánica
- Un especialista en Sistema de Control
- Un Jefe de Operaciones
- Un Jefe de Mantenimiento

Para que el trabajo sea efectivo, es esencial que el grupo no sea muy numeroso y que se mantenga sin cambios durante el tiempo en el que se realiza el estudio. Se ha encontrado que un grupo de 6 a 8 personas cubre la experiencia necesaria, sin ser demasiado grande para que las discusiones sean efectivas.

El líder necesita estar entrenado en guiar grupos de personas que no dependen directamente de él. Debe ser además una persona que preste una meticulosa atención a los detalles.

Excepto el líder, el resto del grupo no requiere un entrenamiento especial en la técnica de Hazop. Ellos la aprenderán a medida que la van aplicando. Pero sí es una condición que los integrantes del grupo sean expertos en sus propias disciplinas y que conozcan a fondo la planta. Hazop no es una técnica para refrescar conocimientos trabajando en un problema, sino que es una herramienta que permite a los especialistas de distintas áreas compartir sus conocimientos y experiencias en forma sistemática, de manera que los problemas sean más fácilmente identificados.

Forma de trabajo y duración del estudio.

El primer paso para hacer un estudio de identificación de riesgos de una planta con el método Hazop es tener los diagramas de procesos actualizados. Llevar a cabo un Hazop con diagramas incorrectos o desactualizados, es totalmente inútil.

El tiempo que demanda el análisis de cada ítem principal de una planta (una torre, un horno, un reactor, etc.), es de 1.30 a 3 horas. Las reuniones se restringen en la práctica a no más de 3 horas y se llevan a cabo uno o dos días por semana. Resulta agotador efectuar por más tiempo un análisis que requiere mucha concentración. Además se debe tener en cuenta que el grupo seguramente está requerido por otras tareas propias de su función.

En el caso de que el estudio lo realice una consultora, el tiempo dedicado evidentemente se puede ampliar y realizar la tarea con sesiones diarias. Pero es importante aclarar aquí que es indispensable en estos casos la participación de personal de la planta, asignado a esta tarea. De esta forma el grupo puede analizar entre 2 y 4 P&I por día, dependiendo de su complejidad.

Información requerida

La información típica requerida para hacer el estudio es la siguiente:

- Diagramas de flujo
- Diagramas del proceso e instrumentación (P&I)
- Planos de planta y distribución de equipos (*Plot Plant y Layout*)
- Hojas de especificación de los equipos principales
- Especificación de las válvulas de seguridad
- Sistemas de seguridad y de emergencia
- Sistemas de incendio y detectores
- Informes de accidentes e incidentes de la planta
- Procedimientos sobre Puesta en Marcha, Parada y Operación Normal
- Procedimientos de Emergencia
- Programas de Mantenimiento
- Informes de Inspección de Equipos

Palabras Guía

En la aplicación del Hazop se utilizan una serie de **palabras guía**, para analizar las distintas condiciones del proceso. Estas son:

- Caudal. Alto/Bajo/Sentido inverso/No
- Presión. Alta/Baja
- Temperatura. Alta/Baja

Se analizan también los cambios de estado y la posible presencia de contaminantes, así como sus efectos. Se evalúan además las emergencias causadas por falta de servicios auxiliares (aire, agua, vapor, electricidad).

En teoría el grupo debe aplicar cada palabra guía para cada recipiente y para cada línea de proceso. En la práctica esto podría demandar un tiempo enorme, por lo que el líder, en base a su experiencia y a la consulta con el grupo, debe definir los detalles de análisis para cada área.

Inspección de la instalación

Un complemento importante del Hazop es llevar a cabo una inspección en el lugar. Los ítems que se controlan durante esta inspección incluyen:

- Protección de las líneas y accesorios de pequeño diámetro contra posibles impactos
- Estado general de Mantenimiento, Orden y Limpieza
- Ubicación e identificación de los elementos de Seguridad (matafuegos, duchas de emergencia, pulsadores de alarmas de incendio, etc.)
- Plataformas elevadas. Accesos y escapes
- Salidas de emergencia
- Drenajes

- Un líder del grupo
- Un secretario

Información obtenida del estudio de Hazop

Al final del estudio de Hazop se tienen varias informaciones. Por un lado los cambios recomendados en los equipos o en la instrumentación. Además observaciones y recomendaciones sobre procedimientos de Operación, de Inspección y de Mantenimiento. Se identifican además aquellos eventos que deberían requerir un análisis de riesgo más detallado (Arbol de Fallas).



