



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERÍA INDUSTRIAL

AMBIENTE DE CONTROL Y GESTIÓN GLOBAL DE RIESGOS EN LAS CORPORACIONES ENERGÉTICAS

Autor: Iara Castellero Cañas

Directores: Álvaro del Canto Iglesias

Juan Luis Martín

Madrid

Mayo 2014

AMBIENTE DE CONTROL Y GESTIÓN GLOBAL DE RIESGOS EN CORPORACIONES ENERGÉTICAS

Autor: Iara Castellero

Directores: Álvaro del Canto

Juan Luis Martín

Entidad colaboradora: Management Solutions

RESUMEN DEL PROYECTO

Los desencadenantes de un cuerpo normativo cada vez más estricto y con mayores recursos para detectar prácticas inapropiadas, no se reduce únicamente a la crisis económica que se ha padecido a nivel mundial, sino también a los innumerables acontecimientos que tienen lugar de manera inevitable y que afectan directamente a la cuenta de resultados de las empresas.

Por ello, a la luz de los avances normativos y de la inquietud por evitar estos sucesos, en ocasiones catastróficos, se ha puesto especial atención en la mejora de los modelos de gestión y control de riesgos hacia una mayor organización interna.

En este contexto, se ha encontrado la motivación para desarrollar este proyecto cuyo objetivo principal es transmitir la necesidad de integrar en la mentalidad corporativa de la *corporate* una orientación a la gestión de riesgos; así como proponer una metodología de integración de la totalidad de los riesgos identificados en su mapa de riesgos.

En definitiva, la *corporate* se recomienda organizarla estructuralmente con el objetivo de gestionar los riesgos a los que está expuesta y prever eventos que probablemente no ocurrirán pero que de materializarse conllevaría un impacto económico notable. Para ello el gobierno de la *corporate* debería incorporar un nuevo comité, *Board Risk Committee*, que asegure que los niveles y negocios de la organización se alineen con esta necesidad, de manera que forme parte de la filosofía corporativa.

La adaptación de los modelos operativos se aconseja hacerla en tres líneas de defensa. La primera corresponde a las unidades de negocio donde cada trabajador identifica, mide, evalúa, monitoriza, mitiga y/o reporta los riesgos que detecta en la ejecución de sus funciones y operaciones.

La segunda línea de defensa está compuesta por el departamento de control de riesgos acompañado de otras funciones de control como control interno y cumplimiento normativo. Están encargados de revisar de forma independiente que se cumplen las políticas y procedimientos establecidos para la gestión del riesgo, así como validar los modelos y metodologías propuestas y controlar que se cumplen los límites del apetito al riesgo definido por el Consejo.

Finalmente la tercera línea de defensa, integrada por auditoría interna, revisa de forma independiente los procesos para asegurar que existe una función efectiva de gestión y control del riesgo implantada en la entidad y se asegura de la buena ejecución de las otras líneas de defensa.

Esta organización interna está complementada por la acción de la auditoría externa.

Las políticas de gestión del riesgo engloban las tareas de identificación, evaluación y tratamiento de riesgos correspondientes a su área o unidad. Posteriormente se procede a implantar las acciones de respuesta al riesgo que se han tomado; entre otras, las medidas preventivas que mitiguen el riesgo. Finalmente, se redacta el *reporting* del estado de avance de la gestión de riesgos y del plan de acción implantado.

Estas prácticas en la búsqueda de un Risk Framework suelen culminar en un análisis cuantitativo de la exposición a los riesgos o en un análisis cualitativo mediante modelos menos desarrollados. Normalmente las compañías se centran en un tipo de riesgo en particular, desestimando el resto de riesgos o externalizando sus consecuencias a terceros (seguros).

Sin embargo, es de especial interés poder tener una visión global de los riesgos a los que la compañía está expuesta con el objetivo de tener un buen conocimiento propio, que

posteriormente ayudará en la toma de decisiones estratégicas, como es el caso de la definición del apetito al riesgo de la empresa.

Es por ello que en el caso práctico de este proyecto fin de carrera se ha hecho un ejemplo de integración de riesgos en el que se propone una metodología para el cálculo de un valor de pérdida potencial para toda la *corporate* en el que se incorpora la totalidad de los riesgos a los que está expuesta.

La dificultad de este ejercicio radica en que debido al efecto diversificación no se pueden sumar directamente el VaR de cada uno de los riesgos del mapa de riesgos, puesto que no todos los riesgos se materializan al mismo tiempo. Además hay unas dependencias y correlaciones entre los riesgos que se deben de tener en cuenta para integrarlos.

El caso práctico se basa en el mapa de riesgos de una *corporate* energética y está estructurado en dos partes complementarias, una primera donde se calcula el VaR de cada riesgo a partir de la información proporcionada en el mapa de riesgos y la segunda donde se procede a integrar los riesgos del mismo.

El objetivo primordial del caso práctico es divulgar una metodología adecuada para calcular un único valor de pérdidas que englobe todos los riesgos en lugar de una cifra para cada riesgo. Así se ofrece una cifra económica comparable con magnitudes de los estados financieros (p. ej. riesgo vs beneficio).

Diversos ejes de mejora que se podrían incorporar consistirían en profundizar en la definición y estudio de las variables driver y potencialmente con el complemento de indicadores (p.ej. KRI) que den información sobre la exposición a los riesgos y la evolución de los factores del riesgo.

Finalmente añadir que el ámbito del control interno y la gestión integral de riesgos es un aspecto en el que se encuentran puntos de mejora durante el desempeño de las funciones cotidianas de las compañías. Es por ello, que resulta primordial mantener una actitud de mejora continua porque cuanto mayor detalle de *reporting* tenga disponible la compañía, mayor cantidad de datos para generar escenarios realistas y por tanto extraer conclusiones a nivel Enterprise-wide en cuanto a la gestión de riesgos se refiere.

ENVIRONMENT CONTROL AND GLOBAL RISK MANAGEMENT IN ENERGY CORPORATES

Author: Iara Castellero

Directors: Álvaro del Canto

Juan Luis Martín

Collaborating Entity: Management Solutions

ABSTRACT

The factors which caused the appearance of a strict regulatory framework with progressively more resources to detect inappropriate actions are not only the economic worldwide crisis, but also the many events that take place frequently and inevitably having a great impact to the companies' income.

Therefore, as a consequence of the regulatory developments and the general concern to avoid these events, sometimes catastrophic, it is given special attention to the enhancement of management models and risk control towards a better internal organization.

In this context, it is found the motivation to carry out this project whose main target is to convey the need to integrate into the corporate's culture an orientation to risk management.

In short, it is recommended to organize the corporate structurally in order to manage the risks to which it is exposed and predict the events with low probability of occurrence but the case where they happen, there will be a great economic impact. For this, Board of Directors should incorporate a new corporate committee, Board Risk Committee, to ensure that the different levels and business are aligned with this need being part of the corporate philosophy.

The implementation of the operational models is advised to be done in three lines of defence. The first one corresponds to the business units where each worker identifies, measures, evaluates, monitors, mitigates and/or reports the risks detected in the day-to-day execution of its functions and operations.

The second line of defence consists on the risk control department and other control functions such as internal control and compliance. They are responsible for reviewing independently policies and procedures for risk management, as well as validating the models and methodologies proposed and controlling that the limits for risk appetite defined by the Board are met.

Finally, the third line of defence, formed by internal audit, is in charge of reviewing independently the processes to ensure that they is an effective function of risk control implemented in the corporate. In addition, it is responsible for ensuring the smooth execution of other lines of defence.

This internal organization is complemented by the services of external audits.

The risk management policies include the tasks of identifying, evaluating and treating the risks from each area or business. Then, it is proceed to implement the actions to the risks' answers that have been taken, among others, the preventive measures to mitigate the risk. Finally there is a report concerning the progress of the risk management and the implemented action plan.

These practices to achieve a Risk Framework usually culminate in a quantitative analysis of the risk exposure and/or a qualitative analysis by least developed models. Companies normally usually focus on a particular type of risk, dismissing the rest of risks or outsourcing the consequences to others via insurance.

However, it is particular interest to have a global view of the ensemble of risks to which the company is exposed in order to have a good sekf-knowledge. This will then help to make strategic decisions, such as the definition of the risk appetite of the corporate.

This is why in the case study of this project, an example has been made to show a methodology to integrate risks and calculate a unique value of potential loss where all the risks are included.

The difficulty of this exercise is that it is not possible to sum directly the VaR of each risk due to the diversification effect, since not all risks materialize simultaneously. In addition there are some dependencies and correlations between risks that must be taken into account to integrate them.

The case study is based on the risk map of an energy Spanish corporate and it is structured in two complementary parts, one where the VaR is calculated for each risk using the information provided in the risk map and the second where the integration of the ensemble of all risks is done.

The main objective of the case study is to disclose an appropriate methodology to calculate a single value of losses that covers all risks rather than one value for each risk. Thus, the economic value given can be compared with economic magnitudes of the financial statements (eg. Risk vs profits).

Several areas of improvement of this project that could be added would be to further define and study the driver variables, maybe by using indicators such as KRI that would provide information about the exposure to risks and the evolution of the factors risks.

To conclude, it is essential to add that the domain of internal control and risks management is an area where it can be found multiple improvement points during the performance of the daily functions. Therefore, it is important to maintain an attitude of continuous improvement because the more information reported, the greater amount of data the company has to generate realistic scenarios and so better enterprise-wide conclusions in terms of risk management.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	1
1.1 Contexto mundial	1
1.2 Enfoque global del proyecto	2
1.3 Corporates energéticas	3
1.4 Objetivos	4
2. Riesgos	5
2.1 ¿Qué es el riesgo?	5
2.2 Tipos de riesgos	5
2.2.1 Riesgos financieros	5
2.2.2 Otros riesgos	7
2.3 Metodologías de identificación y valoración	9
3. Marco normativo y estándares de control interno	17
3.1 COSO	18
3.2 COSO I	18
3.3 SOX	20
3.4 COSO II	23
3.5 ISO 31000	24
3.6 CNMV	26
3.7 Código penal	28
3.8 Actualización COSO I	28
4. Gestión integral de riesgos	29
4.1 Gobierno	30
4.2 Organización de riesgos	32
4.3 Risk Framework	34
4.3.1 Risk policies	35
4.3.2 Risk appetite, tolerancia al riesgo y perfil del riesgo	35
4.3.3 Stress test	38
4.4 Metodología de gestión	39
4.5 Integración de riesgos	41
5. Relación entre gestión integral de riesgos y control interno	47
6. Caso práctico	49
6.1 Preámbulos	51
6.2 Análisis individual	53
6.2.2 Inputs	53
6.2.3 Outputs	53
6.2.4 Simulación	53
6.2.5 Limitaciones	55
6.3 Integración de riesgos	55
6.3.1 Agregación de riesgos de la misma tipología	57
6.3.2 Agregación de las tipologías de riesgos	63

6.4	<i>Conclusión</i>	65
7.	Bibliografía	67

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. PIB de China e India	1
Ilustración 2. PIB mundial y español	1
Ilustración 3. Precio del petróleo	2
Ilustración 4. Tipología de riesgos	5
Ilustración 5. <i>Value at Risk</i>	11
Ilustración 6. Simulación de Montecarlo	12
Ilustración 7. Función distribución de pérdidas	13
Ilustración 8. Gap de liquidez acumulado	14
Ilustración 9. Normativa	17
Ilustración 10. Matriz COSO I	20
Ilustración 11. COSO I vs COSO II	23
Ilustración 12. Matriz COSO II	24
Ilustración 13. Procedimiento ISO 31000	26
Ilustración 14. Matriz de decisiones	29
Ilustración 15. Organigrama del gobierno corporativo	31
Ilustración 16. <i>Risk Framework</i>	34
Ilustración 17. Apetito al riesgo	36
Ilustración 18. Curva de apetito al riesgo	36
Ilustración 19. Curva de apetito al riesgo II	38
Ilustración 20. Metodología de gestión	39
Ilustración 21. Matriz de clasificación de riesgos	40
Ilustración 22. Percentil de confianza del VaR	41
Ilustración 23. Distribución de pérdidas agregada	43
Ilustración 24. Algoritmo del método de las cópulas	44
Ilustración 25. Distribución de pérdidas agregadas	49
Ilustración 26. Planteamiento de escenarios	49
Ilustración 27. Convolución	50
Ilustración 28. Parámetros input	53
Ilustración 29. Parámetros output	53
Ilustración 30. Distribución uniforme	54
Ilustración 31. Obtención del número de eventos	54
Ilustración 32. Obtención del impacto económico	54
Ilustración 33. Pérdida total incurrida en un escenario	54
Ilustración 34. Dedución del VaR	55
Ilustración 35. Obtención del número de eventos	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tres líneas de defensa	32
Tabla 2: Tipologías de riesgo en el mapa de riesgo	51
Tabla 3: Frecuencias anualizadas.....	52
Tabla 4: Escala de impacto económico.....	52
Tabla 5: Volatilidad y correlación por tipología de riesgo.....	57
Tabla 6: Variable driver por tipología de riesgo	59
Tabla 7: Matriz varianza-covarianza del riesgo financiero	59
Tabla 8: Matriz varianza-covarianza del riesgo de entorno.....	59
Tabla 9: Matriz varianza-covarianza del riesgo estratégico	59
Tabla 10: Matriz varianza-covarianza del riesgo operacional	59
Tabla 11: Matriz varianza-covarianza del riesgo regulatorio y de cumplimiento	59
Tabla 12: Matriz de Cholesky del riesgo financiero.....	60
Tabla 13: Matriz de Cholesky del riesgo de entorno	60
Tabla 14: Matriz de Cholesky del riesgo estratégico.....	60
Tabla 15: Matriz de Cholesky del riesgo operacional	61
Tabla 16: Matriz de Cholesky del riesgo regulatorio y de cumplimiento	61
Tabla 17: Puntos de la función de Poisson	61
Tabla 18: Resultado del VaR por tipología de riesgo	63
Tabla 19: Valores de volatilidad por tipología de riesgo.....	63
Tabla 20: Matriz de correlaciones entre tipología de riesgos	63
Tabla 21: Escala de valoración de la correlación.....	64
Tabla 22: Matriz de varianza-covarianza entre tipologías de riesgo.....	64

1. Introducción

1.1 Contexto mundial

Tras la recesión económica a nivel mundial de más de cuatro años caracterizada por el desplome de bolsas nacionales, quiebra de empresas y bancos, despidos masivos de personal, descenso del PIB... se estima un crecimiento de la economía mundial del 3%, lo que confirma el cese de la crisis económica; en gran parte por los mercados emergentes.

Como se puede percibir en la siguiente ilustración, el PIB de China e India se encuentra muy por encima de la media mundial.

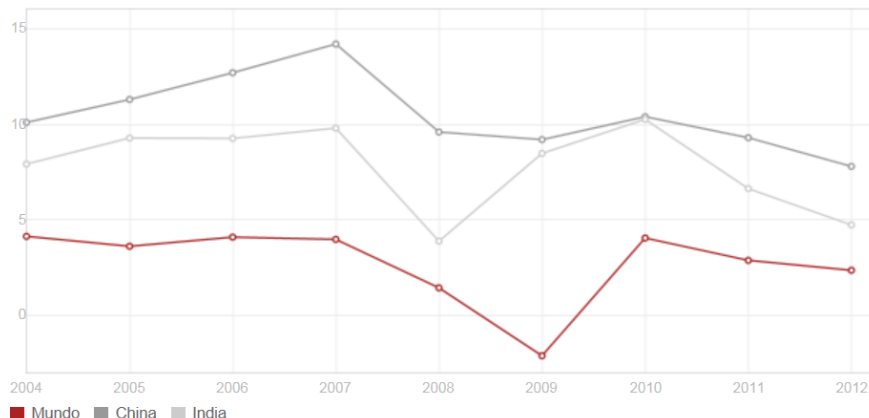


Ilustración 1. PIB de China e India

Fuente Banco Mundial

En la siguiente ilustración se puede observar que la evolución del PIB español ha seguido una tendencia similar al PIB mundial, caracterizada por la fuerte caída desde 2007 hasta en 2009 y su posterior recuperación, más lenta en el caso del PIB español. (Fuente: Banco mundial)

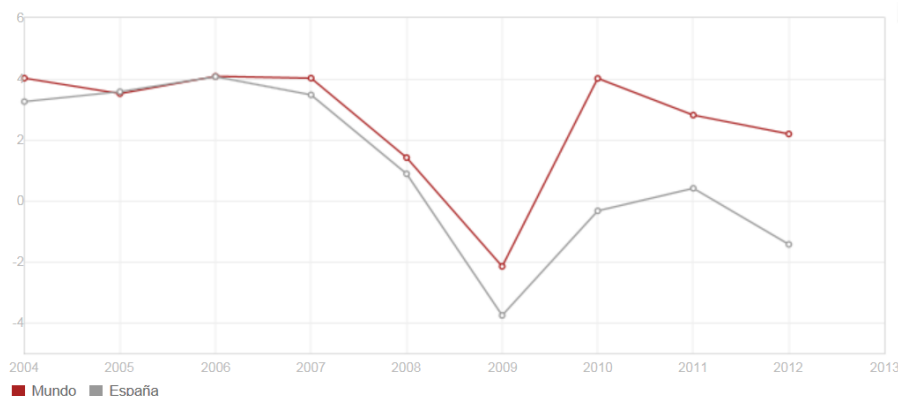


Ilustración 2. PIB mundial y español

Fuente Banco Mundial

Especialmente, el sector energético ha atravesado una delicada situación. Como consecuencia del autocontrol del consumo particular por motivos de ahorro y de reducción de las rentas, se ha producido un fuerte descenso en la actividad.

Esta coyuntura macroeconómica pone a prueba a las empresas, que aumentan sus esfuerzos por abrirse nuevos caminos y permanecer activos en un mercado caracterizado por la competitividad.

Además las entidades del sector energético se ven expuestas con más intensidad a los efectos de la gran volatilidad de las *commodities* que suponen la base de sus negocios. Así las empresas industriales adquieren materias primas cuyos precios varían, la electricidad que cotiza en el mercado o el crudo, el gas y los derivados del petróleo, fuente de ingresos de un gran número de empresas.

También afectan a nivel mundial la diplomacia y las decisiones políticas. Por ejemplo, las subidas del precio del barril de crudo como consecuencia de las tensiones entre EEUU y Europa con Irán que provocan el bloqueo de las exportaciones. En la siguiente ilustración se puede observar la variación del precio del petróleo.



Ilustración 3. Precio del petróleo

Fuente www.preciopetroleo.net

Otro factor que no se debe olvidar son los cambios regulatorios que tienen un impacto directo en los planes de acción de las sociedades. Como es la Directiva Europea de Comercio y Emisiones que regula las emisiones de gases con la intención de controlar el calentamiento del planeta. Además las compañías están preocupadas por cumplir las normas y leyes que rigen en los mercados y regiones en las que operan ya que los incumplimientos pueden derivar en sanciones e incluso responsabilidad penal.

En este marco de crisis y ante el crecimiento de la incertidumbre y de los factores del riesgo, las grandes corporaciones energéticas están más inquietas por conseguir un sistema que permita la buena gestión del riesgo con el fin de disminuir las pérdidas económicas que acarrear.

1.2 Enfoque global del proyecto

En parte como consecuencia del contexto de crisis económica que se está viviendo desde hace varios años y de los cambios regulatorios, se está observando en las entidades financieras una notable evolución de sus modelos de gestión y modelos operativos, con el objetivo de adecuarlos a la situación actual y garantizar su robustez y su supervivencia a largo plazo.

En línea con los avances realizados por las entidades financieras, que tienen modelos más desarrollados, las grandes corporaciones energéticas empiezan a dedicar más recursos a la medición y gestión de todos los riesgos para evitar en el futuro las faltas previamente acontecidas y que supusieron un impacto notable en su cuenta de resultados.

Hasta el momento, se ha estado poniendo más foco en los riesgos de crédito y de mercado¹; sin embargo, una *corporate* desea tener en cuenta todo el conjunto de riesgos a los que la misma

¹ Se explicarán estos conceptos en el capítulo de Riesgos.

está sometida y habilitar un entorno de gestión global efectiva de los mismos de forma sistematizada. De esta manera se pueden conocer las variables que influyen en los mismos, y así prevenir, evitar o minimizar los daños.

Debido al contexto de entorno económico volátil, las catástrofes medioambientales, una regulación más compleja² y un nuevo modelo de servicio al cliente, se están desarrollando metodologías para el análisis y la gestión de riesgos, en las que se busca modelar la aparición de riesgos y su frecuencia. A partir de estas modelizaciones, se obtiene una estimación de las pérdidas totales que implicarían para la empresa.

Este cálculo, resulta de especial interés para la Dirección y el Consejo de Administración ya que les permite tener una visión del total de riesgos a los que están expuestos y poder tomar las decisiones corporativas.

No obstante, el desarrollo de metodologías y acciones preventivas para la gestión de riesgos no mitiga completamente la materialización de los mismos. Es por ello que, la sociedad decide transferir parte de los riesgos a los que está expuesta. Esto consiste en la asunción por parte de un tercero de las pérdidas que se puedan ocasionar a consecuencia de la materialización de esos riesgos determinados. El caso más frecuente es la contratación de un seguro.

Estas son las principales motivaciones que han impulsado a realizar este proyecto fin de carrera, con el fin de transmitir la necesidad de tener en cuenta los riesgos, realizar un cauto análisis de ellos y mantener un sistema de control actualizado e implantado.

1.3 Corporates energéticas

El marco en el que se desarrolla el proyecto es las corporaciones del sector energético ya que por su tipo de negocio, resulta imprescindible llevar a cabo el análisis de los riesgos a los que está expuesta y sensibilizar de esta necesidad para alcanzar un buen control interno equivalente al de las entidades financieras.

El organismo regulador en España, la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), busca fomentar el ahorro aumentando la competencia y la transparencia de información. Asimismo, regula aspectos del medio ambiente y desarrollo sostenible.

Los eventos que han tenido lugar recientemente en el sector energético demuestran que la magnitud del impacto puede poner en peligro la supervivencia de la *corporate* y pone de manifiesto la necesidad de gestionar el ambiente de control:

- La catástrofe del *Exxon Valdez*, un buque petrolero que, tras encallar en las costas de Alaska en Marzo de 1989, vertió al mar 40.000 m³ (aproximadamente 250.000 barriles) de crudo, afectando a más de 2.100 km de la costa de Alaska cuya flora marina y la fauna autóctona quedaron dañadas. Los gastos a los que la compañía ha hecho frente desde entonces han superado los 4.300 millones de dólares³ como resultado del accidente, incluidos los pagos compensatorios, pagos de limpieza, los realojamientos y las multas.
- El vertido de petróleo en el Golfo de Méjico en Abril de 2010, el motivo fue un escape que provocó la explosión de la plataforma semisumergible *Deepwater Horizon* propiedad de BP. La fuga de crudo total fue de aproximadamente 4.9 millones de barriles. Aunque no se ha conseguido establecer el volumen de la fuga total, debido a la complejidad de medida que presentan este tipo de eventos, las pérdidas que este suceso ha acarreado a la compañía todavía no están claras pero se estima que sean superiores a los 21.000 millones de dólares⁴.

