

Determinación de riesgos en entornos muy interactivos.

¿Cómo evitar el factor Titanic en su proyecto?

Por Ing. Bruce Weeks, PMP

Como directores de proyectos, sabemos que es importante establecer los riesgos que puede enfrentar un proyecto. También somos conscientes de que es necesario cuantificar los riesgos que hemos identificado, pero ¿cuánto tiempo pasamos calculando cómo la ocurrencia de un riesgo puede afectar a la probabilidad de otro riesgo?

Dos riesgos pueden parecer independientes, pero si uno ocurre, puede cambiar la probabilidad de que ocurra otro; la respuesta a un riesgo puede alterar las consecuencias de otro riesgo o su probabilidad de que se materialice; o puede limitar la habilidad del proyecto de responder a otro riesgo.

En otras palabras, ¿cómo interactúan los riesgos entre sí en un proyecto, y cómo podemos considerar especialmente esas interacciones?

El hundimiento del Titanic: interacciones y ocurrencia de varios riesgos

Observemos un ejemplo famoso de cómo la ocurrencia de varios riesgos llevó, el 15 de abril del 1912, a uno de los desastres más conocidos del mundo, el hundimiento del Titanic. En este caso, casi cada riesgo *conocido desconocido* que podía



ocurrir, ocurrió; y también ocurrieron algunos riesgos *desconocidos desconocidos*.

Conocido desconocidos: el diseño del barco como un factor de riesgo

El Titanic era el barco a vapor más grande que se había construido hasta dicho momento, se consideraba de última generación. Tenía compartimentos estancos y, se creía que no se podía hundir, basado en una interpretación errónea del Director de Gestión de White Star Line, el Sr. Bruce Ismay, quien había comentado que el Titanic era “casi insumergible”.

- **Los compartimentos estancos.** El diseño de los compartimentos estancos no era realmente a prueba de agua. La parte de arriba de los compartimentos solo se extendía algunos pies por encima de la línea de flotación. Dado que seis de los dieciséis compartimentos estancos se rompieron y se comenzaron a inundar, el peso del agua en la proa empujó el barco hacia abajo y hasta que compartimentos se sobrepasaron.
- **El timón.** El diseño del timón se consideraba adecuado para su uso en el mar abierto; sin embargo, estaba un 30% a 40% por debajo

del tamaño necesario para poder hacer las maniobras ajustadas que se requerían aquella noche fatídica del hundimiento. Los remolcadores manejaron el barco dentro del puerto por lo que no se había requerido un timón más grande.

- **La configuración del motor.** Mientras que los motores de pistones de vapor que no podían ser revertidos le daban potencia a las dos hélices de afuera, la hélice central tenía como fuente de potencia a una turbina de vapor. Este motor no podía dar marcha atrás y se detuvo cuando se topó con el iceberg. Esto detuvo el flujo de agua pasando el timón y se convirtió en un factor crítico en su eficacia.

Más conocidos desconocidos: los procedimientos del barco como factores de riesgo

Luego del hecho se revelaron varios incidentes con los procedimientos que contribuyeron con la colisión. Los examinamos más detalladamente:

- **Reportes sobre icebergs al puente de mando.** El Titanic estaba cruzando a mediados de abril, durante la temporada de icebergs del Atlántico Norte que iba desde marzo a mayo. Los reportes de iceberg de los buques *SS Amerika y Mesaba* no se pasaron al centro de mando. Los reportes mostraron icebergs enormes al sur de la ruta del Titanic. El Capitán Edward Smith tenía algunos reportes de los días previos y alteró la ruta para ir aproximadamente 10 millas más al sur, pero la distancia no fue suficiente.
- **La velocidad.** Si bien en aquellos momentos se informó ampliamente que el Sr. J. Bruce Ismay le ordenó al capitán que navegara a la velocidad máxima para lograr un cruce récord, su testimonio posterior indicó que el Titanic estaba viajando a 22,5 nodos, que era 0,5 nodos por debajo de su velocidad máxima, lo cual era aún bastante rápido para la cantidad de hielo que había en el área.
- **Prioridades de los operadores de radio.** La radio había estado inoperante durante todo el día y recién se había arreglado, el operador

de radio Jack Phillips estaba ocupado enviando los mensajes del día de los pasajeros al exterior. A las 11 de la noche, el operador de radio californiano Cyril Evans trató de alertar al Titanic sobre un campo de hielo enorme que habría más adelante, pero Phillips le dijo “¡Cállate! ¡Cállate! ¡Estoy ocupado! ¡Estoy trabajando en la estación de transmisión de radio!”, y entonces otra alerta crítica sobre el iceberg no pudo llegarle al capitán del Titanic.