Algunos puntos a tener en cuenta

El grupo está formado por ingenieros o técnicos que en general tienden a adoptar mejoras o modificaciones en los equipos (*hardware*).

Pero a veces resultan soluciones muy costosas y se debe optar por un cambio en los métodos o una mejora en el entrenamiento de los operadores (*software*). El líder debe estar prevenido de esto y se debe plantear cuán a menudo puede ocurrir el riesgo así como la magnitud de las consecuencias.

Algunas veces puede haber más de una solución razonable y el criterio a seguir surge de un análisis económico, pero con más frecuencia el problema se puede ubicar en su dimensión real, haciendo algunos números. Es difícil reunir un grupo de Hazop cada vez que se desea instalar una válvula adicional, aunque muchos accidentes han ocurrido a causa de pequeñas modificaciones que no tuvieron en cuenta los efectos asociados. Estas modificaciones deberían ser analizadas antes de ser autorizadas, basado en un Procedimiento.

En cuanto a la utilidad de una herramienta como el Hazop, algunos dicen que no la necesitan porque emplean buena gente y confían en sus conocimientos y experiencia. Pero hay que aclarar que el Hazop no

sustituye ni el conocimiento ni la experiencia, sino que las utiliza en una forma sistemática y concertada. Si el grupo carece de esto, el Hazop no produce nada valioso. Por otro lado, tanto en la etapa de proyecto como en la operación normal de la planta, las distintas especialidades suelen trabajar separadas. El Hazop asegura que los riesgos y problemas vinculados con la operación sean considerados en forma ordenada y simultánea, por gente de diferentes especialidades trabajando juntas.

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS. EL ARBOL DE FALLAS

Los datos del Arbol de Fallas

El Arbol de Fallas es utilizado ampliamente en el análisis de riesgos, para establecer en una forma lógica los hechos que llevan a la ocurrencia de un accidente. Permite ver las varias combinaciones de hechos que son necesarios para que se produzca

una determinada consecuencia así como las diversas formas en que esa cadena puede ser interrumpida. Se llega finalmente a calcular la probabilidad de ocurrencia de un evento o consecuencia,

a partir de probabilidades conocidas de hechos que están vinculados.

La mayoría de los errores cometidos en un análisis de Arbol de Fallas se deben no tanto a los datos utilizados, sino más bien a un dibujo incorrecto del árbol. Es decir, no prever todos los caminos por los cuales el riesgo puede aparecer.

Generalmente se hace un mejor uso del tiempo, analizando en detalle todas las posibles fuentes de riesgo, antes que preocuparse en cuantificar con mayor precisión los datos de probabilidades disponibles. Sobre la información utilizada se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los datos de probabilidades de falla pueden no ser aplicables. Por ejemplo los datos sobre bombas pueden corresponder a diferentes tipos o diferentes condiciones de servicio. Si se utilizan sin verificar si los datos se adecuan al caso en análisis, se pueden introducir serios errores.
- Los datos pueden estar desactualizados. Los diseños pueden cambiar y no necesariamente para mejor. Por ejemplo en el caso de un instrumento, un nuevo modelo puede tener distintos materiales en sus componentes y la confiabilidad del mismo puede ser distinta.
- Los datos están afectados por la ingeniería o por el mantenimiento de la planta.
- No se cumplen los requisitos supuestos en el diseño.

El Factor Humano

Supongamos una situación común en la planta. Cuando una alarma suena el operador debe ir al campo y por ejemplo cerrar una válvula dentro de un cierto tiempo.

La confiabilidad de la alarma es conocida. Si es demasiado baja, es fácil mejorar esto agregando una segunda alarma como redundante. Por otro lado la confiabilidad de la válvula es aproximadamente conocida y si pensamos que no es suficiente, podemos colocar una de mejor calidad o poner dos válvulas en serie.