² Se analizarán la normativa en el capítulo Marco normativo y estándares de control interno.

³ Fuente: http://www.exxonmobil.com/Corporate/about_issues_valdez.aspx Exxon Mobil

⁴ Fuente: <http://www.bbc.co.uk/news/business-19545238> BBC News

- Desde 2005 todos los años ha habido al menos un suceso (si no más) en el que las pérdidas económicas de la compañía derivadas de dicho suceso superan los 25 millones de dólares⁵

El aumento de este tipo de eventos y las grandes pérdidas provocadas por ellos provocan un aumento de la presión sobre las empresas de la industria energética, las cuales además siguen aumentando su importancia debido al incremento de la demanda energética mundial y las nuevas técnicas de producción de energía.

Como se ha analizado en el capítulo anterior, realizar un análisis de los riesgos a los que está expuesta la sociedad y tener una buena gestión de riesgos permite mitigar la materialización de los mismos, ayudar a establecer el apetito al riesgo y mejorar la posición en la negociación de la prima de seguros.

Dentro de este contexto, las compañías deben buscar oportunidades de negocio minimizando el impacto negativo que puedan sufrir. Una forma de organización es el control y gestión activa de los riesgos. El riesgo tiene una gran importancia para cualquier compañía, y muchos de los fracasos empresariales se podrían haberse evitado si se hubiese llevado a cabo una adecuada gestión del mismo.

En los siguientes capítulos se van a explicar los conceptos de control interno así como la normativa vigente que regula esta actividad; se analizará igualmente una metodología propuesta. A partir de estas herramientas explicadas, se escogerá un caso práctico que ilustre la gestión global del ambiente de control y de riesgos de una corporación energética.

1.4 Objetivos

Los objetivos de este proyecto fin de carrera son varios y persiguen dar respuesta a las motivaciones e inquietudes que se han planteado en este primer capítulo. Los hitos marcados son los siguientes:

- Explicar el riesgo en su conjunto como principal objeto de estudio del proyecto y su tipología.
- Analizar las metodologías existentes de valoración de los tipos de riesgos financieros.
- Realizar una breve explicación de la normativa vigente en materia de control interno y gestión integral de riesgos.
- Manifestada la necesidad de incorporar en la *corporate* una filosofía conjunta de gestión de riesgos, explicar el marco recomendado a introducir en la empresa que concierne, entre otros, la cúpula directiva, la organización interna y una serie de políticas que se convierten en directrices del funcionamiento global de la empresa.
- Analizar las metodologías existentes de integración de los riesgos identificados en el mapa de riesgos de la empresa.
- Realizar un caso práctico donde se propone y se explica una nueva metodología de integración de riesgos.

En líneas generales, se pretende transmitir a las empresas la necesidad de tener un control exhaustivo del conjunto de riesgos a los que están expuestas con el fin de que sea parte de la filosofía corporativa. En el caso práctico se ilustra un ejemplo del ejercicio cuantitativo que es recomendado realizar.

⁵ Fuente: "The impact of large losses in the global power industry" Marsh Ltd

2. Riesgos

Con el fin de analizar las buenas prácticas y principios para un buen control interno que minimice la materialización de los riesgos, es necesario en primer lugar entender el concepto de riesgo y una clasificación de ellos.

2.1 ¿Qué es el riesgo?

La definición de riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un evento que pueda ocasionar pérdidas económicas. Las empresas se encuentran siempre expuestas a una serie de riesgos, conocidos o desconocidos, que no se pueden eludir; por ello el objetivo de una empresa es analizar la probabilidad de ocurrencia de estos riesgos (frecuencia) con el fin de medir las desviaciones que acarrearían (severidad).

Por ejemplo, un desastre natural sería la causa de parada en una refinería, este evento al materializarse conlleva un impacto económico: reparación de daños, multas por daños al entorno y al medioambiente...

Por ello, un aspecto importante de la *corporate* es analizar la frecuencia y severidad de los riesgos a los que están sometida, decidir el nivel de riesgo que se quiere asumir (apetito al riesgo) y mantener un control interno que permita alcanzar con éxito los objetivos principales de la *corporate*.

2.2 Tipos de riesgos

Los principales riesgos, entre otros, a los que hace frente una *corporate* son:



Ilustración 4. Tipología de riesgos

Los tipos de riesgos se pueden dividir, en función de su naturaleza, en riesgos financieros y no financieros.

2.2.1 Riesgos financieros

RIESGO DE MERCADO

Corresponde a las pérdidas económicas ocasionadas por un cambio desfavorable en las variables de mercado, como las acciones, las *commodities*, el tipo de interés o el tipo de cambio.

Este tipo de riesgo es muy común en las *corporates* energéticas debido a las variaciones del interés en las deudas de proveedores y acreedores de tipo variable, en las compras en monedas distintas a la funcional de la compañía, la adquisición de materias primas cotizadas en el mercado...

Se puede hablar de distintos tipos de riesgo de mercado:

- **Riesgo de precio:** exposición de los resultados a movimientos adversos de los tipos de interés, de los tipos de cambio o en los precios de mercado de las *equities* y las *commodities*.

- **Riesgo de volatilidad:** exposición de los resultados a cambios adversos en la volatilidad de los tipos de interés o de los tipos de cambio de las *equities* y las *commodities*.
- **Riesgo de correlación:** exposición de los resultados a cambios en la relación lineal que existe entre factores de riesgo ya sean del mismo tipo o de distinta naturaleza.

A su vez el riesgo de mercado se divide en distintas tipologías según la naturaleza de las variables de mercado que lo provoquen:

- **De tipo de cambio:** pérdidas ocasionadas por el movimiento adverso de los tipos de cambio por la conversión de dichos flujos desde la moneda en la que están definidos a la moneda en la que opera habitualmente la empresa. Cuantos mayores sean los acuerdos comerciales extranjeros, mayor será su exposición por este riesgo.
- **De tipo de interés:** pérdidas ocasionadas por el cambio del tipo de interés. Este tipo de riesgo se puede traducir en:
 - Incertidumbre en los flujos de caja, debido a las deudas contraídas a tipo variable.
 - Incertidumbre en los activos y pasivos financieros, debido a descontar los flujos de caja futuros con los tipos de interés que corresponda en cada momento.
- **De commodity:** pérdidas ocasionadas por la variación de los precios de las materias. La actividad principal de las empresas energéticas se basa en la compra-venta de estos productos, por lo que fuertes oscilaciones pueden tener un gran impacto en su cuenta de resultados.

Un ejemplo fue el suceso de *Société Générale* en 2008, en el cual un trabajador ocultó pérdidas de más de 7 billones de dólares en unos meses. El fraude impactó en las operaciones del banco y en la enorme pérdida en el valor de las acciones, sin olvidar la pérdida de reputación de una de las entidades financieras más renombradas.

RIESGO DE CRÉDITO

Se define como el riesgo que asume inevitablemente la sociedad debido a posibles incumplimientos, por parte de clientes o terceros, de los términos acordados en los contratos de crédito. Junto con el riesgo de mercado suponen los riesgos más relevantes y complejos para una empresa; por eso, se ha producido recientemente un incremento de modelos internos de control y medición de este tipo de riesgos.

El interés por una gestión de riesgos eficiente es sin duda el reporte económico que implica ya que los modelos elaborados prevén el comportamiento de la cartera de clientes con el fin de denegar acuerdos con aquellos que tienen un alto potencial de incumplimiento. Asimismo, permitirá crear una estructura de capital de manera que pueda asumir la insolvencia de los riesgos de créditos asumidos.

Un ejemplo de este tipo de riesgo en el sector energético es el hecho que los particulares no paguen sus facturas de gas y luz.

En los últimos años de crisis y de una subida notable de los precios de la luz, se ha detectado un incremento de la tasa de morosidad, por lo que el interés de las compañías por controlar este riesgo es aún más notable.

Otra preocupación añadida consiste en el cambio del mercado regulado a la liberalización y viceversa. Mientras que la liberalización permite a las empresas gestionar los riesgos (principalmente de crédito) de manera más eficiente, la regulación del mercado implica una mayor exposición a los riesgos.

Actualmente en España, el Banco de España ha adoptado los acuerdos de Basilea II como regulación para las entidades financieras. Este consiste en un conjunto de normas destinadas a controlar el riesgo de crédito y de establecer unos mínimos de fondos propios. Estas recomendaciones establecen un techo para los créditos que puede conceder en función del capital propio de la entidad.

RIESGO DE LIQUIDEZ

Se define como la suspensión de pagos ocasionada por un descuadre entre los flujos de entrada y los flujos de salida, o bien por la no llegada de flujos esperados.

Este riesgo puede surgir de no ser capaz de deshacer una posición de mercado sin influir en su precio (ej. no poder vender una cantidad de crudo sin afectar el precio) o de ser incapaz de saldar sus obligaciones por falta de recursos en efectivo o de financiación.

Es de destacar la diferencia entre iliquidez e insolvencia, esta última corresponde a la falta de activos para hacer frente a sus obligaciones mientras que iliquidez es la imposibilidad de transformar un activo en efectivo.

Un evento que refleja este riesgo es la declaración de insolvencia de *Nueva Rumasa* en 2011 debido a la gran diversificación de sus actividades en el sector inmobiliario, alimentación, hostelero... que le ha llevado a correr un enorme riesgo de liquidez. Así en 2011 la empresa disponía de una gran suma de activos pero la falta de liquidez le impidió responder a los pagos de los proveedores. Finalmente, *Bank in business* compró este entramado empresarial únicamente por el valor de la deuda.

2.2.2 Otros riesgos

RIESGO OPERACIONAL

Una de las definiciones generalmente aceptada viene dada por el acuerdo de Basilea II⁶: *“el riesgo operacional se define como el riesgo de pérdida resultante de una falta de adecuación o un fallo de los procesos, el personal y los sistemas internos o bien de acontecimientos”*. En definitiva, este riesgo representa el riesgo asociado al desempeño de las funciones de la compañía.

En el cálculo de la pérdida se incluye las restituciones o pagos a terceros por los eventos operacionales responsabilidad de la compañía, las penalizaciones regulatorias, daños en los activos fijos, quebrantos o pérdidas de valor de activos; así como el coste de oportunidad asociado al evento.

Hasta hace poco, este tipo de riesgo no se tenía en cuenta ni representaba relevancia desde el punto de vista normativo. Sin embargo, tras la percepción de los órganos reguladores de su importancia, el Comité de Basilea publicó en 2001 un documento de consulta sobre el Nuevo Acuerdo de Capital donde consideró de manera explícita este riesgo por primera vez y expuso los fundamentos para su medición.

En la actualidad, las compañías comienzan a enfocar su atención en controlar el riesgo operacional, por un lado porque en el caso de materializarse pueden ocasionar grandes pérdidas económicas y por otro porque Basilea II en 2004 reconoció la necesidad de calcular requerimientos de capital por riesgo operacional. Es decir, a la hora de definir los recursos de la empresa, es necesario incluir las posibles pérdidas ocasionadas por la materialización de este tipo de riesgo.

Dado que no se puede controlar las eventualidades externas (ej. catástrofes naturales) ya que escapan al correcto funcionamiento de los procesos y máquinas de la empresa; las entidades se centran en mitigar el riesgo operacional en el funcionamiento de sus activos. Y las

⁶ El Comité de Basilea fue creado en 1974 por los gobernadores de los bancos centrales del G-10

grandes sumas económicas debidas a desastres naturales son externalizadas a un tercero bajo la contratación de un seguro.

No obstante, el importe de la pérdida puede verse reducido mediante la recuperación parcial o total de la misma. La recuperación constituye un hecho independiente de la pérdida original y, por tanto, se recomienda que el evento se registre por su impacto bruto, importe previo a la deducción por recuperación, registrándose esta última de forma independiente.

La recuperación puede ser directa (p.ej. ante un duplicado de una transferencia, la compañía recupera la pérdida tras un cierto tiempo cuando se identifica el error) o indirecta, fruto de una negociación o acuerdo previo a la ocurrencia del evento suscrito anticipadamente con un tercero (asegurador).

Un claro ejemplo en el que se manifiesta este riesgo, aparte de los desastres naturales, es el de la existencia de controles inadecuados, que en el caso de las compañías de petróleo y gas pueden ocasionar numerosos accidentes como vertidos de petróleo o fugas de gas. Tampoco es fácil de olvidar, el incendio de la Torre Windsor en 2005 que provocó grandes pérdidas económicas, materiales y de información a todas las empresas que tenían su sede ahí localizadas.

RIESGO DE CUMPLIMIENTO

Corresponde a las sanciones provocadas por el incumplimiento de leyes, normas o reglas establecidas existentes en ese momento. Asimismo incluye la posibilidad de que una de las contrapartes involucradas en el contrato no goce de capacidad legal para ejercer alguna de las funciones estipuladas.

En las grandes *corporates* el riesgo de cumplimiento supone la implantación de una función especialista responsable de su gestión, control y seguimiento.

RIESGO REGULATORIO

Se diferencia del riesgo de cumplimiento en que este se debe al potencial de impacto económico negativo derivado de nuevas regulaciones que conllevan cambios en el modelo de negocio de la sociedad. Por ejemplo, un cambio en la normativa fiscal que afecte a un acuerdo previamente firmado.

El marco regulatorio del sector energético es estricto; sin embargo las autoridades de un país tienen el poder de sancionar, multar, revocar licencias o modificar las áreas de negocio. Estos cambios drásticos e incesantes impactan directamente en los negocios de la compañía, pudiendo llegar a constituir pérdidas económicas.

Por tanto, en un ambiente de grandes cambios regulatorios, se busca minimizar los impactos en su cuenta de resultados que estos podrían acarrear, aumentando el número de controles y políticas de las empresas que aseguren que sus operaciones cumplen la documentación legal.

Un ejemplo de materialización del riesgo regulatorio fue el protagonizado por Repsol YPF en 2006 cuando debido al cambio regulatorio en Bolivia y Venezuela, la petrolera perdió el 25 % de sus reservas mundiales y el 40% de sus activos.

RIESGOS ESTRATÉGICOS Y DE NEGOCIO

El riesgo estratégico se materializa cuando la sociedad no es capaz de generar valor añadido debido a que hay un desequilibrio entre la totalidad de los costes y los beneficios obtenidos; es decir, la pérdida por riesgo estratégico y de negocio se produce cuando los ingresos caen por debajo de los costes.

Este riesgo puede incurrir en la tecnología de la empresa al quedar desfasada, en el cliente cuando cambian sus prioridades, en la competencia cuando emergen nuevos rivales o en el negocio debido a la extrema volatilidad de los ciclos de vida de los productos.

Los riesgos estratégicos y de negocio críticos son más difíciles de gestionar y comunicar de manera eficiente y efectiva en entornos cambiantes (apertura de negocio en nuevos mercados, cambios tecnológicos, etc.) y requieren un enfoque formal. Sin embargo, las compañías bien posicionadas pueden tratarlo a través de la experiencia y habilidades de sus gestores mediante tareas entrenadas y revisadas.

RIESGO REPUTACIONAL

La reputación de una empresa es la consideración social que tienen las identidades relacionadas directamente con ella (clientes, proveedores, empleados, accionistas...) y es consecuencia de la política y comportamiento de dicha empresa a lo largo del tiempo.

Un descuido en las actuaciones de la *corporate* o de alguno de sus empleados puede afectar negativamente a la percepción social de ella y provocar pérdidas económicas o de valor. Por eso, la “mala imagen” supone una verdadera amenaza para algunas empresas. Actualmente la reputación es uno de los principales potenciales de cara al cliente y por tanto el principal motor de su actividad. Por eso su medición y control es una de las formas de asegurar su estabilidad y su futuro.

Por ejemplo, la buena reputación de una empresa puede otorgarle una ventaja competitiva frente a sus competidores; sin embargo, el vertido de petróleo accidental en las costas supone un escándalo social. Como el vertido en 2010 de la petrolera BP tras el cual el valor de las acciones disminuyó un 50%. En definitiva, además de las pérdidas del petróleo vertido, sufrieron una merma de su reputación.

Sin embargo, la reputación es un concepto difícil de medir con fiabilidad y de gestionar y sus consecuencias muy amplias: impacto sobre el valor de la *corporate*, imposibilidad de ejercer la actividad, pérdida de clientes, disminución de la creación de valor, dificultad en el acceso a financiación...

No obstante se han desarrollado métodos que se intentan aproximar desde varios enfoques. Básicamente utilizan índices multifactoriales que incluyen la calidad de administración, el talento de los recursos humanos, vocación por la innovación, compromiso social y eco-ambiental, número de accionistas, transacciones vinculadas, negocios asociados del grupo y calidad de información pública, entre otros.

2.3 Metodologías de identificación y valoración

El riesgo, siguiendo su definición previa, está compuesto de una causa que con cierta probabilidad puede provocar que acontezca un evento, que a su vez tiene un impacto para la compañía.

Es decir, la causa es un hecho con una determinada probabilidad de acaecimiento que, de producirse, desencadenaría el evento de riesgo. Este evento es una situación que en caso de materializarse tiene un impacto económico para la compañía; es decir, es el mecanismo que pone en relación la causa con el impacto. Este impacto puede ser tanto negativo como positivo, ya que la rentabilidad de una empresa no se lleva a cabo sin haber un riesgo asociado; sin embargo se procederá a analizar únicamente el inventario de las posibles pérdidas económicas que se originarían en caso de materializarse el evento.

Sin embargo, los eventos tiene potencialmente múltiples causas; por tanto, es necesario decidir, en función de la facilidad de parametrización de las causas, si se agregan causas entre sí, se dividen los eventos o se llega a una solución mixta.

Por ejemplo, las causas que provocan una variación del tipo de cambio son múltiples y difíciles de parametrizar. Este evento podría desdoblarse en tantos eventos como posiciones tenga abiertas la sociedad (Dólar frente a Euro, Real Brasileño frente a Euro...). Pero en este caso es más eficiente el tratamiento agrupado. De esta manera se evita calcular la probabilidad para cada causa y se modela el movimiento del tipo de cambio en general para estimar su evolución.

En el caso de que existan varias causas asociadas a un evento que puedan medirse de forma independiente, se puede separar el evento generando de esta forma riesgos independientes cuantificables por separado. Por ejemplo, existen múltiples causas que pueden llevar a un cliente/deudor a no atender sus compromisos de pago. Es necesario categorizar estas causas en bloques en los que sea más práctico la medición de la probabilidad de ocurrencia (quiebra de la contraparte, concurso de acreedores, disputa con el proveedor...)

Por último, el impacto de un riesgo podría convertirse en una causa de otro riesgo. En este caso, sería necesario calcular la probabilidad de ocurrencia de esas causas como en el resto de casos. Un ejemplo ilustrativo puede ser que se produjeran daños en los activos fijos de una petrolera por causas diversas (desastre natural, riesgo operacional, fraude externo...). Este evento se traduce en causa del evento del posible corte del suministro de crudo en la refinería.

Una vez llevado a cabo este proceso de identificación de los factores de riesgo⁷ se procede a la medición de los mismos con el objetivo de calcular el impacto acaecido con una probabilidad de ocurrencia.

En la práctica, las metodologías de valoración de riesgos abarcan principalmente los riesgos financieros anteriormente descritos. En las políticas y procedimientos aprobados para el tratamiento del riesgo financiero se tendrían que identificar un conjunto de técnicas utilizables para su medición, que podrían abarcar desde simples cálculos de simulación determinista estática hasta complejas técnicas de simulación estocástica dinámica. Las asunciones e hipótesis utilizadas en la definición de dichas técnicas deberían estar claramente especificadas.

Sería recomendable que las técnicas de medición del riesgo evolucionasen desde enfoques más sencillos hasta metodologías más complejas y sofisticadas que permitiesen afinar más las estimaciones realizadas. Las técnicas utilizadas deberían posibilitar el análisis de los efectos contables y económicos del riesgo. En este sentido, cobra especial relevancia, en el caso de los efectos contables, distinguir a su vez qué parte de los mismos afectarían directamente a la cuenta de resultados.

RIESGO DE MERCADO

Son varios las métricas existentes para el cálculo del riesgo de mercado, entre muchas otras, los más destacados son los siguientes:

- **Value At Risk (VaR):** concepto que refleja la máxima pérdida económica que se puede generar en un determinado horizonte temporal y con un nivel de confianza. Esta pérdida potencial está expresada en una única cifra en una divisa y refleja el riesgo de la cartera por muy compleja que ésta sea. Este valor depende de una estimación estadística alimentada con información histórica del mercado.

⁷ Por ejemplo, los incumplimientos de cada contrapartida es un factor del riesgo de crédito, los retrasos en los cobros y pagos del riesgo de liquidez o precios de activos del riesgo de mercado.

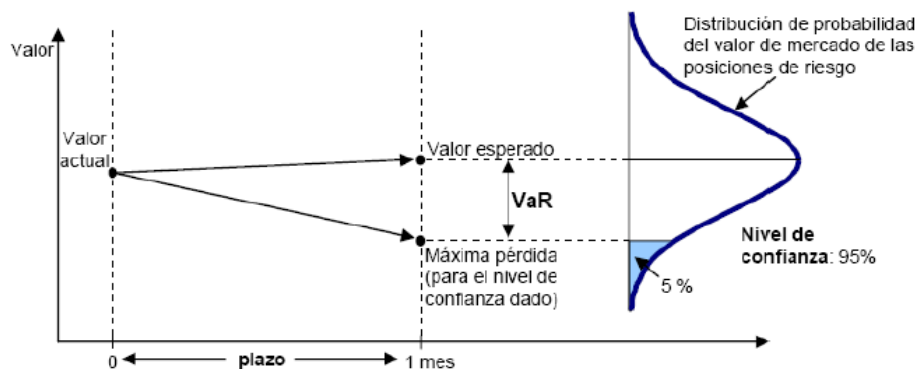


Ilustración 5. Value at Risk

Fuente Management Solutions

En este ejemplo, el VaR ha sido calculado para el periodo de un mes con un nivel de confianza del 95%; esto es, el 95% de las pérdidas futuras serán menores al VaR calculado, mientras que el 5% de los eventos restantes, las pérdidas reales serán superiores que las previstas.

Esta técnica permite ver que cuanto más variable o volátil es el comportamiento de los factores de mercado, mayores son las posibilidades de obtención de un resultado mayor o menor.

Es de añadir que actualmente el VaR se ha extendido a la medición de otros tipos de riesgos como el resultado operativo en riesgo (ROaR).

- **Flujo de caja en riesgo (CFaR):** es una extensión del VaR a las entidades no financieras. Consiste en contemplar las posibles variaciones en los factores de precio hasta un horizonte temporal mayor, incluso aquel en el que se extinguen los contratos. Permite medir las variaciones de *cash flow* que se tendría en caso de que el escenario de precios de los meses bajo estudio sea distinto al esperado.