- **El equipamiento de los vigías.** Tres equipos de dos vigías que estaban parados en los puestos de vigía no tenían prismáticos. Combine este hecho con el océano tranquilo que no ofrecía obstáculos que se pudieran observar, no había luna, y una superficie totalmente derretida de icebergs reflejaba el cielo de la noche oscura, era casi imposible ver a cualquier distancia al iceberg mortal, lo que hubiera ayudado en esta situación.
- **Las órdenes del Capitán justo antes de la colisión.** Luego de que el vigía Frederick Fleet reportó que “¡Hay un iceberg adelante!”, el sexto oficial James Moody le informó al primer oficial William Murdoch de la llamada. Murdoch ordenó inmediatamente un “hard a’starboard” (que doblaran totalmente a la izquierda) y que dieran un giro completo hacia atrás en los motores. Eso fue un intento de evitar el iceberg doblando la proa del barco para que apunte hacia la izquierda del iceberg, permitiéndole pasar, y luego Murdoch ordenó virar el buque hacia babor (hacia la izquierda) para mover la popa. Dado que el motor central era una turbina a vapor, había que detenerla en lugar de dar marcha atrás, dejando a un timón demasiado pequeño solo con el agua fluyendo a la velocidad hacia adelante del Titanic, que estaba reduciéndose por la orden de dar un giro completo hacia la popa. El barco enorme reaccionó demasiado lento para golpear al iceberg con el primer tercio de su casco.

Desconocido Desconocidos: fallas en el material

Hubieron otros dos factores que contribuyeron en gran manera con el hundimiento del Titanic, y que no se conocían en aquel momento ya que se descubrieron mucho más tarde. No los consideraremos en nuestro análisis siguiente pero los mencionaremos aquí como un recordatorio de que todos los proyectos tienen riesgos *desconocidos* para los cuales necesitamos construir factores de seguridad que los compensen.

Sulfuro en el casco de acero

En 1991 se recuperó un fragmento del casco del barco y se lo probó completamente; la conclusión fue que un alto contenido de oxígeno y sulfuro en el acero llevó a su fractura en las aguas frías (-2,2° C) del Atlántico Norte. Las pruebas de impacto de Charpy revelaron que casi no había ductilidad. El acero simplemente se rompió sin haberse antes flexionado. Si hubiera estado disponible el acero moderno, el casco no habría tenido unas rupturas tan largas, y es posible que las bombas podrían haber al menos demorado el hundimiento del Titanic lo suficiente como para haber podido montar un rescate efectivo.

Las uniones del casco se abrieron al reventar los remaches de hierro

Además de las rupturas del casco habían uniones del casco que se abrieron debido a que se reventaron los remaches de hierro al chocar contra el iceberg, lo cual se debió también a la fractura en el agua fría. La presión de la deformación del casco estiró los agujeros de los remaches, se salieron los remaches, se abrieron las uniones, e hizo que ingresara más agua. Al momento del hundimiento, la metalurgia no había estudiado aún las propiedades físicas de los metales a baja temperatura; por lo tanto no se consideró una estrategia de mitigación para esos riesgos.

Interacciones de riesgos en el hundimiento del Titanic

Si no hubiera ocurrido alguno de los *conocidos desconocidos*, el Titanic tal vez podría haber tenido una larga carrera transportando pasajeros a través del Atlántico. Las interacciones que lo agravaron son leyenda.

Interacciones dobles:

- **La densidad del iceberg respecto de la velocidad del barco.** Con tanto hielo en el área, viajar al 97% de la velocidad máxima era crítico para el barco tuviera la habilidad de evitar el iceberg. Esos dos factores de riesgo también podrían haber considerado el tamaño del timón para crear una interacción triple.
- **El tamaño de timón respecto de la configuración del motor.** Con un timón pequeño y un motor central que no podía dar marcha atrás, el barco simplemente no podía reaccionar lo suficientemente rápido para evitar un iceberg que estaba “justo adelante”. Podría incluir la velocidad para crear una interacción triple. Ir más despacio habría sido mejor.
- **Compartimentos estancos frente a las órdenes dadas.** Al golpear de refilón el iceberg, se dañaron severamente casi 300 de los 900 pies del casco del Titanic. Algunos comentarios indicaron que al efecto, hubiera sido mejor chocar el iceberg de frente, posiblemente dañando menos compartimentos herméticos. El barco se hubiera mantenido a flote por más tiempo, y el intento de rescate podría haber sido más efectivo.
- **Reportes de icebergs respecto de las prioridades del operador de radio.** Desde el punto de vista de los procedimientos, ignorar los reportes de icebergs fue un factor crítico para el hundimiento. El Titanic estaba navegando en el punto más alto de la “temporada” de icebergs en el Atlántico Norte, que va de marzo a mayo. Si hay algún momento más crítico para que un capitán esté

alerta de la presencia de icebergs, es justamente en esa fecha. Si bien el Capitán Smith había recibido algunos reportes antes, había otros reportes críticos que no se los reenviaron a él. Ello incluía el reporte más crítico del buque SS Californian justo antes de la colisión; las prioridades del operador de radio, Phillips, eran los mensajes de los pasajeros en vez de la seguridad del barco.

Interacciones triples:

- **La visibilidad del iceberg respecto de la velocidad, y del equipamiento de los vigías.** En una noche sin luna, con aguas calmadas a muerte, y con vigías que no tenían prismáticos, la velocidad del Titanic era excesiva. En dichas condiciones el iceberg no era detectable. Si los vigías hubieran tenido prismáticos, o si el barco hubiera ido más lento, la cantidad mayor de tiempo desde la observación inicial del iceberg hasta la colisión hubiera permitido que las órdenes evasivas sean más efectivas, reduciendo así los daños y la pérdida de vidas.
- **Compartimentos estancos frente a la velocidad y a las órdenes.** Lo que arrastró realmente al Titanic a su tumba acuosa fue el llenado completo de los compartimentos herméticos de la proa, los cuales jalaron la proa del barco completamente hacia abajo, levantando la popa hasta 45 grados fuera del agua hasta que la tensión rompió su columna. Los compartimentos estancos solo se extendieron unos pocos pies por sobre la línea de flotación y se descollaron uno a uno. Además, sin los compartimentos, el agua se habría distribuido en forma más pareja a través de su largo, manteniendo el barco horizontalmente por más tiempo. La velocidad de navegación y las órdenes dadas, combinadas con los compartimentos inadecuados, fueron interacciones significativas. Al agregarle el tamaño del timón a los factores de riesgo, podemos crear una interacción cuádruple.

¿Cómo se deberían determinar las interacciones entre riesgos?

Primero deberíamos mirar las interacciones dobles simples. ¿Dónde pueden dos factores de riesgo combinados crear un riesgo aún mayor? Ud. puede expresar esto en su matriz de riesgo de forma bastante simple al agregar líneas como se muestra en el ejercicio de Diseño de Experimentos para “A X B” de la Tabla 1.

Riesgo	Improbable	Algo Probable	Probable	Muy Probable	Cierto
A X B					X
A				X	
B X C				X	
B		X			
C	X				

Consecuencia

 Probabilidad de Falla

Tabla 1: Matriz simple de riesgos, con tres riesgos y dos interacciones

Ud. puede agregar filas para mostrar interacciones triples, cuádruples, o de órdenes más altas. Esto va a funcionar bien para proyectos más chicos con pocos riesgos. Luego las estrategias de mitigación de riesgo se podrán formular si ocurre alguna de las combinaciones, justo como aquellas que ocurren con riesgos únicos.

Análisis morfológico

¿Qué pasa con los proyectos de una escala muy grandes donde hay muchos factores de riesgo? En dicho caso puede ser útil un análisis morfológico. “Fritz Zwicky fue el pionero del desarrollo del análisis morfológico como un método para investigar la totalidad de las relaciones contenidas en un problema complejo de muchas dimensiones, y generalmente no cuantificable.” Es un análisis ayudado por computadora. “...para estructurar políticas complejas y asuntos de planificación, para desarrollar escenarios y estrategias...”

El análisis morfológico se creó para examinar una alternativa al modelado matemático y causal de sistemas para predecir resultados futuros dentro de un rango de salidas posibles. Confía en el juicio de los expertos del equipo y en la consistencia interna. Originalmente se usó para predecir reacciones políticas y sociales, y necesidades de políticas.