Pero: ¿qué pasa con la confiabilidad del operador? ¿Siempre cerrará la válvula en el tiempo requerido? ¿Es suficiente contar con su experiencia y conocimientos? Muchos accidentes han ocurrido a causa de errores de gente con experiencia y que estaba perfectamente entrenada.

Debemos preguntarnos entonces qué probabilidad existe de que el operador no cierre la válvula correcta en el tiempo requerido y en ese caso decidir sobre la automatización del sistema.

Si el sistema es complejo y se requiere una respuesta rápida para evitar un incidente serio, no deberíamos depender exclusivamente de la reacción del operador. Por otro lado en una sala de control, donde otras alarmas están sonando, está llamando al teléfono o hay gente solicitando un Permiso de Trabajo, existe una elevada probabilidad de que el operador no advierta la señal. Se podría estimar la probabilidad de que el operador tenga un momento de distracción o llegue a cometer un error. Pero no debemos olvidar que también a veces el operador debe aplicar su criterio para corregir una acción ya que las alarmas y otros instrumentos pueden no funcionar correctamente.

Instalando un sistema completamente automático, no se elimina la dependencia de las personas. En lugar de confiar en la ac-



ción del operador, se depende de que la instalación haya sido correctamente hecha y que además esté bien mantenida y controlado su buen funcionamiento. Quienes tienen a cargo estas tareas, también cometen errores. Por lo tanto no debemos engañarnos a nosotros mismos, pensando que hemos eliminado la dependencia del Factor Humano, al instalar un sistema totalmente automático.

No siempre la solución más adecuada va por vía de la instrumentación, por lo que deberíamos preguntarnos antes si se cumplen los procedimientos establecidos o si estos deben ser revisados.



Esto permite evaluar alternativas para disminuir el efecto de un accidente dado, tomar medidas preventivas adecuadas y prever los hechos a considerar en un plan de emergencia. Es además una herramienta útil en la etapa de diseño, para decidir por ejemplo la ubicación o *lay out* de los equipos, el espaciamiento entre tanques, la ubicación de defensas y barreras, etc. Además permite evaluar los posibles efectos sobre la comunidad o industrias vecinas.



tanques, la ubicación de defensas y barreras, etc. Además permite evaluar los posibles efectos sobre la comunidad o industrias vecinas.



la Frecuencia y las Consecuencias. **Ranking** de riesgos

5) Decisión sobre la acción a seguir en función de los criterios fijados

Respecto al último punto debemos decir que es de poca utilidad estimar la magnitud de un accidente y la frecuencia con que puede ocurrir, a menos que empleemos esta información para ayudar a decidir si debemos reducir la probabilidad del accidente o en otros casos si el riesgo es tan pequeño comparado con otros riesgos a nuestro alrededor, que debe ser ignorado y dedicar nuestra atención a riesgos más importantes.

Se deben fijar prioridades y decidir cuáles son los riesgos mayores que deben ser eliminados, o reducidas las probabilidades de ocurrencia o minimizadas sus consecuencias adoptando las medidas de prevención necesarias.

Por lo tanto todo estudio de riesgos debe concluir con el Plan de Acción aprobado a nivel de la Gerencia, el cual fijará objetivos y un cronograma de ejecución con responsables, de modo que permita su seguimiento, emitiéndose informes en forma periódica, hasta el cumplimiento de dicho Plan.

Criterios sobre el riesgo para los operarios. El FAR

Para justificar las inversiones en Seguridad, se podría comparar el costo anual de la prevención de accidentes con el costo estimado de las pérdidas provocadas por ellos. Esto es fácil de medir cuando se refiere a daños en las instalaciones, pero cuando el accidente puede provocar la muerte de personas, no hay manera

simple de hacerlo.

Para realizar los estudios de riesgos se fijan valores como referencia, tomando en cuenta que en la vida diaria todos estamos sujetos a un cierto nivel de riesgos. Existen valores que definen el riesgo promedio a que está sometida una persona en su vida normal y otros que dan una referencia del nivel de riesgos a que están sujetas las personas que trabajan en la actividad industrial. Se supone que toda nueva industria debe mantener los niveles de riesgo por debajo de esos límites. Es decir, toda persona que desarrolle su trabajo en esa instalación, no debe estar expuesta a un riesgo mayor que el aceptado internacionalmente como standard para una actividad de ese tipo.