Describiéndolo de otra manera, se trata de un enfoque que responde a la pregunta de cómo de grande es la desviación entre el flujo de caja actual y el valor planeado (o el usado en los presupuestos) debido a cambios en los factores de riesgo subyacentes.

Para el cálculo de estas métricas es necesario hacer uso de unos modelos estadísticos que se basan en la creación de múltiples escenarios futuros. Estos escenarios se generan para cada factor de riesgo en distintos momentos en el tiempo. Según las hipótesis de su creación, los resultados variarán.

La selección de una metodología para su cálculo no es tarea fácil, la elección puede ser múltiple, pero en la práctica, existen tres métodos básicos:

- **Metodología paramétrica o modelo normal:** parte del supuesto de una distribución y de la estimación de un conjunto de parámetros. Con más detalle, consiste en el cálculo de una matriz donde se detallan las volatilidades y correlaciones entre los diferentes factores de riesgo. El producto de esta matriz por las posiciones distribuidas sobre los factores de riesgo da el resultado del VaR.

Es el método más sencillo e intuitivo; sin embargo no tiene en cuenta los efectos no lineales de riesgo ni los eventos extremos o *fat tails*.

- **Simulación histórica:** se basa en el comportamiento de los factores de riesgo en el pasado y su frecuencia de cambio para establecer un modelo aleatorio. Se asume que cualquier comportamiento presente ya ha tenido lugar en el pasado por lo que cuantas más observaciones se tengan acumuladas, más escenarios se podrán simular. Sin

embargo esta metodología sólo contempla la generación de escenarios para un corto horizonte temporal, por lo general un día.

Esta técnica de medición es muy sensible a los datos históricos utilizados, así se ha demostrado que la convergencia del VaR es fiable a partir de 1000 datos y como máximo para una semana.

- **Simulación de Montecarlo:** se basa en la generación de números aleatorios que sometidos a una serie de operaciones representan posibles valores de los factores de riesgo en el futuro. Estos corresponden a una serie de escenarios generados para un horizonte determinado de tiempo.

A continuación se puede observar un ejemplo del resultado obtenido de una simulación de Montecarlo, para 260 días laborables al año se representan los posibles valores que pueden tomar las variables del estudio en cada caso. De la misma manera que la simulación histórica, cuantas más simulaciones se realicen más preciso será el resultado. Para ello se necesita de una herramienta informática potente con el fin de realizar como mínimo 1000 simulaciones para que el resultado sea fiable.

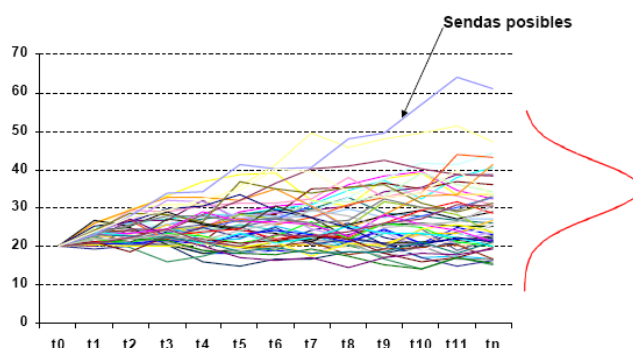


Ilustración 6. Simulación de Montecarlo

Fuente Management Solutions

Una vez generados los escenarios, se halla la distribución de probabilidad que surge de estos.

RIESGO DE CRÉDITO

Como ya se ha definido, el riesgo de crédito es la probabilidad de incurrir en una pérdida económica debido al incumplimiento, por parte de la contraparte, de los pagos debidos a la *corporate*. El interés de las empresas radica en hallar un modelo que les permita saber a priori el comportamiento de su cartera de clientes y por tanto que les permita rechazar o aceptar a un cliente potencial a través del análisis de su perfil.

Para la modelización de riesgo de crédito se utilizan los siguientes conceptos, llamados *inputs* de cálculo de capital:

- **PD** “Probability of default” (probabilidad de incumplimiento): Es la probabilidad de que una contraparte pueda no hacer frente a sus obligaciones en un determinado plazo temporal. Su cálculo radica en el empleo de datos experimentales históricamente registrados o en modelos externos basados en los ratings realizados por las agencias de calificación.
- **EAD** “Exposure at default” (exposición en el momento del incumplimiento): se puede definir como el volumen de riesgo expuesto en el momento de incumplimiento. Las metodologías de cálculo más comunes son la simulación de Montecarlo y la metodología paramétrica.

- **LGD** “Loss given default” (severidad): es el porcentaje final de la EAD que se pierde en caso de incumplimiento, es decir, el porcentaje no recuperado. Para su cálculo se utilizan tanto modelos internos a la empresa, basados en datos empíricos; como modelos externos, basados en coeficientes estimados externamente.
- **WCL** “Worst credit loss” (pérdida con un nivel de confianza c): representa la pérdida con impago de crédito que no será superada con un determinado nivel de confianza y sobre un cierto horizonte temporal. Por ejemplo, un 95% WCL de \$5M significa que la probabilidad de perder más de \$5M es exactamente el 5%. A mayor nivel de confianza, mayor nivel de pérdidas cubiertas.

Si se denota como $f(x)$ una distribución de pérdidas de crédito sobre un horizonte de tiempo cierto (típicamente se emplea 1 año), y denotamos como “c” al nivel de confianza, el WCR se podrá definir analíticamente como $\int_{x}^{\infty} f(x) dx = 1 - c$.

A partir de la función de distribución de pérdidas de crédito, se puede definir la pérdida esperada y la pérdida inesperada.

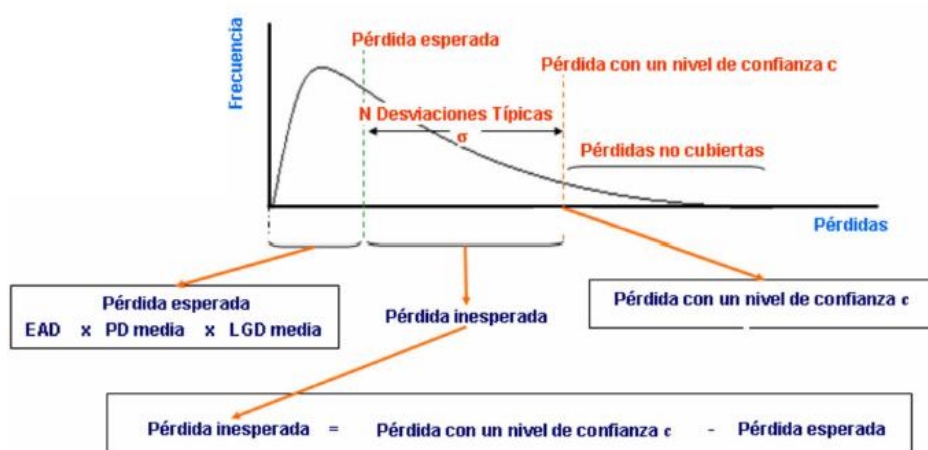


Ilustración 7. Función distribución de pérdidas

Fuente Management Solutions

- **La pérdida esperada:** representa un coste del negocio y refleja lo que se espera perder en promedio. Se puede calcular como el producto de los inputs. $EL = PD \times EAD \times LGD$
- **La pérdida inesperada:** representa una medida de riesgo que refleja que las pérdidas reales pueden ser superiores a las esperadas. Estas pérdidas también pueden ser conocidas como VaR crediticio o Credit VaR y es la diferencia entre la pérdida con un nivel de confianza menos la pérdida esperada.

Una medida intuitiva, homogénea y fácil de utilizar, que permite comparar el comportamiento de la empresa en relación al riesgo que asume es el RAROC. Este ratio se define como el cociente del resultado del ejercicio ajustado por el riesgo entre el capital ajustado por el riesgo:

$$RAROC = \frac{\text{ingresos} - \text{gastos} - \text{pérdidas esperadas} + ROC}{\text{Capital económico}}$$

Donde el capital económico⁸ cubre las pérdidas inesperadas a un nivel de confianza determinado y el ROC (*return on capital*) es el ratio que mide la facilidad con la que la empresa genera valor a partir del capital invertido en el negocio.

RIESGO DE LIQUIDEZ

La falta de liquidez, que impida en un momento determinado realizar los pagos comprometidos, es un riesgo al que están expuestas las *corporates* energéticas en su actividad cotidiana. La medida de la liquidez es la diferencia entre los activos y pasivos de la empresa, denominado gap de liquidez:

- **El gap de liquidez:** proporciona información sobre los requerimientos (déficit) o excesos (superávit) de liquidez para el periodo considerado.
- **El gap de liquidez acumulado:** resulta de la acumulación de los flujos netos resultantes del gap de liquidez para un periodo dado de tiempo.

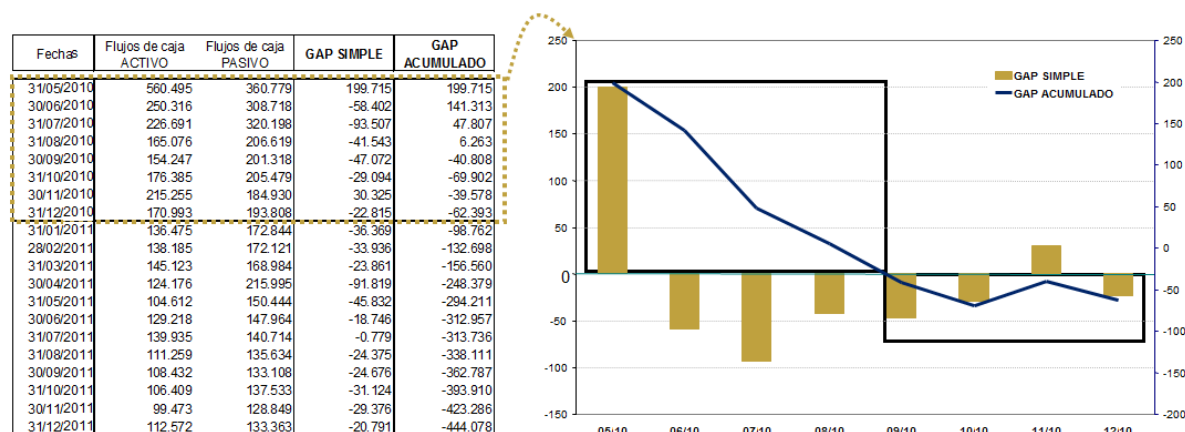


Ilustración 8. Gap de liquidez acumulado

Fuente Management Solutions

A través de este ejemplo, observamos que en cualquier de los dos casos (déficit o superávit) conlleva un impacto negativo a la rentabilidad de la gestión del balance: valores negativos de gap acumulado requieren liquidez inmediata por medio de una financiación, y valores positivos pueden tener impactos en la rentabilidad del balance ya que podrían usar ese exceso de liquidez para invertir.

Sin embargo en el contexto de la gestión de riesgos, el objetivo es establecer niveles mínimos de liquidez que permitan minimizar la posibilidad de que la *corporate* incumpla sus compromisos del pasivo. Esto lleva al establecimiento de límites operativos o ratios de liquidez.

Los avances más recientes se centran en la predicción de los activos, pasivos y su evolución dinámica en el tiempo. Las medidas de este riesgo se pueden clasificar en dos grandes grupos dependiendo de su naturaleza:

- **Medidas estáticas:** miden el riesgo del balance a una determinada fecha, proyectando los flujos, activos y pasivos, para un periodo de tiempo, bajo un escenario predeterminado. Esto permite determinar el gap (superávit o déficit), como la diferencia entre los flujos de caja y como consecuencia se definen las necesidades de financiación y/o venta de activos líquidos que potencialmente serán requeridos a los diferentes plazos.

⁸ Capital económico es el capital que los accionistas de la sociedad querrían dotar para absorber los riesgos a los que está expuesta la compañía.

- **Medidas dinámicas:** modelan en el tiempo las variables de mercado (principalmente CFaR) y los factores de riesgo y su influencia sobre los volúmenes en balance. A partir de estos modelos probabilísticos es posible generar múltiples escenarios que determinen la distribución de los flujos de activos y pasivos.

La implementación de las medidas dinámicas implican un nivel de complejidad y requerimientos de información y cálculo significativamente mayor que las medidas estáticas, proporcionando a cambio una mayor riqueza conceptual y profundidad de análisis.

3. Marco normativo y estándares de control interno

En el contexto de desarrollo de sistemas de ambiente de control de riesgos por las diversas *corporates*, se han creado diferentes estándares internacionales que aportan principios y directrices en la definición del “*Framework*” de control interno.

Se entiende por control interno al conjunto de planes, métodos, procedimientos y otras medidas de una institución, tendientes a ofrecer una garantía razonable de que se cumplan dichos objetivos. Es decir, es una función desempeñada por diversos intervinientes de todos los niveles dentro de la organización de forma coordinada e integrada; por tanto no se trata solamente de manuales de organización y procedimientos.

El control interno no podrá nunca alcanzar la seguridad total pero sí el carácter integral de todo el grupo, de todos los negocios... con el fin de alcanzar los objetivos establecidos. Estos objetivos están orientados en cuatro vertientes:

- **Estrategia:** Objetivos a alto nivel, alineados con la misión final de la sociedad.
- **Operaciones:** Objetivos vinculados al uso eficaz y eficiente de los recursos en el desempeño de las operaciones.
- **Reporting:** Objetivos relacionados con la fiabilidad de la información suministrada.
- **Cumplimiento:** Objetivos relativos al cumplimiento de las leyes y normas.

Es necesario aclarar que el control interno es un proceso; es decir, un medio para alcanzar un fin y no un fin en sí mismo; además las acciones que implica se hayan integradas en el conjunto de procesos básicos de la *corporate* y no meramente añadidas.

Además, el control interno desarrollado difiere del sector económico dependiendo del tipo de riesgos que le afectan con más intensidad. Así el sector financiero dispone de un sistema de gestión estricto centrado en los riesgos de crédito y de mercado; en cambio el sector energético comienza a interesarse por incorporar un buen control interno que integre igualmente al riesgo operacional.

Sin embargo, los estándares que se han creado recientemente buscan establecer unos requisitos básicos y homogeneizar el control interno. La evolución que han sufrido se debe al incremento de los elementos considerados. Se encuentran resumidos en la siguiente línea temporal:

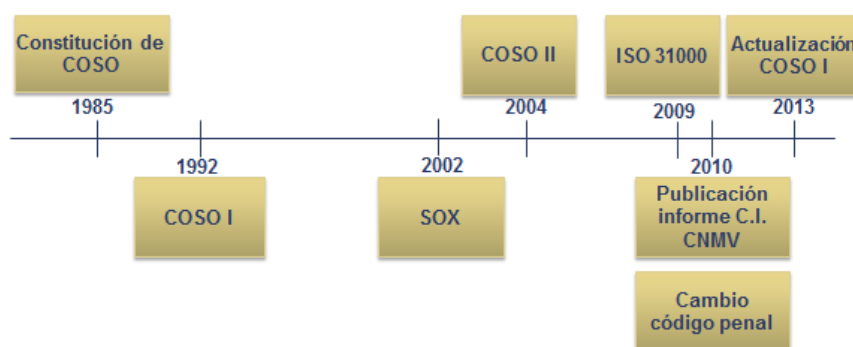


Ilustración 9. Normativa

En cualquier caso, todos ellos se alinean en el establecimiento de un buen control interno que cumpla los siguientes objetivos:

- Obtener la conformidad y seguridad de que los niveles interiores de la organización cumplen con las directrices provenientes de las gerencias o la dirección de la empresa.
- Determinar ineficiencias y errores de sistemas, operaciones y humanos.

- Determinar mejores normas, métodos, instrucciones, procedimientos y sistemas.
- Crear mejores sistemas o métodos de control y reforzar los existentes.
- Generar operaciones más eficientes, seguras y rápidas.
- Determinar y evaluar la mejor utilización de recursos humanos, físicos y tecnológicos.
- Evaluar la efectividad de una gestión, actuación o tarea.
- Lograr que los datos informativos se presenten exactos y oportunos.
- Salvaguardar y custodiar los bienes, valores o patrimonio de la empresa.
- Acrecentar la eficiencia operativa y facilitar que las normas, los procedimientos y los sistemas establecidos se cumplan.
- Comprobar la exactitud y veracidad de los datos suministrados por la contabilidad.
- Prevenir robos, fraudes y desfalcos, y, en el caso que ocurran, que exista posibilidad de descubrirlos y poder cuantificarlos.
- Obtener información adecuada, confiable, eficiente y oportuna para la toma de decisiones.

La aplicación de los principios que proponen, extraídos de las mejores prácticas y recomendaciones, deben ser flexibles a la realidad de la organización, a los principales riesgos, a las herencias organizativas y a otras peculiaridades; y su aplicación deberá hacerse con un esquema claro de prioridades que permitan conseguir una evolución progresiva y asimilable por la organización.

3.1 COSO

En 1985 nace a iniciativa privada *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission* (COSO), quien propone el desarrollo de un marco general de control interno dedicado a la mejora de la calidad de la información financiera a través de códigos de conducta ética, sistemas de control interno y gobierno corporativo.

Este comité orientado en la búsqueda de una guía integrada de control interno está formado por representantes de 5 organizaciones:

- Institute of Management Accountants (IMA).
- The American Accounting Association (AAA).
- The American Institute of Certified Public Accountants (AICPA).
- The Institute of Internal Auditors (IIA).
- Financial Executives International (FEI).

3.2 COSO I

Ante las inquietudes que planteaban la diversidad de conceptos, definiciones e interpretaciones existentes en torno a la naturaleza y el alcance del control interno, se publicó el denominado "INFORME COSO" en 1992. Fue en este informe donde se dio la definición de control interno, incorporando todos los ámbitos de una entidad además del aspecto financiero:

"El Informe COSO define el control interno como un proceso, realizado por la administración, la dirección y el personal de una entidad, diseñado con el objeto de proporcionar un grado de seguridad razonable en cuanto a la consecución de objetivos con respecto a:

- *Eficacia y eficiencia de las operaciones.*
- *Fiabilidad/confiabilidad de la información financiera.*

- *Cumplimiento de las leyes y normas aplicables.”*

Para alcanzar estos objetivos, los siguientes cinco componentes interrelacionados deben estar presentes:

- **Entorno general de control:** se define como el conjunto de circunstancias que enmarcan el actuar de una compañía siendo determinantes del grado en que los principios de control interno imperan sobre las conductas y los procedimientos de la organización.

Incluye aspectos como la filosofía y estilo de la dirección y la gerencia, la estructura, el plan organizacional, los reglamentos y los manuales, los valores éticos, la competencia profesional, el compromiso de todas las personas de la organización...

- **Evaluación de los riesgos de control interno:** involucra la identificación y análisis de riesgos relevantes para el logro de los objetivos y la base para determinar la forma en que tales riesgos deben ser manejados. La autoevaluación debe ser una responsabilidad ineludible para todos los niveles involucrados en el logro de objetivos.

Una vez identificados, el análisis de riesgos incluirá:

- La estimación de su importancia.
 - Una evaluación de la probabilidad de materialización.
 - Una definición del modo en que habrán de manejarse.
- **Actividades de control:** consiste en los procedimientos específicos establecidos para el cumplimiento de los objetivos en todos los niveles de la organización y en cada una de las etapas de la gestión. Los diferentes tipos de control pueden ser:
 - Preventivos.
 - Correctivos.
 - Manuales o automatizados.
 - Gerenciales o directivos.

En todos los niveles de la organización existen responsabilidades de control, y es preciso que los agentes conozcan individualmente cuáles son las que les competen, debiéndose para ello explicitar claramente tales funciones.

- **Supervisión y monitoreo:** aseguramiento de que el control interno funciona adecuadamente a través de dos modalidades:
 - Actividades continuas: aquellas incorporadas a las actividades normales y recurrentes que, ejecutándose en tiempo real y arraigadas a la gestión, generan respuestas dinámicas a las circunstancias sobrevinientes.
 - Evaluaciones puntuales: controles que se aplican esporádicamente y son eficaces.

La naturaleza y el nivel de la documentación requieren mayor rigor cuando se necesite demostrar la fortaleza del sistema ante terceros.

- **Información y comunicación:** Procesamiento y transmisión de la información relevante de tal modo que llegue oportunamente a todos los sectores, permitiendo asumir las responsabilidades individuales dentro del sistema de control interno. Las funciones a realizar deben especificarse con claridad de tal manera que el personal sepa cómo están relacionadas sus actividades con el trabajo de los demás. La información transmitida debe incluir además de los datos generados internamente, aquellos provenientes de actividades y condiciones externas.

Estos componentes deben estar presentes en todas las actividades de la organización de manera aislada (en los distintos niveles) y a su vez buscando los diferentes objetivos establecidos (operativos, reporting y cumplimiento normativo). De tal manera que se establece la matriz siguiente con los tres ejes:



Ilustración 10. Matriz COSO I

Fuente Management Solutions

3.3 SOX

A finales de 2001 las acciones de la gran empresa estadounidense de energía Enron sufrieron un descenso a menos de \$1 lo que supuso la quiebra de la compañía con unos activos ascendentes a \$63,4 mil millones. Un año después tuvo lugar la inevitable bancarrota de WorldCom después de haber estado mantenida a flote por un consorcio de prestamistas. Posteriormente se reveló el gran fraude contable realizado por la empresa al ocultar las pérdidas y las deudas que tenía.

Después de estas dos mayores bancarrotas corporativas de la historia de EEUU, el congreso americano aprobó el proyecto de ley de la Cámara de Representantes No. 3763 y el presidente Bush la firmó y la convirtió en ley de forma inmediata.

Esta nueva ley supone la creación de un nuevo organismo supervisor de la contabilidad y una reforma de la misma; establece nuevas reglas de independencia del auditor-consultor y aumenta las penas criminales por falsedades e incumplimientos. Además añade protección a los inversores, mediante la prevención de fraudes financieros y el aseguramiento de que la información presentada a los mercados es precisa y fiable.

En definitiva, esta ley impone cambios sustanciales que fuerza a cambiar los procedimientos de gobierno corporativo para todas las empresas estadounidenses que cotizan en bolsa, a las empresas extranjeras cotizadas en mercados regulados por la SEC (*Securities and Exchange Commission*) y para sus filiales.

A raíz de los escándalos financieros citados anteriormente, esta ley busca principalmente devolver la confianza pública en la información suministrada al mercado así como incrementar las responsabilidades de la dirección. Además, pretende establecer un modelo de control interno en las sociedades que asegure que estas dispongan de la información relevante sobre sus riesgos.