Este campo es lo último en la no cuantificación; sin embargo, si bien muchos de nuestros factores de riesgo no son cuantificables directamente, nuestro juicio experto puede llevarnos bastante cerca y esta técnica puede entonces ser muy útil.

Enfoque morfológico

El análisis morfológico examina, "...el conjunto de todas las relaciones posibles...en un problema complejo determinado." Los cinco pasos iterativos del proceso para su uso en el análisis de riesgos de un proyecto son:

1. Enuncie el problema brevemente— ¿Cuáles son las metas del proyecto?
2. Localice todos los riesgos *conocidos desconocidos*—Determinación de riesgos.
3. Construya la caja morfológica, una matriz multidimensional que contiene todos los riesgos potenciales —Vea la Figura 1.
4. Examine todas las soluciones en cada intersección con respecto de las metas del proyecto.
5. Seleccione las soluciones óptimas y aplíquelas de modo práctico al proyecto.

Esto nos da 27 interacciones potenciales (3^3 – tres no son interacciones – por ejemplo, R1 x R1 x R1) para examinar en este modelo simple de tres riesgos. “El objetivo es examinar todas las configuraciones en el campo, para establecer cuáles de ellas son posibles, viables, y prácticas...y cuáles no”. Si miramos verdaderamente a una matriz de solo tres riesgos, esto se puede hacer sin un modelado complejo por computadora. Pero llega un punto en el cual la cantidad de datos puede ser abrumadora. Seis factores de riesgo crean 2.304 configuraciones posibles, y un análisis de diez factores excede las 300.000 configuraciones.

El número total de configuraciones a examinar se puede reducir mediante una evaluación de consistencia cruzada eliminando pares de condiciones que son mutuamente inconsistentes o contradictorias. Por ejemplo, si Ud. elige un auto rojo, el auto no puede ser al mismo tiempo verde o azul. Dependiendo de

cuáles sean los factores de riesgo que está examinando en el proyecto, ciertas combinaciones no pueden ocurrir juntas. Esta evaluación sólo depende de la aplicación del juicio de expertos en un modo lógico y empírico. “Primero debemos descubrir qué juzgamos como posible, antes de hacer juicios sobre qué es lo deseable”.

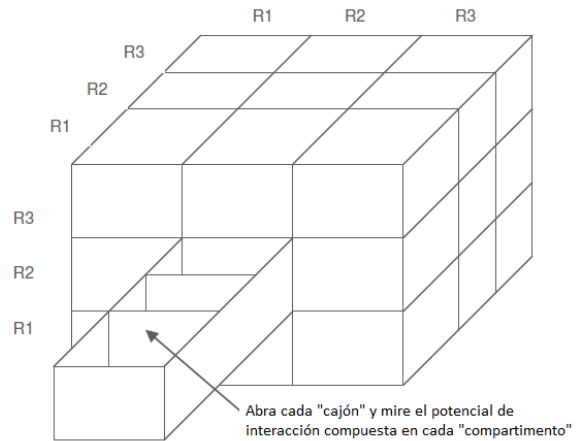


Figura 1: Una caja Zwicky de tres parámetros.

Al construir una matriz de consistencia cruzada para los factores identificados antes en el Titanic, podemos ver cómo funciona (ver Tabla 2)

	Compartimentos	Timón	Motores	Reportes	Velocidad	Falta de radio	Vigías	Órdenes
Compartimentos	Rojo	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio
Timón	Rojo	Verde	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio
Motores	Rojo	Verde	Verde	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio
Reportes	Rojo	Verde	Verde	Verde	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio
Velocidad	Rojo	Verde	Verde	Verde	Verde	Grigio	Grigio	Grigio
Falta de radio	Rojo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Grigio	Grigio
Vigías	Rojo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Grigio
Órdenes	Rojo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

Tabla 2: La matriz de consistencia cruzada del Titanic

Se colorean en rojo las configuraciones que se contradicen o que no tienen relación. Se colorean en amarillo las relaciones débiles, y en verde aquellas que tienen una gran relación. Por ejemplo, el timón pequeño está fuertemente relacionado a la configuración del motor de una

turbina central (un motor con marcha atrás podría haber permitido a un timón más grande que doblara el barco más rápidamente). Sin embargo, el timón pequeño está relacionado en forma débil a los vigías que no tienen prismáticos (si el barco pudiera ir más rápido, hubiera ayudado la habilidad de detectar el iceberg a una mayor distancia).