Un criterio utilizado para el riesgo de accidentes fatales en la industria química, es el

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

La utilización de Modelos

El Análisis de Consecuencias es la evaluación de los efectos que tendría el accidente sobre las personas y las instalaciones, en caso de producirse. La etapa anterior donde se aplica el Hazop y el Arbol de Fallas corresponde a la identificación de los riesgos y la estimación de la probabilidad de ocurrencia y corresponde a lo que la bibliografía en inglés denomina *Hazard Analysis*.

Con el Análisis de Consecuencias se completa lo que se denomina *Risk Analysis*. El riesgo se define como el producto de las consecuencias por la frecuencia o probabilidad de ocurrencia. Este resultado permite establecer un *ranking* cuantitativo de los riesgos y decidir cuáles son los riesgos que deberán ser eliminados o mitigados, en función de los criterios de aceptabilidad que se hayan establecido.

En el Análisis de Consecuencias se utilizan Modelos de Simulación. La evaluación de las consecuencias puede tomar como referencia la experiencia pasada. Sin embargo no siempre existe esa experiencia, porque el diseño es nuevo o porque el accidente nunca ocurrió y, además, nunca existen dos accidentes iguales. Es por eso que se utilizan métodos de estimación basados en Modelos. Los resultados cuantifican los efectos del accidente para las condiciones dadas.

Esta etapa del Análisis de Riesgos exige definir criterios de aceptabilidad para decidir hasta dónde actuar para eliminarlos o reducir sus efectos.

Los casos a analizar corresponden a:

- Explosiones
- Incendios
- Nubes tóxicas

LAS ETAPAS DEL ANÁLISIS DE RIESGOS

Se pueden entonces considerar las siguientes etapas:

- 1) Identificación de los Riesgos
- 2) Estimación de la Probabilidad de Ocurrencia. Frecuencia
- 3) Análisis de las Consecuencias para:
 - los empleados
 - las instalaciones
 - terceros, fuera de los límites de la planta
- 4) Cálculo del Riesgo como producto de

denominado FAR (*Fatal Accident Rate*). Este índice indica el número de accidentes fatales que pueden ocurrir por cada 1.000 trabajadores, durante todo el período de la vida laboral del grupo (10⁵ horas).

Para la industria química el valor del FAR es 4. Esto significa que en la vida de trabajo de una fábrica típica de 1.000 trabajadores, durante ese tiempo 4 trabajadores pueden llegar a morir a causa de un accidente industrial.

El FAR de 4 está compuesto de la siguiente forma:

- Riesgos industriales generales (por ejemplo, caer de una escalera o de una plataforma). FAR = 2
- Riesgos específicos (por ejemplo, estar expuesto a una emisión de productos tóxicos, ser salpicado por un producto corrosivo o ser afectado por un fuego). FAR = 2

En el caso de una industria química, entonces, toda nueva instalación no debería exponer a los trabajadores a un riesgo específico del que resulte un FAR mayor de 2. Hay que hacer notar que el FAR es estimado para las personas que están expuestas a los riesgos mayores, no para todos los empleados.

Cuando se construye una planta nueva o cuando se introduce una modificación a instalaciones existentes, lo que se debe asegurar es que el nuevo diseño o las modificaciones respondan a las normas y criterios de seguridad fijados para instalaciones similares. Y debemos eliminar todo riesgo identificado que exponga a los trabajadores a un FAR mayor que el valor de referencia establecido para ese tipo de industria.

Como no se puede estar seguro de haber identificado todos los riesgos específicos de la nueva instalación o de la existente, se adopta como criterio que un riesgo tomado en forma individual no puede exponer a un trabajador a un FAR mayor de 0,4. Debemos eliminar o reducir en forma prioritaria todo riesgo identificado del que resulte un FAR superior a ese valor.