El contenido de la ley se estructura en 11 títulos. Cada título describe mandatos específicos y requerimientos para los informes financieros de las compañías cotizadas. Las secciones de cada uno están resumidas a continuación:

- **Supervisión de firmas de auditoría:** plasma la creación del organismo PCOAB que realiza las tareas de supervisión de las firmas de auditoría. Este organismo define las normas específicas de los procesos de revisión de las sociedades, reforzando el cumplimiento de los requerimientos de SOX.
- **Independencia del auditor:** con el fin de evitar conflictos de interés, se establece como principio básico la independencia del auditor del consultor, fijando condiciones como la interdicción de auditar a una compañía si sus directivos eran empleados de la firma auditora un año antes. También fija rotaciones de auditores y define requerimientos de información a los auditores.
- **Responsabilidad corporativa:** define la interacción entre los auditores externos y los comités de auditoría delimitando la responsabilidad de los ejecutivos por las inexactitudes de los informes financieros. Por su parte, los ejecutivos *senior* son responsables individualmente de la exactitud e integridad de los mismos.
- **Publicación de información financiera:** describe y aumenta los requerimientos de información para las transacciones financieras, incluyendo transacciones fuera de balance y transacciones de acciones del Consejo. Requiere controles internos para asegurar la integridad de la información financiera publicada.
- **Conflictos de interés de analistas:** incluye medidas destinadas a restaurar la confianza del inversor en los informes publicados por los analistas financieros. Para ello define códigos de conducta como restricciones en la compra y venta de acciones relacionadas con los planes de pensiones, préstamos personales... y requiere la publicación de los posibles conflictos de interés.
- **Recursos y autoridad de la comisión:** define las prácticas para restablecer la confianza del inversor en los analistas de título. Asimismo, establece las competencias de la SEC para censurar o prohibir a los profesionales el ejercicio de su actividad.
- **Estudios e informes:** documentación de los efectos de la consolidación de firmas públicas, el rol de las agencias de rating de crédito en las operaciones de mercado y del análisis de la situación financiera con el fin de evitar fraudes.
- **Responsabilidad corporativa y fraude contable:** describe las penas específicas por manipulación, destrucción o alteración de datos financieros u otras interferencias en investigaciones.
- **Penas por crímenes de gestores:** añade penas contra los delitos y conspiraciones de directivos así como las sentencias judiciales.
- **Declaraciones fiscales:** indica que el jefe ejecutivo debe firmar la devolución de impuestos de la compañía.
- **Fraude corporativo:** considera el fraude corporativo y la manipulación como ofensas delictivas que pasan a formar parte del ámbito de las penas específicas. Además, la SEC queda habilitada para congelar temporalmente el pago de transacciones estimadas como “de elevado importe” o “inusuales”.

METODOLOGÍA

La puesta en marcha del sistema SOX debe abordarse con el objetivo de reaprovechar los elementos ya existentes en otros modelos de control de la compañía como los manuales de procedimientos, sistemas de aseguramiento de la calidad o los planes de auditoría interna.

En este sentido, es necesario documentar el marco de control interno en general y más precisamente los procesos identificados, los riesgos detectados y los controles establecidos, los sistemas de información y comunicación, las deficiencias encontradas y las recomendaciones propuestas durante la supervisión y los procedimientos de seguimiento de dichas acciones recomendadas.

A partir de esta información y mediante reuniones periódicas con los responsables del proceso, se desarrolla un flujograma del proceso, incluyendo las diferentes áreas del negocio participantes, y un documento descriptivo. El objetivo es la descripción de procesos y subprocesos como un reflejo fiel de la realidad así como de los posibles riesgos y controles asociados al proceso. También se incorpora el detalle del soporte tecnológico, con especial interés en los controles automáticos que vuelcan información sobre las operaciones a los sistemas contables.

Es de remarcar la importancia de esta base de datos creada, ya que servirá de soporte a las evaluaciones trimestrales y anuales de la dirección, así como al auditor externo; además supone una centralización de las valoraciones periódicas de los controles.

El procedimiento parte de la recopilación de la información relevante de las sociedades de la *corporate* para proceder a un análisis detallado del mismo. A partir de esta información se construye el modelo de los procesos de sus actividades para a continuación asociar los riesgos que pueden generar errores o pérdidas económicas. El paso final consiste en describir los controles para mitigar los riesgos descritos en cada proceso. Todos estos pasos deben de ir acompañados de su respectiva documentación.

La descripción del modelo de controles incluye aspectos como:

- **Tipología del control:** el control puede ser preventivo (impide que el riesgo se materialice), detectivo (detecta el riesgo), reactivo (limita o reduce el impacto del riesgo).
- **Grado de automatización del control:** el control puede ser automático, semiautomático o manual.
- **Grado de criticidad del control:** el control puede ser clave (actúa como último control que detecta el riesgo) o no clave (mitiga el riesgo pero no es el último control).
- **Frecuencia del control**
- **Evaluación de la efectividad:** el control puede tener una efectividad débil, limitada o fuerte.
- **Valoración global de la efectividad de los controles:** esta evaluación puede estimar que el conjunto de los controles son efectivos, necesitan mejorar a través de un plan de acción o bien no resultan efectivos para la mitigación del riesgo y es necesario realizar un plan de acción.
- **Responsable:** se indica el responsable de supervisar el control.

En paralelo, SOX estipula la necesidad de asegurar que las actividades de control sean testadas periódicamente para valorar su efectividad. En caso contrario se desarrollan nuevos procedimientos de control o planes de acción que aseguren el cumplimiento de los requerimientos de SOX.

RELACIÓN COSO/SOX

La certificación en SOX no implica necesariamente que se esté aplicando de forma adecuada y en toda su profundidad el modelo interno propugnado por COSO (sí en fiabilidad de la información financiera pero no necesariamente en el resto de objetivos) ya que para el cumplimiento de SOX es necesario contar con un Marco General de Control Interno que incorpore criterios objetivos para que sean medidos y evaluados.

Sin embargo, la aplicación adecuada del modelo COSO y específicamente sobre el objetivo de fiabilidad de la información financiera, conlleva necesariamente la adecuada aplicación de SOX. Así lo manifestó el SEC cuando estableció como referencia para la adecuada aplicación de SOX el seguimiento de los estándares de COSO.

3.4 COSO II

En línea con los estándares precedentes, COSO II también conocido por ERM-COSO se define como un proceso en el que deben estar involucrados el Consejo de Administración, la dirección y el resto de personal de la compañía. Está diseñado para la identificación y gestión de los riesgos, de tal manera que se asegure de modo razonable la consecución de los objetivos establecidos por la organización. Este marco provee:

- La definición de la gestión de los riesgos corporativos.
- Los principios críticos y componentes de un proceso efectivo de gestión de riesgos corporativos.
- Pautas para las organizaciones sobre cómo mejorar su gestión de riesgos.
- Criterios para determinar si la gestión de riesgos es efectiva y si no lo es, lo que se necesita para serlo.

RELACIÓN COSO I / COSO II

En cuanto a los objetivos establecidos por la *corporate*, COSO I los clasifica en las tres categorías mencionadas anteriormente (operaciones, *reporting* y cumplimiento normativo) mientras que COSO II adiciona una categoría más (estratégicos) al considerar la existencia de riesgos corporativos a la hora de definir e implementar la estrategia empresarial. No obstante, el objetivo de *reporting* de COSO II es más amplio que el considerado por COSO I que se circunscribe únicamente al *reporting* financiero.

En lo que respecta a los componentes, COSO II desglosa los dos primeros (entorno de control y evaluación de riesgos) en cinco componentes con el fin de considerar aspectos que van más allá del control interno: la implementación de la estrategia empresarial, el análisis del apetito de riesgo y la tolerancia al riesgo.

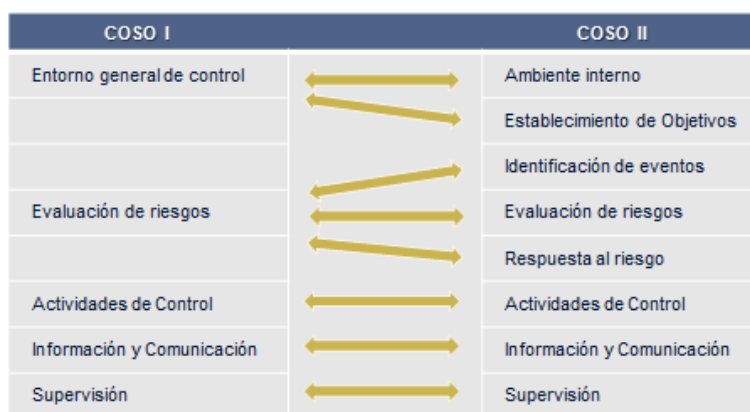


Ilustración 11. COSO I vs COSO II

- **Ambiente interno:** es la base creada a partir de la filosofía de la gestión de riesgos sobre la que se sitúan el resto de elementos. Representa la concienciación del personal respecto del riesgo y la necesidad del control del mismo, las actitudes que caracterizan cómo la entidad considera el riesgo en las actividades, sus valores...
- **Establecimiento de objetivos:** considerando el apetito al riesgo que la *corporate* tiene y está dispuesta a asumir.

- **Identificación de eventos:** teniendo presente los objetivos a alcanzar, se deben identificar los posibles acontecimientos, internos o externos, que impidan la consecución de los objetivos.
- **Evaluación de riesgos:** con el fin de establecer el efecto que determinados eventos pueden tener en la consecución de los objetivos, se deben evaluar los riesgos desde una doble perspectiva de su impacto económico y de la probabilidad de ocurrencia de los mismos.

La evaluación se centrará primero en el riesgo inherente, el riesgo existente antes de establecer mecanismos para su mitigación y después en el riesgo residual, el que existe después de implantar medidas de control.

- **Respuesta al riesgo:** identificar y evaluar las posibles acciones a realizar en caso de ocurrencia del riesgo, considerando el coste-beneficio de las posibles acciones.
- **Actividades de control:** consiste en políticas y procedimientos necesarios para asegurar que la respuesta al riesgo se realiza y ha sido la adecuada. Estas actividades de control deben realizarse en toda la organización, a todos los niveles y en todas sus funciones.
- **Información y comunicación:** la adecuada información es necesaria a todos los niveles de la organización, se necesita para ello un correcto tratamiento de los datos históricos y actuales.
- **Supervisión:** la metodología implantada debe ser monitorizada para asegurar su correcto funcionamiento y la calidad de sus resultados.

La interrelación de los cuatro objetivos de la *corporate* con los ocho componentes aplicado en todos los niveles de la organización resulta la siguiente matriz:



Ilustración 12. Matriz COSO II

Fuente Management Solutions

El marco COSO II no pretende reemplazar el marco de COSO I, simplemente es más amplio. No obstante, determinadas *corporates* pueden decidir implantar el marco COSO y no considerar COSO II.

3.5 ISO 31000

El *International Organization for Standardization* (ISO) es un organismo mundial de estándares que regula la fabricación, el comercio, la comunicación... con el objetivo de mejora

continúa otorgando seguridad a las personas y organizaciones. Partiendo de que se trata de un organismo gubernamental que depende de otro organismo internacional, sus normas son voluntarias; es decir, no puede imponer las normas a ningún país.

El ambiente de control que han sido desarrollados por una *corporate* difiere mucho del resto, incluyen diferentes tipos de riesgos, áreas de negocio y niveles. Por eso esta norma ISO 31000 proporciona los principios y líneas generales para que el *Risk Management* (RM) sea eficaz, sin ninguna pretensión de unificarlo a lo largo de las organizaciones. Porque el *framework* a implantar en una *corporate* debe ser fruto de un estudio y diseño individualizado que incluya los aspectos específicos de ella.

Los principios generales para que el RM sea efectivo en una organización deben ser integrados en la totalidad de niveles, son los siguientes:

- RM crea y protege el valor añadido.
- RM forma parte del conjunto de procesos de la *corporate*, tanto organizativos como estratégicos.
- RM ayuda a tomar decisiones, priorizar acciones y elegir entre diferentes vías de acción.
- RM explicita las incertidumbres con el fin de identificarlas y tenerlas en cuenta en los planes de acción.
- RM es sistemático, estructurado y puntual con el fin de otorgar eficiencia y consistencia.
- RM está basado en una base de información fiable que comprenda datos históricos, experiencias, *feedback* de los *stakeholders*, observaciones y juicio experto.
- RM está personalizado con el contexto interno y externo de la organización.
- RM es transparente e incluye la representación de los *stakeholders* en la gestión de riesgos.
- RM es iterativo y dinámico al cambio con el fin de estar actualizado.
- RM facilita la mejora continua de la organización.

Estos principios se pueden aplicar a cualquier tipo de organismo, público o privado, asociación, grupo o individual dedicado a cualquier sector económico y una gran variedad de actividades: estrategias, decisiones, operaciones, procesos, funciones, proyectos, servicios y evaluaciones.

La relación entre los componentes del *framework* para la gestión de riesgos consiste, en un principio, en su diseño a partir del contexto de la organización para crear la política de RM y establecer el *reporting* interno y externo que recoja la información relevante. Todo ello deberá formar parte de las actividades de la sociedad así como de los planes organizacionales y estratégicos.

A continuación se procede a su implementación bajo un plan de acción que respete los requerimientos legales, que incluya cursos de formación para su aceptación y que tenga la aceptación de los *stakeholders*.

Para asegurar que RM sea efectivo y continúe su función de dar soporte es necesario:

- Medir los riesgos con una base de indicadores.
- Medir periódicamente las desviaciones con respecto al plan establecido.
- Revisar periódicamente que las políticas establecidas y el plan de RM sean todavía apropiados.
- Ofrecer un informe del progreso alcanzado con respecto al plan inicial.
- Revisar la efectividad del RM.

A partir de los resultados obtenidos de esta monitorización, las futuras decisiones se basarán en el modo de mejorar el *framework*, políticas y planes.

Este procedimiento queda resumido en la siguiente ilustración:

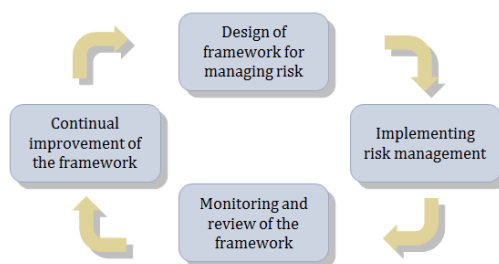


Ilustración 13. Procedimiento ISO 31000

El éxito del RM dependerá del grado de efectividad de las actividades del plan del *framework* establecido y del nivel de integración y personalización del mismo.

3.6 CNMV

La Comisión Nacional del Mercado de Valores publicó el 18 de febrero de 2010 un documento consultivo, elaborado por un grupo de trabajo de expertos, sobre los principios y prácticas de referencia que consideran deben explicarse en el control interno sobre la información financiera en las empresas cotizadas en España.

La principal novedad aportada por el documento reside en que por primera vez se asimilan en la normativa española los requisitos de control interno de las normativas citadas anteriormente y los estándares de referencia en el mercado. Por tanto estos requisitos afectan a todas las empresas cotizadas en España, y en menor medida a aquellas que coticen en otros mercados internacionales en los que dichos requisitos ya estén en vigor.

En términos generales, se detallan 30 principios y buenas prácticas recomendadas, basadas en su mayoría de los reconocidos informes COSO.

Desde el punto de vista del control interno de la información financiera, en este documento se enfatizan los siguientes elementos:

- Las entidades cotizadas están obligadas a ofrecer mayor información en su Informe Anual de Gobierno Corporativo (IAGC)⁹ describiendo su modelo de control interno de información financiera.
- El Comité Auditoría deberá supervisar tanto el funcionamiento eficaz y real de los mecanismos de control sobre los que la *corporate* informa a los mercados, como la actividad de auditoría interna.
- Se invita a las *corporates* a implicar a su auditor externo en la revisión con alcance limitado del sistema de control interno. El auditor está obligado a comunicar a la dirección y al comité de auditoría o a los administradores de la entidad las debilidades significativas del sistema de control interno identificadas.

SCIIF

A propuesta de la CNMV se ha constituido un Grupo de Trabajo de Control Interno (GTCI) sobre la información financiera, con la finalidad de elaborar un conjunto de recomendaciones acerca del Sistema de Control Interno sobre Información Financiera (SCIIF).

⁹ El concepto de gobierno corporativo se refiere al conjunto de principios y normas que regulan el diseño, integración y funcionamiento de los órganos de gobierno de la empresa, como son los tres poderes dentro de una sociedad: los Accionistas, Directorio y Alta Administración.

Los trabajos se han centrado en conseguir tres objetivos básicos:

- Revisar el marco regulatorio español en materia de control interno sobre la información financiera, comparándolo con otros países, para proponer los cambios necesarios que contribuyan a su mejora.
- Establecer un marco de referencia de principios y buenas prácticas relativas a los SCIIF, incluyendo la supervisión de su funcionamiento.
- Contribuir a mejorar la transparencia de la información que las empresas cotizadas difunden a los mercados de valores sobre su SCIIF.

Los principales resultados del GTCI se materializan en una propuesta de desarrollo normativo en materia de SCIIF el cual invita a aplicar un marco de referencia compuesto de un conjunto de principios generales y buenas prácticas de control interno. También incluye una guía de preparación del SCIIF, unas pautas de actuación para las labores de auditoría sobre el mismo y un modelo con los procedimientos para la revisión por el auditor externo.

El ambiente de control empieza en la Alta Dirección, la cual influye a través de sus propias acciones en el resto de la organización, con el establecimiento de un código de conducta y unos adecuados comportamientos, y en el diseño y comunicación efectiva de políticas y procedimientos.

Sin embargo, entre los responsables dentro de una compañía del proceso de generación del SCIIF además de la Alta Dirección, encargada de su diseño, implantación y funcionamiento, se encuentra el Consejo de Administración, responsable principal de la existencia de un SCIIF adecuado y eficaz y el Comité de Auditoría, el órgano encargado de supervisar el SCIIF y la presentación de la información financiera.

Se recomienda además que se disponga de una función de auditoría interna que ayude a evaluar la eficacia del SCIIF, informe periódicamente de las debilidades detectadas durante la ejecución de su trabajo y del calendario asignado a las medidas propuestas para su corrección.

El SCIIF debe proporcionar una seguridad razonable sobre la fiabilidad de la información financiera que las empresas cotizadas difunden en los mercados de valor. Para ello, los elementos de un sistema de control interno (entorno de control, evaluación de riesgos, actividades de control, información y comunicación y supervisión) deben estar coordinados y operar de forma conjunta para prevenir, detectar, compensar, mitigar o corregir errores, con impacto material o fraudes en la información financiera.

De este modo, la información a proporcionar a los mercados de valores sobre el SCIIF debe tener carácter anual y estar referida al ejercicio al que corresponde el informe financiero anual. Sin perjuicio de la necesidad que tiene la *corporate* cotizada de mantener en funcionamiento el sistema de forma continua, de modo que se tenga una seguridad razonable de que la información contenida en los cierres intermedios es fiable.

Cuando el sistema está razonablemente diseñado y sus elementos funcionan de manera adecuada, se puede considerar que es eficaz y proporciona una seguridad razonable de que la información financiera se prepara de forma fiable. No obstante, una debilidad manifestada en un elemento no implica necesariamente que el sistema de control interno sea inadecuado, siempre que esté compensada o mitigada por el efecto de otros elementos. Por tanto, evaluar la eficacia de un SCIIF requiere analizar una amplia variedad de aspectos y formas de actuación en la organización, lo que exige, a su vez, altas dosis de juicio profesional.

Por último, un elemento esencial que debiera estar presente en el SCIIF es el compromiso de los empleados de desempeñar sus funciones eficazmente y comunicar al nivel adecuado cualquier problema en las operaciones, así como comportamientos contrarios a valores éticos, políticas internas y normativas aplicables.

3.7 Código penal

El 22 de junio de 2010 tuvo lugar la modificación del código penal de la Ley Orgánica del 23 de noviembre de 1995. Por primera vez en la historia del derecho penal español, se contempla la responsabilidad de la persona jurídica. A partir de este momento las empresas adquieren derechos y contraen obligaciones; esto es, la capacidad para poseer bienes y en consecuencia ejercitar acciones judiciales.

“Se regula de manera pormenorizada la responsabilidad penal de las personas jurídicas. Son numerosos los instrumentos jurídicos internacionales que demandan una respuesta penal clara para las personas jurídicas, sobre todo en aquellas figuras delictivas donde la posible intervención de las mismas se hace más evidente [...]. Esta responsabilidad únicamente podrá ser declarada en aquellos supuestos donde expresamente se prevea.

Para la fijación de la responsabilidad de las personas jurídicas se ha optado por establecer una doble vía. Junto a la imputación de aquellos delitos cometidos en su nombre o por su cuenta, y en su provecho, por las personas que tienen poder de representación en las mismas, se añade la responsabilidad por aquellas infracciones propiciadas por no haber ejercido la persona jurídica el debido control sobre sus empleados, naturalmente con la imprescindible consideración de las circunstancias del caso concreto a efectos de evitar una lectura meramente objetiva de esta regla de imputación.

Se deja claro que la responsabilidad penal de la persona jurídica podrá declararse con independencia de que se pueda o no individualizar la responsabilidad penal de la persona física.”

Como consecuencia, las *corporates* van a procurar establecer un modelo de prevención de delitos con el objetivo de verificar el adecuado funcionamiento de las actividades de control y si es necesario, efectuar mejoras. Ya que las empresas podrán evitar esta responsabilidad o suponer un atenuante si tienen modelos de organización, administración y supervisión para prevenir tales delitos.

3.8 Actualización COSO I

Frente a los cambios significativos en el entorno empresarial caracterizado por una mayor globalización de los mercados, complejidad de los negocios, y por tanto de los riesgos asociados; se han establecido expectativas más exigentes de supervisión y de detección de fraudes así como mayores exigencias de las leyes y regulaciones.

Por ello COSO ha actualizado sus objetivos para incorporar mejoras al informe publicado en 1992. La definición de Control Interno, los tres objetivos, los cinco componentes y sus requerimientos permanecen intactos. Sin embargo, se han añadido 17 principios que consideran cambios operativos en el negocio y en los entornos regulatorios. También se ha ampliado el objetivo de información financiera para incluir otras formas importantes de información.

4. Gestión integral de riesgos

Como se ha indicado previamente, se está observando una evolución generalizada de los modelos de gestión y control del riesgo, con el objetivo de adecuarlos a la situación actual y garantizar la robustez y la supervivencia de las sociedades a largo plazo. Esta evolución viene regulada tanto por organismos supranacionales (p.ej: EBA, BIS) como por reguladores locales (p.ej: FSA).

Reino Unido ha sido pionero en la publicación de guías sobre gobierno corporativo de riesgos *enterprise-wide* y muestra un elevado grado de avance; siendo el documento de mayor impacto el GL-44 de la EBA.

En Cambio, la Autoridad Bancaria Europea (EBA) redactó una guía para corregir las prácticas defectuosas de los gobiernos internos o los fallos identificados en la crisis financiera que estalló en 2008. Consecuentemente, se añadieron a la guía directrices sobre el funcionamiento y la composición del órgano de dirección, las cualificaciones, el nombramiento y la sucesión de sus miembros, así como principios mejorados sobre la función de control de riesgos.

Por su parte, *Basel Committee on Banking Supervision* (BCBS) consiste en un comité bajo la supervisión del *Bank for International Settlements* (BIS), la organización financiera internacional más antigua que supervisa y regula los principales desafíos bancarios a nivel global. Esta organización formada por representantes de los bancos centrales de los principales países del mundo, buscan regular la adecuación del capital internacional así como mejorar la necesaria función de supervisión.