Así, de los 8 factores de riesgos posibles de la Tabla 2, 36 interacciones se reducen a 14 (cuadros verdes), con otras 4 relaciones débiles (cuadros amarillos). Podemos examinar ahora las relaciones fuertes entre configuraciones posibles de la caja morfológica para buscar soluciones específicas a las combinaciones complejas.

Para matrices de riesgos mayores, se desarrolló originalmente el *MA/Casper* para la Agencia de Investigación de Defensa Sueca, pero no está disponible comercialmente. Sin embargo, hay otros programas de computadora disponibles, los cuáles se pueden descargar gratuitamente desde Internet, aparecerán haciendo una búsqueda en Google por “análisis morfológico”. Ud. deberá determinar si ello aplica a sus proyectos individuales.

¿Cuánta gestión de riesgos es suficiente?

Si intentamos determinar todos y cada uno de los riesgos que un proyecto pueda enfrentar, y todas sus interacciones, nos arriesgamos a quedar en una “parálisis por análisis”, el punto en el cual no logramos nada de valor práctico porque no hemos descubierto todos los riesgos concebibles. “Antes de comenzar, debe reconocer que no puede hacer un trabajo perfecto, y que cualquier cosa que se aproxime a la perfección será caro”. Un director de proyectos no puede caer en esta trampa, sino, gestionar los riesgos será lo único que pueda hacer en su tiempo. Preston Smith lo asemeja a un seguro: “Ud. puede comprar altos niveles de seguro para ofrecer una gran protección pero esto va a ser caro”. En lugar de ello, puede ser útil recopilar el 80% de los riesgos *desconocidos*, dejar parámetros de sustitución para los riesgos o las

interacciones no descubiertas aún, y seguir adelante. Será más realista agregar riesgos a la matriz de riesgos a medida que éstos surgen, e incluirlos en la evaluación a medida que avanza el proyecto. Esto es similar a la planificación incremental que se usa para crear cronogramas cuando no se han planificado totalmente todas las actividades. Al final, el director del proyecto tiene la responsabilidad de gestionar adecuadamente los riesgos del proyecto. El análisis morfológico se usa ampliamente y puede ser un gran agregado a su caja de herramientas, así como ayudarlo a que su proyecto no experimente el “Factor Titanic”.

Referencias

- Bassett, V. (1998). Causes and effects of the rapid sinking of the Titanic. Veá <https://www.writing.engr.vt.edu/uer/bassett.html>
- Brenner, R. (2010). Risk management risk: Parte II. Veá <https://www.chacocanyon.com/pointlookout/100324.shtml>.
- Clayton, J. Possible factors that contributed to the sinking of the Titanic. Veá <https://www.helium.com/items/1129493-possible-factors-that-sank-the-titanic>.
- Kearns, J.J. (2010). Iceberg across the North Atlantic. Veá – www.marinelink.com/news/icebergs-atlantic-across334857.aspx.
- Ritchey, T. (2002, 2010). General morphological analysis: A general method for non-quantified modeling – Veá <http://www.swemorph.com/ma.html>.
- Smith, P., G. How much risk management is enough? See – <http://www.newproductdynamics.com/Risk/HowMuchRM.pdf>.
- The sinking of the Titanic – Veá www.titanic-facts/1912-the-sinking-of-the-titanic.html.
- Wikipedia. Timeline of the sinking of RMS Titanic.

Sobre el autor

J. Bruce Weeks, PMP es presidente de Quality Engineering Consultants, LLC, en Charlotte, Michigan, USA. Su firma se especializa en ayudar a las compañías a eliminar los procesos que no agregan valor y a mejorar las condiciones de sus negocios. Sus 30 años liderando diseño de productos e ingeniería de fabricación le han dado una perspectiva única. Es Líder Auditor ISO QMS, ingeniero profesional registrado y miembro de la ASQ. Puede contactarlo a +1 517 974 5563.

Artículo traducido del original en inglés titulado “Risk Determination in Highly Interactive Environments: How to Avoid the Titanic Factor in Your Project—A White Paper” en la Biblioteca Virtual del PMI (PMI Virtual Library) de www.pmi.org. Si tiene alguna sugerencia de mejora de esta traducción al español puede enviarla a LASpanishNews@pmi.org