Conversión del FAR en frecuencia de ocurrencia de los riesgos

El criterio fijado para un accidente individual de no exponer a un trabajador a un

FAR mayor de 0,4 significa como límite una exposición de 0,4 veces a un accidente fatal durante las 10⁵ horas de trabajo en la vida laboral del grupo de 1.000 trabajadores. Para llevar ese número a 1 accidente sería:

$$0,4 \text{ ---- } 10^5 \text{ horas}$$

$$1,0 \text{ ---- } x = 10^5 / 0,4 = 2,5 \times 10^5 \text{ horas de trabajo}$$

Este número de horas equivale a 29.000 años. Significa que la probabilidad de ocurrencia de un accidente fatal por año sería:

$$1 / 28.539 = 3 \times 10^{-5} \text{ / año}$$

Se debe eliminar todo riesgo individual identificado cuya frecuencia supere este valor.

El riesgo para las personas

En la vida de todos los días nosotros aceptamos voluntariamente un cierto número de riesgos. Por ejemplo, el riesgo de accidentes de tránsito por conducir nuestro automóvil. De acuerdo a las estadísticas, esto nos expone a una frecuencia anual de riesgos fatales de 10⁻⁵ (1 en 100.000). O dicho de otro modo, cada cien mil accidentes, uno resulta fatal.

Los criterios de Aceptabilidad de Riesgos definidos por las compañías reaseguradoras son los siguientes:

Riesgos Anual de Fatalidad Individual

Area industrial	100 en un millón	10 ⁻⁴
Area administrativa (industria)	10 en un millón	10 ⁻⁵
Area residencial	1 en un millón	10 ⁻⁶

CONCLUSIONES

No se pueden eliminar todos los riesgos. Convivimos con riesgos. Lo que se debe hacer es identificarlos, para poder prevenir la ocurrencia de accidentes.

A nivel industrial, nuestra responsabilidad es mantener el riesgo de las instalaciones dentro del nivel más bajo posible, aplicando y observando los mecanismos de control necesarios, llevando a cabo un mantenimiento correcto y respetando los están-

dares y las normas bajo las cuales la instalación fue construida.

Se debe asegurar la realización de estudios de riesgos de toda nueva instalación en su etapa de diseño, durante la construcción y después de la puesta en marcha.

De las instalaciones existentes, se debe llevar a cabo estudios de riesgos en todos aquellos procesos críticos que no cuenten con esa documentación. Por otro lado se debe establecer un mecanismo de revisión periódica y la realización de Auditorías de Riesgo en forma anual.

Por último se debe establecer en forma irrestricta un procedimiento que asegure la realización de un estudio de riesgos así como el cumplimiento de las recomendaciones de dicho estudio, previo a la ejecución de cualquier modificación en las instalaciones. ●

Bibliografía consultada

- *Hazard Identification Analysis and Control*. Henry Osoeg. Chemical Eng. Febr. 18, 1985
- *Eliminating Potential Process Hazards*. Trevor Kletz. Chemical Eng. Abril 1, 1985
- *Approach to Hazard and Operability Studies*. Arthur D. Little. Julio 1987
- *Risk Analysis Methodology. Course Text*. Quest Consultants Inc. Set. 1987
- *Curso Analisis de Riesgos*. Sedgwick. Agosto 1997

Roberto E. Vescina es Ingeniero Químico, egresado en 1965 de la Universidad del Litoral. Es además Licenciado en Dirección de Empresas de la Universidad del Salvador. Se desempeñó como Ingeniero de Procesos y en el Área de Utilidades en la Refinería Esso Campana desde 1965 a 1975. Entre 1975 y 1976 fue Profesor Investigador del Departamento de Recursos Naturales y Energía de la Fundación Bariloche. De 1977 a 1993 trabajó en Petroquímica General Mosconi en las áreas de Operaciones y en Mantenimiento. Desde 1993 y hasta junio del 2001 fue sucesivamente Jefe del Área de Salud, Seguridad y Medio Ambiente de Petroquímica La Plata, Refinería Luján de Cuyo y Refinería La Plata de Repsol YPF. Actualmente es consultor en temas de Seguridad y Medio Ambiente.