No obstante la posición de todos ellos es convergente y apunta hacia una mayor organización, control e independencia de riesgos con el objetivo de “situarse en un punto intermedio, obteniendo un equilibrio entre rentabilidad y riesgo que permita aumentar el valor para el accionista”.

Ello implica que todas las áreas de la corporación deben estar involucradas directa o indirectamente en la gestión de riesgos, definiéndose la estructura organizativa en sintonía con esta filosofía.

En líneas generales, el trabajo es diagnosticar y definir la situación objetivo de la sociedad en materia de *Enterprise-wide Risk Management*, partiendo de información interna y de un *benchmark* de mejores prácticas.

De esta manera se procede a un análisis de la situación actual del Gobierno, la Organización y el *Risk Framework*; a continuación se define la situación objetivo para disponer de un *Risk Framework* en línea con las mejores prácticas de entidades internacionales comparables (*benchmark*) y adecuado a la realidad de la compañía. Finalmente se analiza el gap de la situación objetivo respecto a la situación actual y se define el plan de acción para llegar a la situación deseada, dimensionando los proyectos y priorizando actuaciones en una matriz de decisiones.

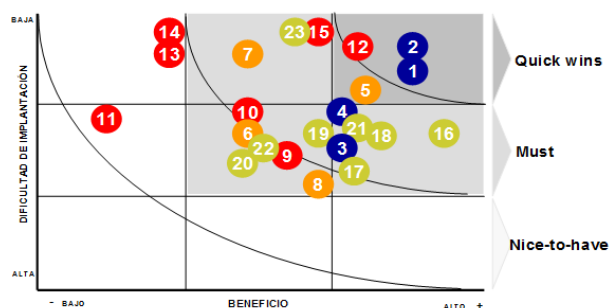


Ilustración 14. Matriz de decisiones

Todo ello requiere reuniones de la Alta Dirección con los diferentes responsables de las áreas involucradas y de los proyectos lanzados, así como la documentación necesaria que recoja las descripciones de ambas situaciones, el análisis hecho y las conclusiones a las que se ha llegado.

Los principios básicos para la gestión de riesgos son los siguientes:

- **Dirección y comité de riesgos:** constitución de una Función de Riesgos independiente de las funciones de negocio, que cuente con una Dirección General propia, un Comité de Dirección de Riesgos que analice periódicamente la exposición al riesgo y Comités Específicos para cada tipología de riesgos.
- **Áreas especialistas:** soporte a la Dirección General de Riesgos en la toma de decisiones por parte de Áreas Especialistas en cada uno de los riesgos y a la gestión global del portafolio a través de un Área de Gestión Integral de Riesgo.
- **Políticas de procedimientos:** documentación de un Manual de Políticas y Procedimientos Corporativos, cubriendo aspectos como funciones, responsabilidades y competencias; identificación, medición, control y gestión de riesgos; fijación de límites y *reporting*.
- **Segregación de responsabilidades:** mitigación de potenciales conflictos de interés en los procesos de toma de riesgos y en los de tratamiento de riesgos a través de una segregación de responsabilidades.
- **Aplicación sobre una base consolidada:** implementación de las políticas y procedimientos para la gestión del riesgo financiero sobre la totalidad de riesgos del Grupo, salvo si existieran obstáculos legales u operativos relativos a filiales o unidades de negocio.
- **Límites operativos:** establecimiento de límites operativos coherentes con el perfil de riesgo de la corporación y fijados en los mismos términos que las medidas de medición de los riesgos. Revisión periódica de la estructura de dichos límites y especificación de procedimientos de actuación en caso de sobrepasarse.
- **Técnicas de medición del riesgo:** constitución y especificación de metodologías para la estimación y medición del riesgo, así como sus consecuencias económicas y contables en la Corporación.
- **Técnicas de stress-test y back-test:** utilización de técnicas que midan la vulnerabilidad de la Corporación ante escenarios de tensión de los factores de riesgo (stress-test), y controles ex-post (back-test), para la revisión de los límites operativos.
- **Sistemas de información de gestión:** disponibilidad de sistemas que recopilen información sobre cambios en los factores de riesgo y su impacto económico y contable en la Corporación.
- **Información de gestión:** elaboración de información por parte de una Unidad Funcional Corporativa de Riesgos Financieros sobre los riesgos financieros a los que esté expuesta la Corporación y el cumplimiento de las políticas y procedimientos aprobados por el Comité de Riesgos.

4.1 Gobierno

Para la definición y seguimiento de la gestión integral de riesgos es necesario un robusto modelo de gobierno con responsabilidades muy delimitadas y dotadas de personas con perfiles técnicos y de negocio.

El Consejo de Administración (o por delegación, su Comisión Ejecutiva) debe promover la constitución de una Función de Riesgos que asesore al Consejo en todas las cuestiones de

riesgos de alto nivel con total independencia de las funciones de negocio o tomadores de riesgo. Se trata del *Board Risk Committee* (BRC), un órgano principalmente consultivo, presidido por un NED (*non-executive director*) y compuesto en su mayoría por NED's igualmente independientes de la empresa. También incorpora la figura del CEO (*chief executive officer*), miembro o no del comité pero que participa en las deliberaciones; CRO (*chief risk officer*), miembro imprescindible del comité y CFO (*chief financial officer*) quien debe ser miembro o participante del comité.

Las funciones que desempeña son las siguientes:

- Aprobación del *Risk Framework*, que debe ser ratificado por el Consejo de Administración.
- Asesoramiento al Consejo en relación con apetito y límites globales, y en operaciones singulares de adquisición o venta.
- Supervisión de los mecanismos de control de riesgos.
- Revisión de aspectos relevantes escalados por el CRO.
- Transmisión de una cultura corporativa de riesgos.
- Presentación del Informe Anual de Gobierno de Riesgos.
- Su veto es vinculante.

Además del BRC también se recomienda la existencia de otros comités, cuya composición se encuentra menos regulada, como por ejemplo:

- **Comité de Auditoría:** procede a la supervisión de los auditores internos y externos, la aprobación de la contratación, remuneración y despido, aprobación del proceso de *reporting* financiero y la certificación de que la Alta Dirección toma acciones correctivas cuando y como es necesario.
- **Comité de Remuneración:** se encarga de la supervisión del diseño y la ejecución del sistema de remuneración así como de la certificación de que el sistema de remuneración es consistente con la cultura de la sociedad.
- **Comité de Nombramientos y RRHH:** supervisa las políticas de RRHH, evalúa el desempeño del Consejo y de la Alta Dirección y recomienda nuevos miembros del Consejo y de la Alta Dirección.
- **Comité de Compliance y Ética:** certifica que la *corporate* tiene suficientes medios para cumplir con la regulación y supervisa la acción de *Compliance*.

Así la estructura del Consejo de Administración quedaría resumida así:

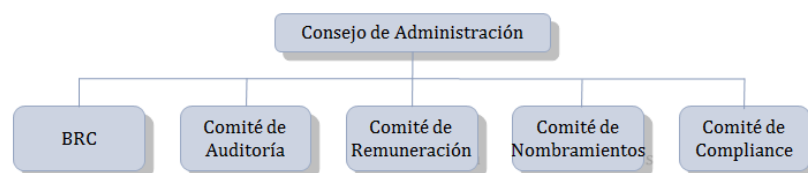


Ilustración 15. Organigrama del gobierno corporativo

En paralelo se sitúa la Alta Dirección, ejecutivos que proceden al seguimiento del desempeño de la sociedad en materia de riesgos. Con más precisión, revisan y aprueban periódicamente las bases de los planes de acción y mapa de riesgos. No es de menospreciar sus programas de desarrollo de cultura corporativa y sensibilización de la necesidad de gestión de riesgos.

4.2 Organización de riesgos

La estructura que vertebra la organización de riesgos está organizada en tres líneas de defensa.

Tabla 1: Tres líneas de defensa

	1ª Línea de acción	2ª Línea de acción	3ª Línea de acción	Externo
	Risk Management	Risk Control & Oversight	Risk Audit	Auditoría externa
FUNCIONES	Identificar, medir, evaluar, monitorizar, mitigar y reportar los riesgos en la ejecución de las operaciones.	Revisar de forma independiente que se cumplen las políticas y procedimientos establecidos para la gestión del riesgo, así como validar los modelos y metodologías.	Revisar de forma independiente los procesos para asegurar que existe una función efectiva de gestión y control del riesgo implantada en la entidad.	
RESPONSABLES	Unidades de Negocio, Unidades de Gestión de Riesgos, Finanzas.	Control Interno, Validación Interna, otras unidades de Riesgos.	Auditoría Interna. Control Interno.	

La primera línea corresponde a las diferentes áreas de negocio, en la que cada trabajador o responsable sigue diariamente unas directrices en la operativa de gestión de riesgos.

Sus funciones específicas quedan resumidas en las siguientes:

- Elaborar los planes de negocio.
- Identificar los riesgos a los que se expone el negocio en su operativa.
- Realizar mediciones de la exposición al riesgo.
- Identificar necesidades y solicitar capacidad (en términos de capital, liquidez, límites, etc.) para tomar riesgos.
- Monitorizar periódicamente la evolución de los riesgos identificados.
- Implementar medidas mitigantes sobre los riesgos que superen un determinado umbral de alerta.
- Reportar los riesgos en la ejecución de las operaciones.

Las unidades de gestión de riesgos también actúan en la primera línea de defensa.

Sus funciones específicas quedan resumidas en las siguientes:

- Desarrollar las políticas propias de su dominio (gestión del riesgo) y procedimientos.
- Desarrollar el modelo de control de acuerdo con las directrices de la 2ª línea.
- Colaboración con IT en el desarrollo e implantación de herramientas de gestión.
- Elaborar especificaciones y coordinar con IT el desarrollo de sistemas de información de riesgos.
- Colaborar, en caso de ser necesario, en el *reporting* externo.
- Propone los límites a utilizar en la gestión de la definición del apetito.
- Ejecuta el control de primer nivel (aseguramiento del cumplimiento de las políticas).

La segunda línea, son las unidades supervisoras de riesgos dentro de cada área de negocio, verificando la implantación de las prácticas de gestión de riesgos y proporcionando asesoramiento para la mejora continua.

Sus funciones específicas quedan resumidas en las siguientes:

- Verifica la adecuada ejecución del control de primer nivel comprobando la existencia de mecanismos de control y su definición acorde a políticas, y garantiza el cumplimiento del *Risk Framework*.
- Colabora con el CEO y los gestores de riesgo en la definición del apetito al riesgo y límites globales y en el asesoramiento al Consejo para su aprobación.
- Consolida la información de riesgos, realizando el *reporting* de Riesgos a nivel interno y externo.
- Vela por las mejoras en la gestión de riesgos con foco en los ámbitos en los que se hayan vulnerado políticas y límites.
- Identifica posibles riesgos emergentes y cambios en el perfil de riesgo de la *corporate*.
- Verifica la adecuada implementación del *Risk Compensation Framework* y de los criterios establecidos para la remuneración de los responsables de negocio.
- Realiza la función de validación interna y el seguimiento de recomendaciones del supervisor, auditoría interna, etc.

Por último, la tercera línea de defensa son el conjunto de departamentos dedicados expresamente al control interno y ambiente de control con funciones de contraste independiente de la ejecución de todas las anteriores. Mediante auditorías programadas evalúa el diseño y el funcionamiento de los sistemas de gestión de riesgos con el objetivo de que los riesgos se encuentren adecuadamente identificados, medidos, priorizados y controlados de acuerdo a las normas vigentes y política de la empresa.

Sus funciones específicas quedan resumidas en las siguientes:

- Revisar de forma independiente los procesos para asegurar que existe una función efectiva de gestión y control del riesgo implantada en la entidad.
- Revisar las otras dos líneas.
- Reportar a la Alta Dirección información en relación al resultado de su revisión independiente.
- Emitir recomendaciones y dar un seguimiento con las áreas implicadas hasta su cierre.
- Recibir las conclusiones del entorno de control, para considerarlas en su planificación.
- En caso de ser necesario, reportar externamente información en relación al resultado de su revisión independiente.

El apoyo complementario del exterior en forma de auditorías externas y control interno supone también una forma de prevención de riesgos y autoevaluación.

EL CHIEF RISK OFFICER

Una figura de especial interés es el CRO que encabeza la segunda línea de defensa, el *Oversight*. Es el responsable de asegurar, al Consejo de Administración y a los supervisores, de que todos los riesgos materiales son correctamente identificados, medidos y controlados. En este sentido, el CRO es responsable de revisar de forma independiente que se cumplen las políticas y procedimientos establecidos para la gestión del conjunto de riesgos.

La característica esencial es su independencia de todas las unidades de negocio y su colaboración con carácter global a nivel *corporate* (*Enterprise-wide*). Su nombramiento es

establecido por la Comité de Nombramiento y su baja en el cargo debe ser aprobada por el Consejo de Administración.

En algunas *corporates* y entidades, el CRO forma parte en la aprobación de las operaciones y lidera la ejecución de los controles de la primera línea de defensa. Entre sus funciones principales se encuentra la validación interna de modelos y metodologías además de proponer el *Risk Framework* para su posterior aprobación por el Consejo BRC; también colabora junto al CEO y los gestores de riesgo en la definición del apetito al riesgo. Finalmente, las cuestiones que a su juicio no estén abordadas de manera apropiada pueden ser elevadas al Presidente.

COMPLIANCE

Entre la organización de riesgos se incluye una nueva función requerimiento de la EBA que ya está siendo implantado en muchas *corporates* y que EEUU ya lo reguló en 2008. Por el cual es necesario establecer una Función de *Compliance* y una política *Enterprise-wide* dirigido por un responsable (*Compliance Officer*). Consiste en evitar el riesgo financiero que se deriva del posible incumplimiento de leyes, reglas, regulación, prácticas prescritas o estándares éticos, que se pueden materializar en multas, nulidad de contratos y daños reputacionales.

Entre sus principales funciones destaca el asesoramiento al Consejo y a la Alta Dirección y *reporting* sobre su posible impacto en la sociedad; además es necesario aprobar e implantar las políticas de *compliance* que deben ser comunicadas a todos los profesionales, asegurarse de su cumplimiento y verificación del cumplimiento de los nuevos productos y procedimientos de la regulación vigente.

4.3 Risk Framework

El *Risk Framework* es uno para toda la compañía (*Enterprise-wide*) e incluye la misión de la medición, gestión y control de riesgos, el mapa de riesgos, el *framework* de apetito al riesgo y la jerarquía de políticas entre otras:



Ilustración 16. *Risk Framework*

- Misión y principios generales de gobierno, organización, medición, gestión y control de riesgos, incluyendo *guidelines* sobre comités, líneas de defensa de los riesgos y funciones básicas de cada una de ellas, etc.
- Mapa de Riesgos de la entidad: identificación, cuantificación y clasificación de las acepciones de riesgos y de los responsables de su gestión. Su construcción y mantenimiento debe basarse en:
 - La razonabilidad: el nivel de detalle en la definición de riesgos debe guardar un equilibrio entre la necesaria agilidad en el mantenimiento de las valoraciones de los riesgos y la necesidad de evaluar los riesgos con suficiente detalle como para hacer evaluaciones precisas.

- La capacidad de evaluación: cada uno de los riesgos contenidos en el mapa deben poder ser evaluado según la probabilidad de ocurrencia y el impacto de la materialización del riesgo.

El mapa de riesgos debe estar definido a tal nivel que permita identificar y calcular la probabilidad de ocurrencia de las causas de los eventos de forma separada siendo su impacto estimado homogéneo y facilitando un mantenimiento ágil.

- Framework de apetito al riesgo: indicadores a utilizar para la fijación del apetito, periodicidad de revisión, escenarios y pruebas de stress a realizar, etc.
- Jerarquía de políticas y normativa por cada una de las acepciones de riesgo, para garantizar el adecuado desarrollo de las *Risk Policies* y la consistencia entre las distintas políticas.
- Definición de *guidelines* en relación al proceso de decisión en operaciones estratégicas de fusión, adquisición o venta.
- Definición de *guidelines* en relación a los *skills*, roles y niveles de los responsables de riesgos.

4.3.1 Risk policies

Las *Risk Policies* suponen la concreción de los principios generales de la medición, gestión y control de riesgos definidos en el *Risk Framework* en políticas generales de alto nivel para cada una de las acepciones de riesgo. Para ello se parte de la realidad actual y se toma en consideración tanto las mejores prácticas como los requerimientos regulatorios del ámbito global de aplicación de esta política (negocios, entidades legales, productos...).

La concreción de las *Risk Policies* se materializa en planes y manuales de límites y políticas, procedimientos y modelos, donde se describe las normas, líneas y criterios de actuación de la gestión de riesgos; en él se detallan los factores de riesgo, los indicadores mínimos, los escenarios de stress mínimos, la tipología y la estructura de límites globales.

4.3.2 Risk appetite, tolerancia al riesgo y perfil del riesgo

El apetito al riesgo es una expresión de la preferencia de la compañía por el riesgo. Se compara con el perfil de riesgo, que es la posición de riesgo en un momento dado y con la tolerancia al riesgo, que es el nivel máximo asumible.

Sin embargo el riesgo que finalmente asume la *corporate* surge de una comparación de estas tres dimensiones:

- **Apetito al riesgo:** expresión de la preferencia por el riesgo; es decir, corresponde con el nivel de riesgo que la *corporate* quiere asumir en su búsqueda de rentabilidad y valor. Es un proceso *bottom-up* que emana de la demanda de las líneas de negocio y se materializa en decisiones a nivel entidad. Esta dimensión representa una imagen del equilibrio entre riesgo y rentabilidad.
- **Tolerancia al riesgo:** nivel de riesgo que la *corporate* puede asumir al realizar su actividad, es una medida *top-down* que determina los niveles máximos de capital, liquidez... que están disponibles para hacer frente a situaciones de estrés.
- **Perfil de riesgo:** posición de riesgo de la compañía en un momento determinado, considerando todos sus riesgos relevantes.



Ilustración 17. Apetito al riesgo

El apetito al riesgo se confronta de forma periódica con el perfil de riesgo para decidir si se alinea con las prácticas de negocio, los límites y las expectativas de la actividad.

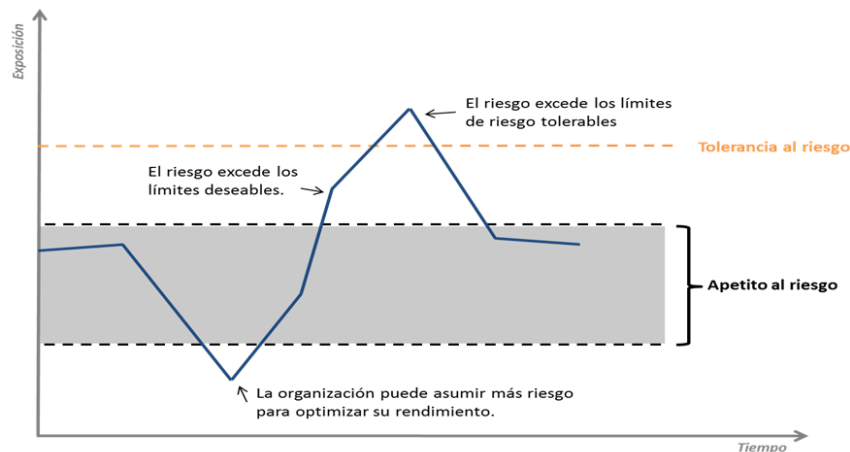


Ilustración 18. Curva de apetito al riesgo

Fuente Management Solutions

El apetito al riesgo contempla todos los riesgos materiales y cobertura de todo el perímetro de la compañía, considerando el impacto de los escenarios de stress con el objetivo de planificar con consistencia el capital económico. En tanto no se modifique la estabilidad de la compañía, será un valor con vocación de estabilidad aunque se revisará anualmente.

Para definirlo se establecen unos objetivos materializables en unas métricas cuantitativas, que deben ir más allá de un conjunto de límites de exposición o capital, y en indicadores cualitativos.

Un ejemplo de métricas cuantitativas puede ser mantener un rating crediticio, garantizar un mínimo de capital, mantener un determinado dividendo en situaciones de stress o una exposición reducida a los eventos de stress.

En cuanto a los indicadores cualitativos, suelen tomar forma de un “*statement*” de alto nivel pero cuyo seguimiento debería ser monitorizable para verificar su cumplimiento y poder realizar una gestión proactiva del riesgo y tomar las medidas necesarias que respeten la planificación. Por ejemplo, mantener un ambiente de control y mitigación del riesgo reputacional, garantizar una gestión sólida del riesgo de liquidez y de fondeo o que las decisiones de nuevos productos o mercados sean evaluadas por asesores independientes.

Una vez definido el apetito al riesgo (cualitativa y cuantitativamente), su seguimiento y control requiere la distribución por unidades de negocio/riesgos de acuerdo con una combinación de criterios cuantitativos y expertos que aseguren que la agregación de apetitos individuales corresponde con el apetito global. Se debe tener en consideración que debido al

efecto diversificación, la suma de la asignación a cada unidad de negocio o tipo de riesgo resultará mayor al total del grupo.

La distribución del nivel deseado de riesgo entre tipologías de riesgo y las distintas unidades de negocio o de actividad requiere la utilización generalmente de una combinación de criterios:

- Reparto del apetito en función del consumo actual (en base a los resultados del proceso *bottom up* de agregación de riesgos) o de la proyección de consumo en base al presupuesto y plan estratégico.
- Reparto del apetito en función de la distribución de riesgos existentes en la industria o *benchmark*.
- Reparto del apetito de acuerdo a un criterio experto.
- Reparto del apetito en base a pronunciamientos o decisiones emanadas de la Alta Dirección en base a consideraciones estratégicas.
- Reparto del apetito al riesgo en función de la rentabilidad asociada de los negocios.
- Reparto del apetito en función de las características intrínsecas de dichos negocios (p. ej. el nivel de exposición tipo o de referencia de cada negocio o el rating de la cartera “tipo” de cada negocio).

SOPORTE TECNOLÓGICO

Para un correcto desarrollo e implantación del marco de apetito al riesgo es necesario disponer de datos, herramientas y de un marco completo de *reporting* que alimenten y den soporte a todo el proceso:

- Información de riesgos y de negocio (Modelo de Información).
- Motores de medición y cálculo de riesgos, capital y rentabilidad.
- Herramientas de planificación de capital y stress.
- Herramientas de gestión de modelos, límites y políticas.
- Herramientas de generación de reportes (Cuadros de Mando).

Esta infraestructura de sistemas tiene:

- La capacidad de atender al modelo de información del *framework* de riesgos definido para mantener informado a los destinatarios del apetito al riesgo:
- Capacidad de capturar todas las fuentes materiales de riesgo a las que está expuesta la compañía y que permitan hacer un seguimiento eficaz.
- Capacidad de evaluar el efecto que los cambios en los factores de riesgo puedan tener sobre el valor o el resultado desde un punto de vista económico y/o contable
- Disposición de información completa y reciente para permitir la comprensión del nivel y la naturaleza de los riesgos a los que está expuesta la compañía.
- Disposición de suficiente riqueza de información en los repositorios de información, en los factores o variables de riesgo y en el motor de riesgos.

Las herramientas de monitorización se basan en una herramienta ofimática que recibe como input la información necesaria para producir los indicadores, una etapa intermedia de cálculos y análisis de las desviaciones existentes, sus causas y el impacto que conlleva en la planificación. Por último, se procede a una reestimación de objetivos bajo un plan de acción y al ajuste de la planificación sobre la nueva estrategia.

Dentro de la planificación estratégica debe contemplarse la *governance* de IT y se debe enfatizar la necesidad de establecer requerimientos y controles de calidad de datos y sistemas de forma periódica.

4.3.3 Stress test

Dado que existen situaciones anómalas o crisis no simulables mediante las técnicas paramétrica, de simulación histórica y Montecarlo, es necesario disponer de una herramienta que permita generar escenarios definidos a priori para reflejar situaciones de stress en los mercados. De esta manera, se tensionan los factores de riesgo que más afecten a la corporación y se definen escenarios de riesgos coherentes, con lógica económica y que cubran las distintas situaciones de riesgo no previamente contempladas.

El stress test es la técnica *forward-looking* que evalúa los efectos potenciales de un evento adverso sobre la situación de la compañía en el futuro. Cuando el escenario no es necesariamente adverso se denomina *Scenario Test*.

Para ello se definen unos tipos de escenarios estándar y se deja la posibilidad de introducir otros a mano, de manera que se pueda tener una estimación de las posibles pérdidas en situaciones críticas y de riesgo extremo. No obstante, existirán un grupo de escenarios de estrés definidos como estándar que deberán analizarse siempre.

Por tanto, los objetivos principales de este análisis son:

- Conocer las pérdidas potenciales en situaciones de crisis de los mercados.
- Poder anticipar situaciones potencialmente peligrosas.
- Identificar sucesos que podrían ocasionar pérdidas importantes.
- Establecer límites en función de estas medidas.
- Definir planes de contingencia que permitan reaccionar a tiempo y extraer beneficios de situaciones de crisis.

A partir de los escenarios de *stress testing* se planifica el capital y se evalúa la viabilidad del negocio; es decir, se verifica la suficiencia de capital bajo los impactos de diferentes escenarios o los potenciales obstáculos y se establece los planes de acción en aquellos casos donde no hubiera capital suficiente.

En la siguiente gráfica se observa como el buffer de capital positivo (diferencia entre capital disponible y el capital económico proyectado bajo stress) indica la viabilidad del plan de negocio en un momento determinado y en un futuro proyectado. El capital disponible resulta de una planificación en la que se ha tenido en cuenta la decisión final de tolerancia al riesgo. Por su parte el capital bajo stress, es la consecuencia del análisis del plan de negocio en el que se han tenido en cuenta la interdependencia de riesgos impactando cada escenario sobre todos ellos de forma simultánea y analizando las implicaciones en el balance y la cuenta de resultados.

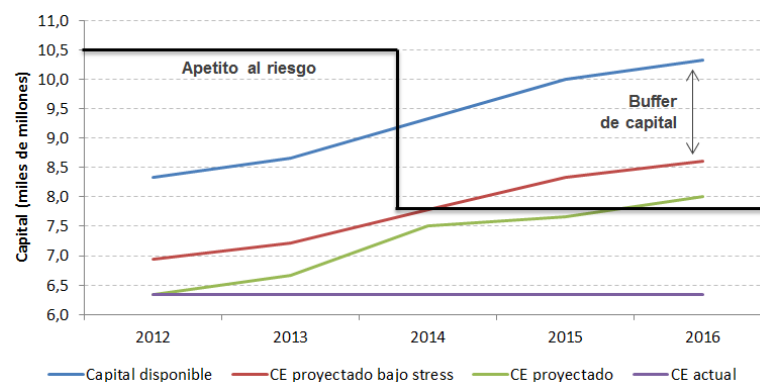


Ilustración 19. Curva de apetito al riesgo II

Fuente Management Solutions

El punto clave de la realización de pruebas de *Stress Testing* es la definición de escenarios de riesgo coherentes, con lógica económica y que cubran las distintas situaciones de riesgo que no son contempladas por el Value At Risk (VaR), de manera que ofrezcan un valor añadido a la gestión del riesgo de mercado.

No deben realizarse demasiados escenarios de stress, pues acabarían resultando inservibles, por lo que hay que buscar un número manejable de escenarios con auténtico sentido.

Además de tener una función de planificación, el *stress test* también interviene en la gestión del riesgo ya que supone una herramienta más para el establecimiento y la gestión del apetito al riesgo de la *corporate* al incluir la cuantificación de riesgos difíciles de medir, como es el riesgo reputacional, y al contemplar la posibilidad de modificar el perfil de riesgos actual.

4.4 Metodología de gestión

Como ya se ha justificado previamente, el objetivo es implantar un sistema de gestión integrada de riesgos. Siguiendo los principios y las buenas prácticas del modelo de las tres líneas de defensa, COSO ERM e ISO 31000, se pretende gestionar y controlar en la medida de lo posible los riesgos a los que las *corporates* están expuestas con una visión de conjunto.

El proceso consiste en tres actividades que se desarrollan de manera periódica en el ciclo de gestión de riesgos y en paralelo dos procesos constantes. Queda resumido en la siguiente ilustración:

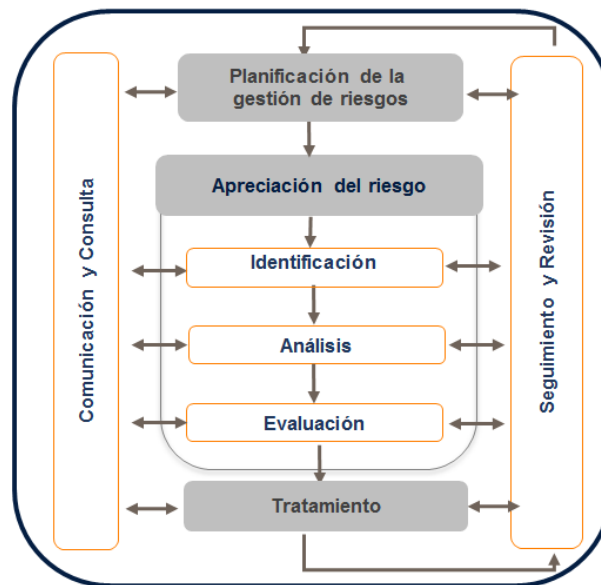


Ilustración 20. Metodología de gestión

Las tres actividades son:

- **Planificación de la gestión de riesgos:** en esta etapa se determinan los objetivos, directrices y alcance del proceso de gestión de riesgos. Esta información es la base sobre la cual se planifican las actividades a realizar, para lo que se identificará y comunicará a cada uno de los integrantes del *framework*, el sistema de gestión integral de riesgos, las tareas bajo su ámbito de responsabilidad.
- **Apreciación del riesgo:** se subdivide en dos etapas.
 - **Identificación, análisis y evaluación:** mediante una metodología común previamente definida se realizará un listado exhaustivo de los riesgos

detectados. Posteriormente se procederá al análisis de los mismos para comprender su naturaleza, el valor bruto de los posibles impactos y la probabilidad de que éstos ocurran.

En la evaluación se comparará el valor real del riesgo con los niveles de criticidad definidos con el fin de determinar los riesgos que deben ser reducidos y la prioridad del tratamiento. Así los riesgos de alta gravedad con alta frecuencia de ocurrencia deben ser mitigados y los riesgos de alta gravedad y baja frecuencia deben responder a políticas de aseguramiento del riesgo en caso de materialización.

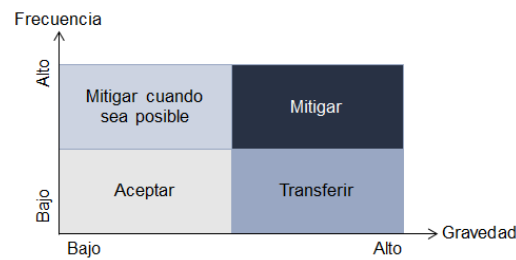


Ilustración 21. Matriz de clasificación de riesgos

- **Mapas de riesgos:** sumando la información obtenida de procesos anteriores a la procedente de los procesos transversales (estrategia, planificación control y presupuestación) se obtiene una visión general e integrada de los riesgos a los que está expuesta la compañía. Sobre estas bases se elaborará las líneas prioritarias de acción para abordar el tratamiento de los riesgos más críticos.
- **Tratamiento del riesgo:** durante esta etapa se define la estrategia de tratamiento de cada riesgo una vez conocido su valor. Implica definir la respuesta más adecuada, que de forma genérica consiste en transferir, evitar, mitigar y/o aceptar el riesgo. La selección de las medidas de tratamiento dependerá de sus efectos en comparación con el esfuerzo y los recursos requeridos. El plan de acción que se crea contendrá el conjunto de acciones y responsables que permitirán modificar el valor de los riesgos detectados.

En el espacio de estas tres etapas se llevan a cabo simultáneamente dos procesos:

- **Seguimiento y revisión:** en paralelo a todas las fases y líneas de acción se debe controlar la idoneidad y eficacia de los sistemas empleados, las medidas de riesgo que se calculan tomando como referencia los límites establecidos así como de las explicaciones de las discrepancias entre los resultados obtenidos.
- **Consulta y comunicación:** es necesario el establecimiento de un sistema de comunicación interna con el objetivo de mantener informado a todas las partes implicadas en la gestión de riesgos de la sociedad en lo que respecta a las modificaciones, avance de los planes de acción y perfil de riesgo así como de la efectividad del sistema.

Es de añadir que las líneas de acción deben estar correctamente documentadas para la aprobación del Comité de Dirección, quién proporcionará los recursos necesarios para su implantación, y para su posterior comunicación a las áreas transversales implicadas. El Comité de Dirección deberá ser informado periódicamente de los avances incurridos, del estado de los riesgos críticos y de la idoneidad del marco metodológico con el fin de una mejora continua del siguiente ciclo de gestión de riesgos.

Sería recomendable que existiese una adecuada segregación de responsabilidades entre los procesos críticos de tratamiento de riesgos (identificación, medición, control y gestión) y aquellos procesos referentes a la toma de riesgo (contratación de instrumentos de financiación

o generación de flujos de caja en divisa) con el objetivo de evitar potenciales conflictos de interés.

4.5 Integración de riesgos

Para hacer frente a la materialización de los riesgos identificados, la empresa diseña una reserva de capital que absorba las pérdidas inesperadas, es lo que se denomina Modelo de Capital Económico.

Como ya se ha visto anteriormente, la pérdida inesperada es la diferencia de la pérdida esperada y la pérdida con un nivel de confianza. Este percentil de la distribución integrada de pérdidas viene determinado por la probabilidad de incumplimiento:

$$\text{Nivel de confianza} = 1 - \text{Probabilidad de Incumplimiento}$$

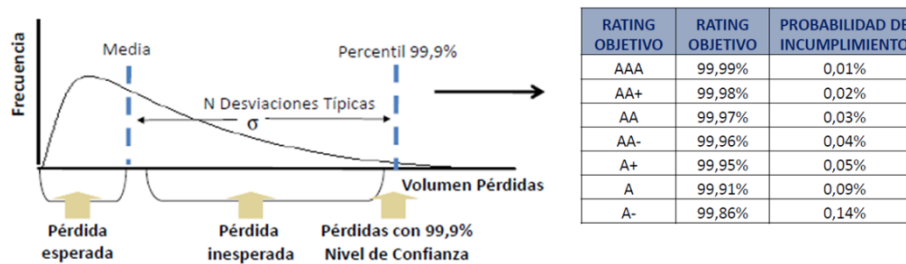


Ilustración 22. Percentil de confianza del VaR

Fuente Management Solutions

Por tanto, el capital económico es el capital mínimo para garantizar que la sociedad cumple con el apetito al riesgo estipulado. Sin embargo, no hay una metodología estandarizada para su cálculo.

No obstante, para alcanzar una visión integrada de riesgos, se deben tener en consideración todos los riesgos materiales integrados bajo situaciones de stress que incluyan *un forward looking*. Bajo una adecuación de documentación y coherencia de resultados, se asigna el capital a cada unidad de negocio. Todo ello con el fin de proporcionar información para la gestión estratégica del negocio y para la toma de decisiones en la gestión de la compañía.

Este modelo de capital económico requiere una segmentación de la cartera ya que está basado en unidades fundamentales de cálculo llamadas unidades de riesgo (UR). Cada una de estas unidades se define como la fracción mínima de la cartera para la que se desea calcular un capital económico. Se deben seguir los siguientes criterios para la correcta segmentación:

- **Materialidad:** cada UR debe suponer un importe relevante del total de la inversión de la sociedad, o en caso contrario ser agregada con otras unidades.
- **Interés de negocio:** el estudio del capital económico que consume cada UR por separado debe resultar interesante desde el punto de vista de negocio.
- **Disponibilidad de información:** la segmentación dependerá de la información disponible en la sociedad.

Una vez definidas el capital económico de cada UR, se procede a la agregación, por el cual las distribuciones de pérdidas de cada riesgo se unifican en una distribución de pérdidas conjunta. El enfoque más simple para obtener una cifra única de capital consistiría en la simple adición de los capitales individuales.

Sin embargo, detrás de este enfoque subyace la asunción de que las pérdidas extremas por todos los tipos de riesgos se producen de manera simultánea y por tanto la suma de los capitales para cada UR sería una sobreestimación del Capital Económico total. Este es el efecto de diversificación, por el cual el capital económico total no resulta de la suma de los capitales

económicos asignados a cada UR, sino que será menor debido a las correlaciones existentes entre cada UR y los distintos factores de riesgos.

Por ello, para el cálculo del capital económico total, existen diferentes metodologías de agregación en función de la disponibilidad de la información y de la potencia de cálculo disponible. Entre otras, se distinguen el método de agregación por cópulas y el método de simulación completa.

AGREGACIÓN POR CÓPULAS

La agregación del capital económico atribuido a cada UR se lleva a cabo a partir de la distribución marginal de pérdidas de cada riesgo mediante una cópula que recoge la estructura de correlaciones. Consiste en un método matemático que utiliza una matriz de correlaciones de variables construida bajo criterio experto, lo que dificulta enormemente la justificación del método y su posterior validación.

En líneas generales, partiendo de la distribución de pérdidas individual de cada riesgo y la matriz de correlaciones entre riesgos, se procede a la agregación mediante una cópula para obtener las distribuciones de pérdidas agregadas para cada riesgo. La distribución de pérdidas conjunta será la suma de las distribuciones de pérdida agregada de cada riesgo que se acaba de calcular.

El comportamiento individual de una variable aleatoria (factor de riesgo) viene descrito de manera unívoca por su distribución de probabilidad acumulada $L_i(x) = P(X_i \leq x)$. Es decir, dado un valor x de la variable aleatoria X_i , $L(x)$ nos devuelve la probabilidad de que la realización de X_i sea un valor menor o igual a x .

La modelización del comportamiento conjunto de un grupo de variables aleatorias se obtiene a través de la distribución de probabilidad conjunta $F(x_1, \dots, x_n) = P(X_1 \leq x_1, \dots, X_n \leq x_n)$. Esto puede hacerse mediante el uso de una t-cópula¹⁰ $C(u_1, \dots, u_n)$ con n grados de libertad a través del denominado método de inversión $C(u_1, \dots, u_n) = F(L_1^{-1}(u_1), \dots, L_n^{-1}(u_n))$

La calibración de la t-cópula requiere del cálculo de la matriz de correlaciones entre las variables aleatorias que queremos agregar. Para ello es necesario lo siguiente:

- Elegir para cada tipo de riesgo su correspondiente variable driver¹¹. Por ejemplo, para el riesgo de crédito, el ratio del saldo entrado con dificultad entre el saldo vivo; para el riesgo operacional el valor de los activos...
- Obtener los datos históricos de las variables driver de los riesgos a agregar.

- Estimar las correlaciones a partir de los datos históricos usando las correlaciones de Kendall dos a dos.

$$\hat{\rho}_\tau = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i < j} \text{sign}((x_i - x_j)(y_i - y_j))$$

- Obtener la matriz de correlaciones para cada par de variables aplicando la siguiente fórmula a las correlaciones de Kendall $\rho = \sin\left(\frac{\pi}{2} \rho_\tau\right)$

¹⁰ Una cópula de n dimensiones se define como una función de distribución acumulada conjunta tal que las distribuciones marginales de sus variables son uniformes $[0,1]$. Si denotamos la cópula por C , la anterior definición puede expresarse como: $C: [0,1]^n \rightarrow [0,1]$

¹¹ Variable driver es aquella variable cuya evolución recoge el impacto de las variaciones en los factores de riesgo correspondientes. Idealmente, es la variable de cuya distribución se obtiene el capital económico del riesgo asociado.

Una vez calculada la matriz de correlaciones y partiendo de las distribuciones de pérdidas individuales para cada riesgo, podemos agregarlas y construir una distribución conjunta:

- Simular n números aleatorios v_1, \dots, v_n correlaciones, según la matriz de correlaciones mediante una t de Student multivariante.
- Obtener n números aleatorios $u_k = T_v(v_k)$, $k=1, \dots, n$ uniformes correlacionados mediante la función de probabilidad acumulada de la t de Student univariante $T_v(\bullet)$ y v grados de libertad. Los números aleatorios corresponden al vector $u=(u_1, \dots, u_n)$ que tiene una distribución marginal uniforme en $[0,1]$ y una estructura de dependencias dada por la t de Student multivariante. Esta es la misma estructura de correlaciones que la de la t-cópula $C(u_1, \dots, u_n)$.
- Aplicar el método de inversión de las distribuciones acumuladas empíricas de cada variable $L(x)$. Es decir, se calcula $x_k = L_k^{-1}(u_k)$, donde L_k^{-1} es la inversa de la función de distribución acumulada empírica del riesgo k -ésimo.

Los números aleatorios x_k son las pérdidas simuladas de los n riesgos y están distribuidos conforme a las distribuciones marginales y estructura de dependencias deseadas.

- Agregar el valor de las pérdidas individuales previamente calculadas para la obtención de la pérdida agregada en el escenario j : $\mathcal{G}_j = \sum_{k=1}^d x_k$
- Repetir los pasos anteriores n veces para la obtención de la distribución de pérdidas agregada de todos los riesgos considerados.

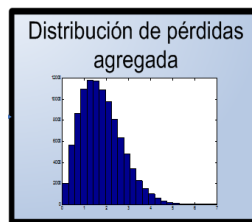


Ilustración 23. Distribución de pérdidas agregada

El algoritmo general de agregación de las distribuciones de pérdidas de los diferentes riesgos considerados puede resumirse en la siguiente figura:

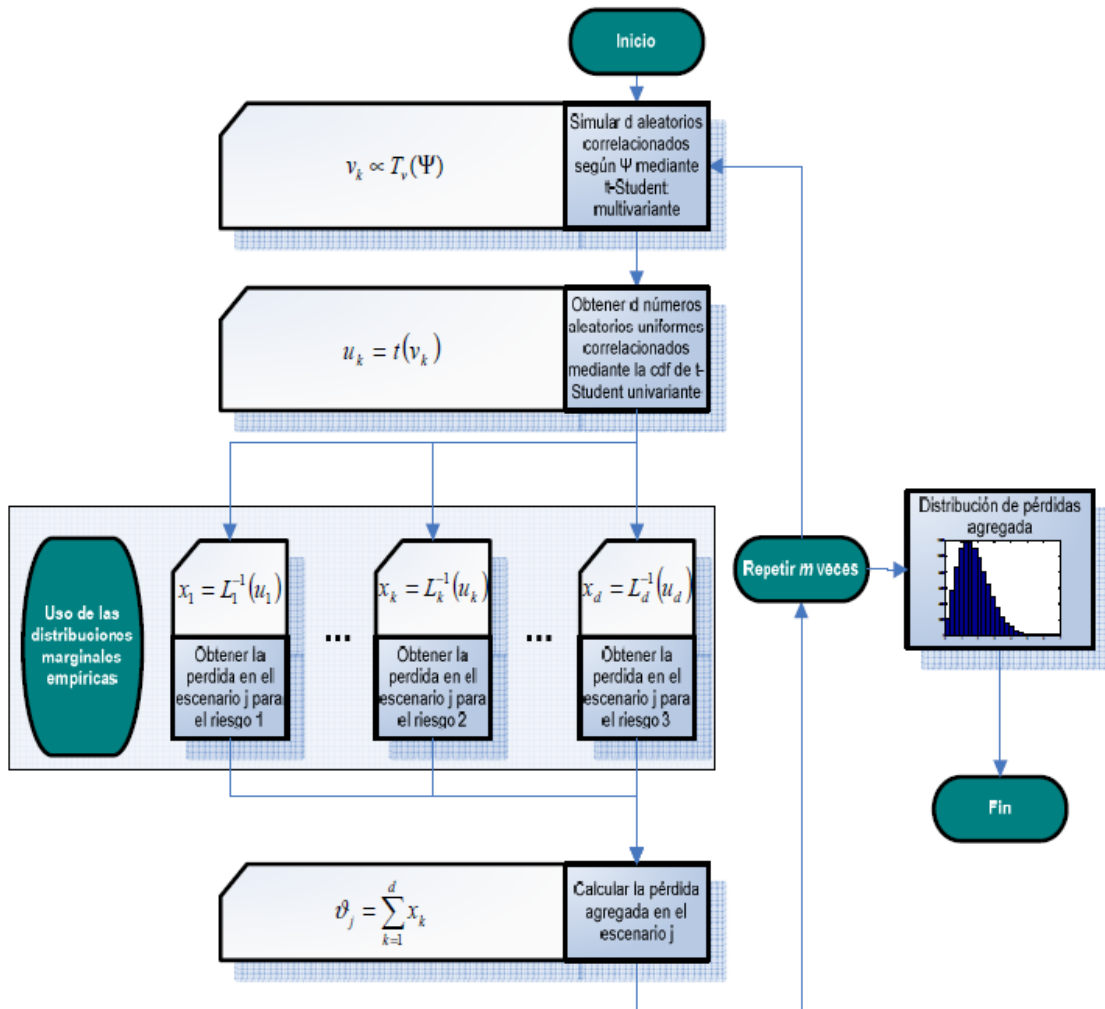


Ilustración 24. Algoritmo del método de las cópulas

Fuente Management Solutions

El teorema de Sklar indica que la cópula contiene toda la información de la interdependencia entre las diferentes variables. Por ello, la elección de la cópula utilizada para la agregación de distribuciones de pérdidas de los diferentes riesgos considerados se apoya en un estudio de la dependencia histórica entre las pérdidas. Sin embargo, este análisis requiere un elevado número de observaciones anuales de las variables aleatorias que actúan como driver de los diferentes riesgos para poder calcular una matriz de correlaciones estable y significativa.

SIMULACIÓN COMPLETA

Según este método, la agregación de los capitales económicos asignados a cada UR se basa en una simulación conjunta de todos los factores de riesgo de todos los riesgos a agregar a partir de los cuales se crearán múltiples escenarios. El cálculo de la distribución de pérdidas conjunta será la representación de las pérdidas de dichos escenarios.

La primera fase consiste en modelar la pérdida por cada riesgo como función de variables macroeconómicas (PIB, paro...) y variables internas a la empresa (nº operaciones fallidas, valor de los activos, nº transacciones...)

$$\text{Pérdida por riesgo crédito} = f(\text{Var1}, \text{Var2}, \text{Var3} \dots)$$

$$\text{Pérdida por riesgo mercado} = f(\text{Var1}', \text{Var2}', \text{Var3}' \dots)$$

$$\text{Pérdida por riesgo operacional} = f(\text{Var1}'', \text{Var}'', \text{Var3}'' \dots)$$

...

En segundo lugar, se generan escenarios para todas las variables consideradas y se estima la pérdida asociada a cada uno de los riesgos. Dichos escenarios están naturalmente correlacionados por estar basados en información histórica, por tanto las pérdidas por cada tipo de riesgo se pueden sumar para obtener la pérdida total para cada escenario.

Escenario 1= pérdida riesgo crédito + pérdida por riesgo mercado + ... = Pérdida agregada 1

Escenario 2= pérdida riesgo crédito + pérdida por riesgo mercado + ... = Pérdida agregada 2

Finalmente, la distribución de pérdidas conjunta será el resultado de representar la pérdida total incurrida en cada escenario.

En este proyecto se utilizará el método de simulación completa.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS

La simulación completa permite realizar una simulación del conjunto de riesgos a los que está expuesta la empresa sin necesidad de calcular la correlación entre ellos ya que los escenarios están naturalmente correlacionados. En cambio, la agrupación por cópulas presenta precisamente como limitación este aspecto: requiere importantes asunciones en el cálculo de la correlación entre los factores de riesgo.

Por su parte, el empleo de cópulas facilita la modelación de riesgos cuyo comportamiento no es fácilmente predecible. Además, el empleo de las distribuciones de pérdidas individuales supone una ventaja frente a la simulación completa que pierde esta información detalla por tipología de riesgo.

LIMITACIÓN DEL MODELO

El modelo de Capital Económico para el cálculo de la distribución de pérdidas agregada de la compañía tiene ciertas limitaciones que deben ser superadas:

- Dificultad de adaptación ante situaciones de stress.
- Cálculo del capital por cada tipología de riesgos de forma simplificada.
- Dificultad de afinar el comportamiento extremo de las colas de distribución.
- Riesgos inherentes al propio desarrollo del modelo.
- Limitaciones en la información para el desarrollo del modelo.

5. Relación entre gestión integral de riesgos y control interno

La evolución de los requerimientos regulatorios conlleva la existencia de dos funciones transversales, control interno y control integral de riesgos, cuyo elemento común es la creación de una matriz de riesgos, financieros y no financieros, que afectan al cumplimiento de los objetivos establecidos por la *corporate*.

Sin embargo los estándares de referencia y la normativa son distintos, así SOX, COSO, ERM-COSO aplican a control interno y la ISO 31000 a la gestión de riesgos propiamente dicho. Por ello estas dos funciones presentan relevantes diferencias conceptuales:

- El control interno se centra en la estructura organizativa, los distintos niveles de la sociedad y sus respectivas responsabilidades, así como en la idoneidad de los procedimientos y controles establecidos.
- El control integral de riesgos se basa en la matriz de riesgos para realizar un análisis de cada uno de ellos y comprobar si el conjunto se ajusta al apetito al riesgo definido.

El origen de estas diferencias se encuentra en su mayor o menor orientación al eje de control o al riesgo; esto es, a la naturaleza del control mismo o al efecto de su ocurrencia. El control interno está orientado al desempeño de los objetivos de la *corporate* con la mayor rentabilidad posible mientras que el control desde el punto de vista del riesgo se centra en mitigar alguno de los riesgos considerados. En cualquier caso, si dicho control ayuda a alcanzar los objetivos o a mitigar la materialización de riesgos entonces se tendrá en consideración; en caso contrario, se evaluará su necesidad.

Por ejemplo, si una *corporate* marca la calidad del servicio como una prioridad estratégica, el análisis de todas las operaciones que superen XX días en formalizarse sería evaluable por el control interno; mientras que la gestión de riesgos trataría aquellos casos objeto de reclamación de daños y perjuicios por un cliente (riesgo operacional) o reclamaciones sin contraprestación económica (riesgo reputacional).

6. Caso práctico

Se va a realizar un ejemplo de integración de los riesgos, en el cual a través de un análisis ciego (dada la confidencialidad de los datos) se proporciona una visión del procedimiento y del análisis extraído de la integración del mapa de riesgos.

El caso práctico consiste en una valoración experta de los riesgos de manera individual para después proceder a integrarlos siguiendo una metodología y llegar a una única cifra económica en términos de pérdida esperada y pérdida inesperada.

El resultado de la integración del conjunto de riesgos de una compañía es la distribución de pérdidas agregada con un percentil de confianza c :

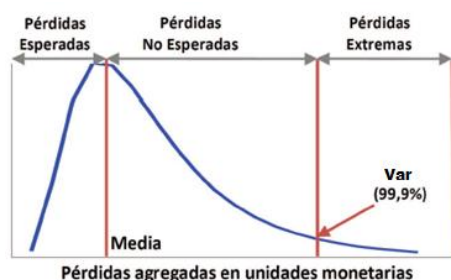


Ilustración 25. Distribución de pérdidas agregadas

La pérdida esperada, matemáticamente resulta de la esperanza $E[x]$, un operador lineal que representa la cantidad media que se "espera" perder como resultado de un evento. La pérdida inesperada será la diferencia entre el VaR o la pérdida para un percentil de confianza c determinado menos la pérdida esperada.

La metodología que se va a seguir para su cálculo consiste en el planteamiento de escenarios y su posterior análisis lo que permite determinar las características de la distribución de pérdidas de un determinado riesgo en base a:

- La estimación del escenario medio, caracterizados por su frecuencia y severidad media.
- La estimación de "N" escenarios intermedios de pérdida que considere factibles, caracterizados por su frecuencia y severidad (expresados habitualmente de forma: uno de cada "d" años ocurre un evento de "s" euros).
- La estimación de un escenario extremo, caracterizado por la máxima severidad posible.
- La estimación de una distribución de pérdidas a partir de los datos estimados.

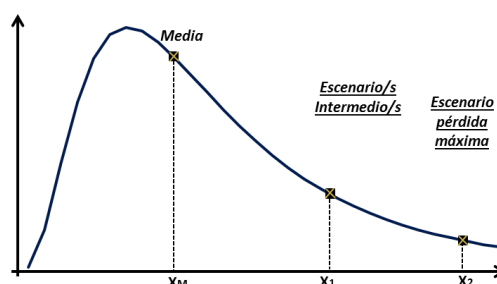


Ilustración 26. Planteamiento de escenarios

DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS AGREGADA

Utilizando estas magnitudes, el objetivo es calcular la distribución de pérdidas agregadas con un percentil c de confianza; sin embargo no es una función lineal de la frecuencia y del

impacto por lo que se recurre a una convolución¹² de las funciones de distribución de frecuencias y distribución de severidades.



Ilustración 27. Convolución

- **Distribución de frecuencias:** representa la probabilidad de la frecuencia con que se va a dar el riesgo en cuestión. En este caso se va a aproximar por una curva de Poisson normal:

$$f(x) = \frac{X - \lambda}{\sqrt{\lambda}}$$

Donde X es la variable aleatoria de Poisson y λ es el parámetro positivo que representa el número de veces que se espera que ocurra el fenómeno durante un intervalo dado. Por ejemplo, si el suceso estudiado tiene lugar en promedio 0,1 veces al año y estamos interesados en la probabilidad de que ocurra k veces dentro de un intervalo de 5 años, usaremos un modelo de distribución de Poisson con $\lambda = 0,1 \times 5 = 0,5$.

- **Distribución de severidades:** representa la cuantía monetaria de la pérdida, y denotamos a la variable, severidad. Su ajuste se hace por la distribución de Weibull que depende de dos parámetros, α que determina la forma de la distribución y β que determina su escala:

$$g(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta}}$$

El cálculo de estos parámetros corresponde a las siguientes fórmulas:

$$\alpha = \left(\frac{\sigma}{\text{media}}\right)^{-1,086} \quad \beta = \text{media } x \left(0,568 + \frac{0,433}{\alpha}\right)^{-1/\alpha}$$

Donde σ corresponde a la desviación estándar $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{(n-1)}}$

A continuación se procede a la convolución de ambas funciones mediante la simulación de Montecarlo, una técnica que combina conceptos estadísticos con la capacidad que tienen los ordenadores para generar números pseudo-aleatorios y automatizar cálculos.

SIMULACIÓN DE MONTECARLO

Como ya se ha explicado en el segundo capítulo, esta metodología de cálculo de las medidas de riesgo está basada en la generación de números aleatorios y su tratamiento para que representen posibles valores de los factores de riesgo en el futuro. Para obtener medidas estadísticas razonables, este procedimiento de simulación se debe realizar numerosas veces.

Aun siendo el método más complicado técnicamente, se ha elegido esta simulación porque es el más flexible a la hora de generar escenarios en un amplio conjunto de puntos en el tiempo.

¹² La convolución es un proceso matemático que transforma las distribuciones de frecuencia y severidad en una tercera distribución mediante la superposición de ambas.

El proceso de simulación se puede describir como:

- Ajuste de los parámetros de las distribuciones de frecuencia y severidad.
- Ajuste del número de escenarios.
- Para un riesgo concreto:
 - Generación de números aleatorios.
 - Transformación de estos números bajo las distribuciones definidas por los parámetros.
 - Generación de todos los escenarios a partir de los aleatorios.

Se deben tener en cuenta algunas consideraciones:

- Se necesitan hacer unas 1.000 simulaciones como mínimo para obtener como resultado unas medidas significativas.
- El error cometido es aproximadamente $1/\sqrt{N}$, siendo N el número de valores generados en cada nodo del tiempo.
- Requiere de una herramienta informática potente para su cálculo.

Normalmente, el método de Montecarlo se basa en sucesos históricos que han tenido lugar en el pasado y que se han ido recogiendo en una base de datos. De esta manera, los escenarios aleatorios creados en la simulación son realistas.

Sin embargo, para el desarrollo del proyecto no ha habido un registro previo de materializaciones de los riesgos, además el mapa de riesgos del que partimos son riesgos que tienen lugar rara vez en el mundo y con menos frecuencia aún en la *corporate* en cuestión.

6.1 Preámbulos

El punto de partida es el mapa de riesgos de una *corporate* energética donde a partir de los 207 riesgos previamente identificados, se ha procedido al detalle de la frecuencia de materialización de cada riesgo y al impacto económico medio y extremo que tendrían lugar en caso de materialización de dicho riesgo.

Este conjunto de riesgos se ha organizado según la tipología:

Tabla 2: Tipologías de riesgo en el mapa de riesgo

Tipología	Nº riesgos
Financiero (crédito, mercado y liquidez)	17
Entorno (imagen, competencia, catástrofes naturales)	36
Estratégico	25
Operacional	97
Regulatorio & cumplimiento	31

Es necesario añadir que se están considerando en general los riesgos de gran impacto económico o comúnmente calificados como catastróficos que normalmente tienen lugar en el medio-largo plazo, esto es con baja frecuencia.

FRECUENCIA

Para la estimación de la frecuencia de materialización del riesgo se conferido a cada uno de los 207 riesgos, una frecuencia anual de entre las siguientes posibilidades:

Tabla 3: Frecuencias anualizadas

Nº veces	Frecuencia
1 vez cada	anual
1000 años	0,001
500 años	0,002
200 años	0,005
100 años	0,01
50 años	0,02
20 años	0,05
10 años	0,1
5 años	0,2
2 años	0,5

Así, un riesgo que probablemente ocurra cada 50 años, se traduce en una frecuencia anual de 0,02.

IMPACTO ECONÓMICO

Asociado a la frecuencia con la que el riesgo se materializa, se valoran las pérdidas económicas que de media conllevaría la ocurrencia del riesgo y las pérdidas que como máximo la empresa tendría que hacer frente.

Para ello se ha valorado cada riesgo en una escala de impacto, de manera similar a la frecuencia, que se resume a continuación:

Tabla 4: Escala de impacto económico

I. medio	I. extremo
Millones €	Millones €
6000	10000
3000	4000
1500	2000
750	1000
350	500
140	200
50	75
15	25

Para la estimación del impacto económico, tanto medio como extremo, se ha tenido en cuenta el daño emergente y el daño cesante:

- Daño emergente: los gastos incurridos para reponer los perjuicios acarreados (OPEX)¹³ y las nuevas inversiones necesarias (CAPEX)¹⁴ como consecuencia del evento.
- Daño cesante: coste de oportunidad que conlleva la materialización del riesgo.

Por tanto, este valor proporciona la pérdida económica media o esperada por cada vez que el riesgo se materializa, independientemente de si la frecuencia media está estipulada en una vez cada diez años (0,1 veces al año) o cada cien años (0,01 veces al año).

¹³ Operational expenditure: expenses incurred in the course of ordinary business, such as sales and administrative expenses

¹⁴ Capital expenditure: expenditures creating future benefits

Para utilizar esta información en el cálculo de la distribución de pérdidas agregada, se reporta este valor a pérdida esperada al año; en otras palabras, la pérdida esperada por riesgo al año resulta del producto de la frecuencia al año por el impacto medio que se había estimado inicialmente.

6.2 Análisis individual

En primer lugar se ha analizado con detenimiento el conjunto de 207 riesgos de la corporate energética, de tal manera que la frecuencia y los impactos económicos (medio y máximo) sean razonables y coherentes con el riesgo en cuestión.

A continuación se ha procedido al cálculo del VaR con una confianza del 99,95% de cada riesgo mediante la simulación de Montecarlo.

6.2.2 Inputs

Se toman los siguientes datos de entrada para cada riesgo: el identificador del riesgo, la frecuencia anualizada, el impacto medio, la pérdida esperada y el impacto máximo.

Clave riesgo	Frecuencia al año	Impacto Medio MIII €	Perdida Esperada MIII €	Peor Escenario MIII €
R15	0.01	6000	60	10000
R16	0.01	350	3.5	500
R17	0.002	1500	7.5	2000
R18	0.05	6000	300	10000
R19	0.01	6000	60	10000
R20	0.01	350	3.5	500
R21	0.002	1500	3	2000

Ilustración 28. Parámetros input

Estos inputs coinciden con las magnitudes que conformaban el mapa de riesgos del inicio; a excepción de la pérdida esperada que se ha definido como el producto del impacto medio por la frecuencia anualizada.

6.2.3 Outputs

Una vez realizado el cálculo se obtienen la pérdida esperada y el VaR de cada riesgo así como los parámetros de las distribuciones de Poisson y Weibull asociadas a cada uno.

Clave riesgo	Frecuencia al año	Impacto Medio MIII €	Perdida Esperada MIII €	Peor Escenario MIII €	VaR MIII €	Beta	nu
R15	0.01	6000	60	10000	7916.28	4.79	6550.64
R16	0.01	350	3.5	500	420.74	7.00	374.17
R17	0.002	1500	7.5	2000	1490.20	8.75	1586.07
R18	0.05	6000	300	10000	10962.89	4.79	6550.64
R19	0.01	6000	60	10000	7702.12	4.79	6550.64

Ilustración 29. Parámetros output

Los datos de VaR que se han obtenido para cada riesgo son coherentes: son valores próximos al input del impacto máximo, pueden ser algo superiores o inferiores, pero en cualquier caso es lógico este resultado ya que el VaR da la pérdida que como máximo se va a obtener en el 99,95% de los casos.

Este percentil del 99,95% de confianza que se ha elegido tomar, da una idea de que las pérdidas que se van a incurrir en un 0,05% de las veces caben esperar que sean superiores al VaR. Dicho de otra manera, como $0,0005=1/2000$, el VaR al 99,95% indica la pérdida que se espera que se pueda alcanzar una vez a los 2000 años.

6.2.4 Simulación

Se utiliza la simulación de Montecarlo para el cálculo del VaR de cada uno de los 207 riesgos de la corporate energética. En concreto, se crean 50.000 escenarios de materialización de dicho riesgo. En cada escenario se procede a:

- Generar de manera aleatoria de números entre 0 y 1 siguiendo una distribución uniforme entre 0 y 1.

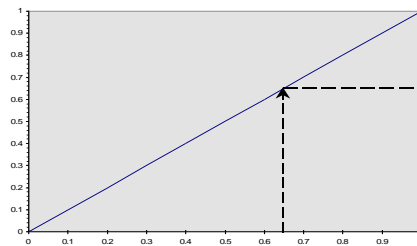


Ilustración 30. Distribución uniforme

- A continuación, el número aleatorio se convierte en input de la función acumulada inversa de Poisson con la que se obtiene el número de eventos que tienen lugar en dicho escenario. El parámetro λ depende del input de la frecuencia anualizada del riesgo en cuestión. $\lambda = \text{Frecuencia anualizada}$

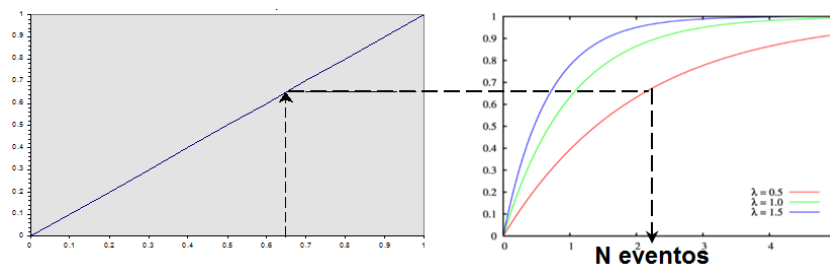


Ilustración 31. Obtención del número de eventos

- Para cada una de las veces de materialización del riesgo se generan números aleatorios siguiendo la distribución uniforme anterior que al introducirlos por la función de severidad acumulada inversa de Weibull se obtiene el impacto económico de dicha materialización. Los parámetros vienen dados por los inputs de impacto medio y extremo.

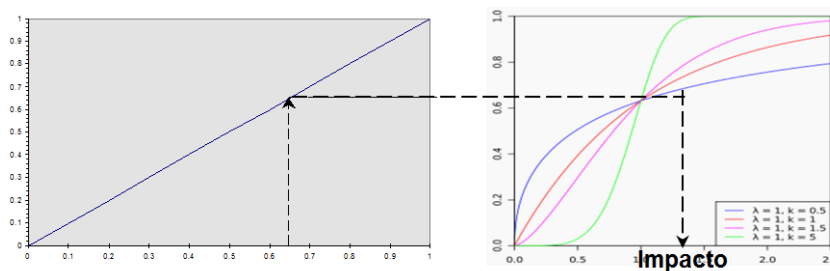


Ilustración 32. Obtención del impacto económico

- Finalmente la suma de los impactos económicos de cada evento será la pérdida total incurrida en dicho escenario.

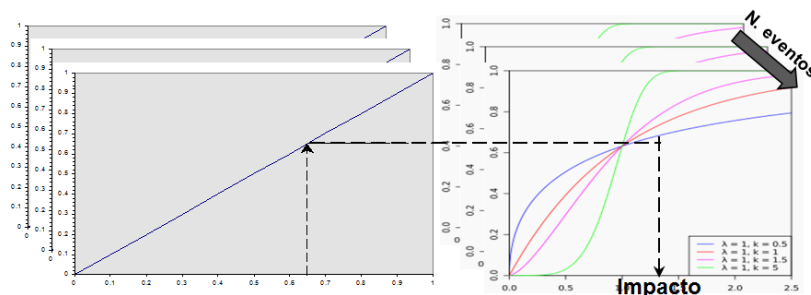


Ilustración 33. Pérdida total incurrida en un escenario

Como el valor diferencial de considerarlos todos es prácticamente inexistente, se toman los cinco riesgos más representativos de cada tipología.

El enfoque seguido para dicha agregación de riesgos se estructura en los siguientes pasos:

- **Agregación de los riesgos de la misma tipología:**
 - Cálculo de la matriz de varianzas-covarianzas
 - Estimación de la correlación y volatilidad
 - Factorización de la matriz de varianzas con el método de Cholesky
 - Simulación de Montecarlo de 40.000 escenarios. Para cada escenario:
 - Modelización de la frecuencia
 - Generación de aleatorios
 - Correlación del vector de aleatorios anterior
 - Cálculo del número de eventos siguiendo una distribución de Poisson
 - Modelización de la severidad por cada evento
 - Generación de aleatorios
 - Cálculo de la severidad siguiendo una distribución de Weibull de parámetros obtenidos según el proceso descrito en el análisis individual
 - Cálculo de la pérdida total incurrida como la suma directa de los impactos de cada riesgo, pues ya están correlacionados
 - Representación de las pérdidas totales
 - Deducción del VaR al 99,95% de confianza.
- **Agregación del VaR de las tipología de riesgo:**
 - Cálculo de la matriz de varianzas-covarianzas
 - Identificación de variables driver
 - Estimación de la correlación y la volatilidad
 - Factorización de la matriz de varianzas con el método de Cholesky
 - Simulación de Montecarlo de 40.000 escenarios. Para cada escenario:
 - Modelización de la frecuencia
 - Generación de aleatorios
 - Correlación del vector de aleatorios anterior
 - Cálculo del número de eventos siguiendo una distribución de Poisson
 - Modelización de la severidad por cada evento
 - Generación de aleatorios
 - Cálculo de la severidad siguiendo una distribución de Weibull
 - Cálculo de la pérdida total incurrida como la suma directa de los impactos de cada riesgo, pues ya están correlacionados
 - Representación de las pérdidas totales

- Dedución del VaR al 99,95% de confianza

6.3.1 Agregación de riesgos de la misma tipología

En primer lugar se calcula la matriz de varianzas-covarianzas de los riesgos de la misma tipología para después proceder a simular escenarios siguiendo Montecarlo.

MATRIZ DE VARIANZAS-COVARIANZAS

La matriz de varianzas-covarianzas es aquella que indica el grado de variación conjunta entre dos variables (covarianza) y el grado de dispersión (varianza). Es decir indica la dependencia entre las dos variables; esto es, la dependencia entre dos riesgos.

Por tanto, la dimensión de la matriz de la tipología de riesgo i viene dada por el número de riesgos pertenecientes a esa tipología de riesgo i ya que en la simulación de Montecarlo se crearán aleatorios para cada riesgo. En este caso, la matriz tendrá una dimensión de 5 debido a que se han reducido el número de riesgos.

La matriz de varianzas y covarianzas se calcula de la siguiente manera:

$$\Omega_{t_0} = \rho_{t_0,xy} \cdot v_x \cdot v_y$$

Siendo:

- $\rho_{t_0,xy}$: Correlación entre los riesgos x e y .
- v_x : Volatilidad del riesgo x en porcentaje.
- v_y : Volatilidad del riesgo y en porcentaje.

La varianza se define como la raíz de la volatilidad: $\sigma = \sqrt{v}$

La covarianza se define como: $\sigma_{xy} = \rho_{xy} * \sigma_x * \sigma_y$

De esta manera, la diagonal de la matriz estará formada por la volatilidad del riesgo en cuestión y el resto de componentes será la covarianza.

Se ha estimado un valor de volatilidad y de correlación por tipología de riesgo; es decir, se asume que todos los riesgos de la misma tipología tienen la misma volatilidad y la correlación entre riesgos de la misma tipología es constante.

Tabla 5: Volatilidad y correlación por tipología de riesgo

	financiero	entorno	estratégico	operacional	regulatorio
VOLATILIDAD	0.50	0.05	0.10	0.02	0.50
CORRELACIÓN	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Para el cálculo de la correlación se ha usado un criterio experto. El valor que se ha tomado es medio-bajo puesto que la probabilidad de que dos riesgos de la misma tipología se materialicen al mismo tiempo es bajo salvo en casos concretos en los que los riesgos son consecuencia directa uno del otro. De media, estas excepciones son mínimas por lo que la correlación es media-baja.

Para el cálculo de la volatilidad, el método más certero consiste en identificar una serie de variables driver por tipología de riesgo de manera que a partir del análisis de la evolución histórica de las mismas se deduzca el grado de volatilidad de cada tipología de riesgo.

Es decir, la variable driver de un riesgo es aquella variable, tanto macroeconómica como interna a la empresa, cuya evolución recoge el impacto, en el valor de las posiciones de la *corporate* y de las variaciones en los riesgos correspondientes. Identificando un conjunto de variables driver de las cuales depende directamente la tipología de riesgo y extrayendo la evolución histórica de las mismas se puede llegar a las conclusiones del tipo “cuando x sube, y baja” “cuando x sube, y tiende a subir” o simplemente “x e y tienen tendencias independientes”.

Por ejemplo:

- **Riesgo financiero:** PIB, tasa de paro, precio de materia prima...

Operar en un ambiente económico desfavorable con PIB decreciente y alta tasa de paro repercute en la situación financiera de la empresa: falta de liquidez, dificultad para vender acciones, descenso de ventas...

Por otro lado, el precio del crudo, y de las materias primas en general, supone una variable a observar con detenimiento porque una pequeña fluctuación puede tener un impacto muy grande en la cuenta de resultados.

- **Riesgo de entorno:** cuota de mercado, la estabilidad del mercado, nuevos productos del mercado, estabilidad político-económico de los países en los que opera, la cotización de la acción, gasto en publicidad, reclamaciones de los clientes, índice de aparición en prensa...

El hecho de tener una posición competitiva fuerte da un mayor margen para afrontar las dificultades de los distintos agentes del entorno: mercado, sindicatos, accionariado...

Por su parte, la inestabilidad de los competidores y del mercado en el que se opera puede repercutir con gran intensidad en la cuenta de resultados de la empresa.

Una variable que mide la reputación de la empresa es el valor de sus acciones. Cuando la opinión pública no aprueba una actuación, la cotización automáticamente desciende.

- **Riesgo estratégico:** la inversión en I+D, conocimiento de los competidores...

Cuanto mayor es la inversión en I+D, mayor visión global se tiene de la posible evolución del mercado y como consecuencia mejores armas para diseñar la estrategia corporativa de la empresa.

- **Riesgo operacional:** número de empleados, valor de los activos...

La probabilidad de que se acometa un fallo humano aumenta cuanto mayor es el número de empleados y/o subcontratados. Por otro lado, una vez materializado el riesgo operacional, el impacto económico depende en gran medida del valor de los activos que se ven dañados: cuánto mayor peso tienen los activos en el conjunto de la empresa, mayor es la pérdida.

- **Riesgo regulatorio & cumplimiento:** el importe total de las infracciones...

Interfiere en el riesgo regulatorio el histórico de las infracciones cometidas y su importe.

En el desarrollo del caso práctico, se han tomado variables muy representativas y sencillas de valorar a partir de información pública.

Finalmente para simplificar el ejemplo y los cálculos, se ha identificado una sola variable por tipología de riesgos de tal manera que la volatilidad de la variable se identifica con la volatilidad de la tipología del riesgo. La volatilidad se ha deducido a partir del histórico; en caso de falta de acceso a información, se ha estimado bajo criterio experto.

Las variables que se ha decidido tomar por tipología de riesgo son las siguientes:

Tabla 6: Variable driver por tipología de riesgo

Financiero	Entorno	Estratégico	Operacional	Regulatorio
Precio de materia prima	Cuota de mercado	Inversión en I+D	Número de empleados	Importe total infracciones

Usando estos datos estimados de volatilidad y correlación, se calculan cinco matrices de varianza-covarianza para cada tipología de riesgo.

Tabla 7: Matriz varianza-covarianza del riesgo financiero

Financiero				
0.50	0.15	0.15	0.15	0.15
0.15	0.50	0.15	0.15	0.15
0.15	0.15	0.50	0.15	0.15
0.15	0.15	0.15	0.50	0.15
0.15	0.15	0.15	0.15	0.50

Tabla 8: Matriz varianza-covarianza del riesgo de entorno

Entorno				
0.05	0.02	0.02	0.02	0.02
0.02	0.05	0.02	0.02	0.02
0.02	0.02	0.05	0.02	0.02
0.02	0.02	0.02	0.05	0.02
0.02	0.02	0.02	0.02	0.05

Tabla 9: Matriz varianza-covarianza del riesgo estratégico

Estratégico				
0.10	0.03	0.03	0.03	0.03
0.03	0.10	0.03	0.03	0.03
0.03	0.03	0.10	0.03	0.03
0.03	0.03	0.03	0.10	0.03
0.03	0.03	0.03	0.03	0.10

Tabla 10: Matriz varianza-covarianza del riesgo operacional

Operacional				
0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

Tabla 11: Matriz varianza-covarianza del riesgo regulatorio y de cumplimiento

Regulatorio & cumplimiento				
0.50	0.15	0.15	0.15	0.15
0.15	0.50	0.15	0.15	0.15
0.15	0.15	0.50	0.15	0.15

0.15	0.15	0.15	0.50	0.15
0.15	0.15	0.15	0.15	0.50

El objetivo de definir esta matriz es poder correlacionar los números aleatorios que se generen para cada riesgo. Se pretende generar números aleatorios correlacionados " r_c " según la matriz de covarianzas " A " partiendo de números aleatorios no correlacionados " r ".

Para ello, existen muchas posibilidades, de entre las que se ha escogido la factorización de Cholesky, que se usa habitualmente para la simulación de Montecarlo.

Entre otras características, A es una matriz cuadrada, por lo que el número de aleatorios independientes será igual al número de aleatorios correlacionados. Además A es una matriz simétrica y definida positiva puede ser factorizada de manera eficiente por medio de una matriz triangular superior U y una matriz triangular inferior L de tal manera que una es la transpuesta de la otra $A = LL^T$, donde L es una matriz triangular inferior cuyos elementos de la diagonal son positivos.

Una vez conocida la matriz triangular inferior L , el vector de números aleatorios correlacionados r_c será el resultado de:

$$r_c = r * L$$

Las cinco matrices triangulares resultantes de aplicar la factorización de Cholesky son:

Tabla 12: Matriz de Cholesky del riesgo financiero

Financiero				
0.71	0.00	0.00	0.00	0.00
0.21	0.67	0.00	0.00	0.00
0.21	0.16	0.66	0.00	0.00
0.21	0.16	0.12	0.64	0.00
0.21	0.16	0.12	0.10	0.64

Tabla 13: Matriz de Cholesky del riesgo de entorno

Entorno				
0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
0.07	0.21	0.00	0.00	0.00
0.07	0.05	0.21	0.00	0.00
0.07	0.05	0.04	0.20	0.00
0.07	0.05	0.04	0.03	0.20

Tabla 14: Matriz de Cholesky del riesgo estratégico

Estratégico				
0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
0.09	0.30	0.00	0.00	0.00
0.09	0.07	0.29	0.00	0.00
0.09	0.07	0.06	0.29	0.00
0.09	0.07	0.06	0.05	0.28

Tabla 15: Matriz de Cholesky del riesgo operacional

Operacional				
0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
0.04	0.13	0.00	0.00	0.00
0.04	0.03	0.13	0.00	0.00
0.04	0.03	0.02	0.13	0.00
0.04	0.03	0.02	0.02	0.13

Tabla 16: Matriz de Cholesky del riesgo regulatorio y de cumplimiento

Regulatorio & cumplimiento				
0.71	0.00	0.00	0.00	0.00
0.21	0.67	0.00	0.00	0.00
0.21	0.16	0.66	0.00	0.00
0.21	0.16	0.12	0.64	0.00
0.21	0.16	0.12	0.10	0.64

SIMULACIÓN DE MONTECARLO

Se va a proceder a la creación de una simulación de Montecarlo de 40.000 escenarios por cada tipología de riesgo.

Para cada escenario se ejecutan los siguientes pasos:

- Generación de un aleatorio por riesgo que respete una distribución uniforme 0-1; de manera que todos los valores posibles tengan la misma probabilidad de aparecer.
- El vector de aleatorios generados r se transforma en un vector de aleatorios correlacionados r_c utilizando la matriz de varianzas-covarianzas factorizada según Cholesky.

$$r_c = r * L$$

- Este vector correlacionado de aleatorios se filtra por una distribución de Poisson acumulada para que estos valores representen de forma discreta el número de eventos que dicho riesgo se materializa en el escenario en cuestión.

Para calcular el número de eventos a partir del número aleatorio correlacionado es necesario calcularse primero las diferentes curvas de Poisson para cada uno de los valores que toma su parámetro λ . Como λ es la frecuencia anualizada del riesgo, los datos necesarios para el número de eventos se deducen de la tabla siguiente:

Tabla 17: Puntos de la función de Poisson

Nº eventos	Frecuencia anualizada λ					
	0.5	1	0.02	0.9	0.1	0.2
1	0.90979599	0.735759	0.99980265	0.772482	0.9953212	0.9824769
2	0.9856123	0.919699	0.999998687	0.9371431	0.99984535	0.99885152
3	0.9982484	0.981012	0.99999999	0.986541	0.9999962	0.9999432
4	0.9998279	0.99634	1	0.997656	0.9999999	0.9999977
5	0.9999858	0.999406	1	0.999657	1	0.9999999
6	0.999999	0.999917	1	0.999957	1	1
7	0.9999999	0.99999	1	0.999995	1	1
8	1	0.999999	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1

Por ejemplo, 0.90979599 es el resultado de la función acumulada de Poisson de parámetro 0.5 cuya variable es 1. Por tanto, para una Poisson de $\lambda=0.5$, los números aleatorios que tomen valores menores de este valor, se traduce 0 veces de materialización del riesgo; los números aleatorios que tomen valores entre 0.90979599 y 0.9856123, se traduce en 1 vez de materialización del riesgo; los números aleatorios que tomen valores entre 0.9856123 y 0.9982484, se traduce en 2 veces de materialización del riesgo y así sucesivamente.

En otras palabras, estamos haciendo la función inversa de la función acumulada de Poisson. Conocido la probabilidad acumulada (el número aleatorio) se pretende llegar al valor que corresponde del eje de abscisas. Para discretizar el resultado se asigna rangos de variables acumuladas a un número de eventos. Por ejemplo, para la Poisson de $\lambda=0.5$ el rango de aleatorios $[0, 0.90979599]$ corresponde a cero eventos, es a partir de la probabilidad acumulada de 0.90979599 que se alcanza un número entero.

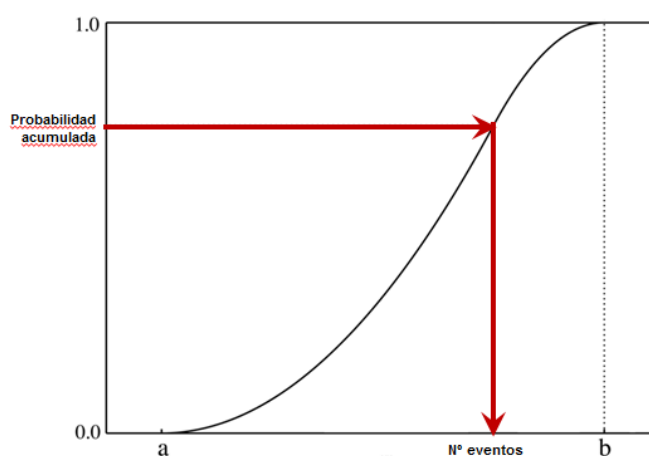


Ilustración 35. Obtención del número de eventos

- Para cada evento que se haya materializado se calcula la severidad de dicho evento siguiendo una función de distribución de Weibull acumulada. Los parámetros λ y μ , son un output de la herramienta Varcalc que se ha utilizado para el cálculo individual del VaR de cada riesgo.

De manera similar al cálculo del número de eventos, se utiliza la función acumulada inversa de Weibull pero sin necesidad de discretizar; para ello se procede a calcular una tabla de valores para cada riesgo que se está estudiando con sus parámetros específicos. A continuación, para cada aleatorio (que representa la probabilidad acumulada) se interpola en esta tabla y se deduce la severidad que tiene la materialización del riesgo en dicho evento.

- La pérdida total del escenario es la suma de las severidades calculadas.

Es de añadir que debido a que las frecuencias son muy bajas muchos escenarios no llevan asociados una materialización del riesgo y por tanto sus pérdidas son nulas. Esto es coherente puesto que se está tratando riesgos que rara vez tienen lugar.

- El VaR de percentil 99,95% de cada tipología de riesgo es la pérdida total del escenario que acumule el 99,95% de los escenarios. Esto es el escenario nº 39980 ($=40.000 \cdot 0,9995$). Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 18: Resultado del VaR por tipología de riesgo

Financiero	Entorno	Estratégico	Operacional	Regulatorio
Millones €	Millones €	Millones €	Millones €	Millones €
1.475	125	75	175	47

6.3.2 Agregación de las tipologías de riesgos

El método de agregación de las tipologías de riesgos se hace de forma similar a la agregación de los riesgos del mismo tipo. El objetivo es llegar a una única cifra a partir de los 5 VaR calculados anteriormente.

MATRICES DE VARIANZAS-COVARIANZAS

Como ya se ha visto anteriormente, para el cálculo de la matriz de varianzas-covarianzas es necesario conocer la volatilidad y la correlación.

La volatilidad es constante con respecto al cálculo anterior.

Tabla 19: Valores de volatilidad por tipología de riesgo

	financiero	entorno	estratégico	operacional	regulatorio
VOLATILIDAD	0.50	0.05	0.10	0.02	0.50
CORRELACIÓN	-	-	-	-	-

Por su parte la correlación corresponde al grado de dependencia que existe entre los riesgos de distintas tipologías. Por tanto el resultado es una matriz. El método de estimación de la correlación consiste en analizar la evolución de las variables driver definidas anteriormente por tipología de riesgo con el objetivo de buscar tendencias de comportamiento y extrapolar la dependencia de una tipología de riesgo con otra.

Se ha llegado a la siguiente matriz de correlaciones entre riesgos:

Tabla 20: Matriz de correlaciones entre tipología de riesgos

	Financiero	Entorno	Estratégico	Operacional	Regulatorio
Financiero	1	-0.1	0.5	0.1	0.1
Entorno	-0.1	1	0.5	0.1	0.1
Estratégico	-0.5	0.5	1	0.1	0.1
Operacional	-0.1	0.1	0.1	1	0.1
Regulatorio	0.1	0.1	0.1	0.1	1

Se han valorado las reciprocidades entre tipologías de riesgos de acuerdo con la siguiente escala:

Tabla 21: Escala de valoración de la correlación

Correlación	Escala
Alta	±0.9
Media	±0.5
Baja	±0.1

La correlación puede ser positiva o negativa según si la relación es directamente proporcional (+) o inversamente proporcional (-). Por ejemplo, si la tasa de paro baja el PIB subirá (inversamente proporcional); en cambio, el hecho de aumentar la inversión en I+D provocará un ligero ascenso en la cuota de mercado.

Finalmente se calcula la matriz de varianzas-covarianzas:

$$\Omega_{t_0} = \rho_{t_0,xy} \cdot v_x \cdot v_y$$

Siendo:

- $\rho_{t_0,xy}$: Correlación entre los riesgos x e y.
- v_x : Volatilidad del riesgo x en porcentaje.
- v_y : Volatilidad del riesgo y en porcentaje.

La varianza se define como la raíz de la volatilidad: $\sigma = \sqrt{v}$

La covarianza se define como: $\sigma_{xy} = \rho_{xy} * \sigma_x * \sigma_y$

De esta manera, la diagonal de la matriz estará formada por la volatilidad de la tipología del riesgo en cuestión y el resto de componentes será la covarianza.

Tabla 22: Matriz de varianza-covarianza entre tipologías de riesgo

	Financiero	Entorno	Reputacional	Estratégico	Operacional	Regulatorio
Financiero	0.50	-0.02	-0.13	-0.01	0.05	0.50
Entorno	-0.02	0.05	0.04	0.003	0.02	-0.02
Reputacional	-0.13	0.04	0.10	0.004	0.02	-0.13
Estratégico	-0.01	0.00	0.004	0.02	0.02	-0.01
Operacional	0.05	0.02	0.02	0.02	0.50	0.05
Regulatorio	0.50	-0.02	-0.13	-0.01	0.05	0.50

De forma similar, el objetivo de esta matriz de varianzas-covarianzas es correlacionar el vector de aleatorios que se generan para cada escenario en la simulación de Montecarlo. Es por ello, que se procede a factorizarla siguiendo el método de Cholesky. Para después multiplicarla por el vector de aleatorios y obtener así el vector de aleatorios correlacionados.

$$r_c = r * L$$

SIMULACIÓN DE MONTECARLO

Se va a proceder a la creación de una simulación de Montecarlo de 40.000 escenarios por cada tipología de riesgo.

Para cada escenario se ejecutan los siguientes pasos:

- Generación de un aleatorio por riesgo que respete una distribución uniforme 0-1; de manera que todos los valores posibles tengan la misma probabilidad de aparecer.
- El vector de aleatorios generados r se transforma en un vector de aleatorios correlacionados r_c utilizando la matriz de varianzas-covarianzas factorizada según Cholesky.
- Este vector correlacionado de aleatorios se filtra por una distribución de Poisson para que estos valores representen de forma discreta el número de eventos que dicho riesgo se materializa en el escenario en cuestión.
- Para cada riesgo se calcula la severidad de cada evento siguiendo una función de distribución de Weibull. Los parámetros λ y μ , son un output de la herramienta Varcalc que se volverá a lanzar con los siguientes datos de entrada:
 - Frecuencia media de materialización del riesgo: se toma el número de escenarios que se han obtenido en la integración de los riesgos de cada tipología entre el número de escenarios lanzados.
 - Impacto medio: media de las pérdidas de los escenarios lanzados en la simulación de Montecarlo de la integración de riesgos de cada tipología.
 - Impacto máximo: el VaR calculado anteriormente.
- La pérdida total del escenario es la suma de las severidades calculadas.
- Finalmente se calcula el VaR al 99,95% de confianza Enterprise-wide:

2496millones€

6.4 Conclusión

El caso práctico pretende mostrar un ejemplo del análisis cuantitativo y del proceso que sería recomendable implantar en el seno del departamento de gestión global de riesgos (*Enterprise Wide Risk Management*) con el objetivo de disponer de un marco exhaustivo del conjunto de riesgos que permita su gestión de forma eficiente.

El resultado final del VaR a nivel corporativo obtenido al 99,95% de confianza de 2.496 millones € resulta coherente dada la talla de la empresa energética que se ha elegido. Es decir, con una confianza del 99,95% se estima que las pérdidas económicas no superarán esta cifra.

La técnica que se ha elegido de estructurar el cálculo del VaR por tipologías permite obtener resultados intermedios del riesgo por dominio, lo cual es útil para su gestión:

- VaR de los riesgos financieros (1.475 millones €) es notablemente alto pero coherente con la relevancia de este tipo de riesgo frente a los restantes.
- VaR de los riesgos operacionales (175 millones €) resulta ligeramente bajo ya que la materialización de un evento operacional suele ser de carácter catastrófico.

Esto puede deberse a que se hayan minusvalorado los riesgos en la evaluación individual. Es frecuente que esto suceda cuando no existen observaciones o materializaciones recientes de un riesgo dado, se tiende a pensar que tal riesgo es casi imposible que suceda o que las consecuencias en caso de suceder no serían tan severas.

- VaR de los riesgos estratégicos (75 millones€), regulatorios (47 millones€) y de entorno (125 milones€) resultan coherentes.

Un eje de mejora es la revisión del impacto económico medio y máximo que se habían atribuido a cada riesgo ya que de ello dependen los parámetros de la función Weibull que modela la severidad de la simulación de Montecarlo.

Para ello sería útil tener acceso a una base de datos donde se anotan los diferentes eventos que acarrearán pérdidas económicas en el tiempo. Esto permitiría generar escenarios de Montecarlo más cercanos a la realidad reduciendo el error en el cálculo del VaR por tipología de riesgo y por tanto el VaR general de la *corporate*. Además proporcionaría una visión global de la evolución del impacto económico que han padecido así como de la identificación de nuevos riesgos a partir de los diferentes eventos históricos que permiten mantener el mapa de riesgos actualizado

Como únicamente se ha partido de un mapa de riesgos, sin acceso a un *reporting* o información de los eventos previamente acontecidos, se ha procedido a hacer en primer lugar un análisis individual de cada riesgo. Así el cálculo del VaR por riesgo ofrece una idea de las pérdidas futuras mediante una frase sencilla del tipo “cada x años pierdo y euros” además de una comparación de los riesgos que permita deducir qué riesgos tienen mayor impacto económico. Además, como consecuencia de este ejercicio individual, se podrá identificar los potenciales procesos y/o departamentos responsables de la mitigación de dichos riesgos.

Por último, la metodología propuesta es completa en cuanto a su planteamiento ya que recoge la correlación y la volatilidad de los riesgos; la modelización de la frecuencia y la severidad por las funciones estadísticas de Poisson y Weibull y la simulación de Montecarlo que permite generar escenarios posibles en los que se podría encontrar la *corporate*.

La implementación de este método se ha hecho de manera simple y mediante las funciones básicas de Excel con el objetivo de dirigirse a un amplio público. Así mismo las asunciones que se han tomado (p.ej. la homogeneización de la volatilidad, la asunción de funciones de Poisson para frecuencia y Weibull para severidad) se han llevado a cabo para evitar la complejidad del modelo enfocándose de esta manera en el objetivo central del proyecto: asimilación de la necesidad y comprensión de una metodología global de integración del conjunto de riesgos.

No obstante, para una mayor precisión, sería recomendable utilizar herramientas con mayor potencia estadística y de procesamiento para manejar un mayor número de riesgos, un mayor número de escenarios, analizar la sensibilidad del modelo ante cambios en las hipótesis, y gestionar un mayor número de variables driver que modelen la volatilidad y la correlación.

7. Bibliografía

- Implementing Robust Risk Appetite Frameworks to Strengthen Financial Institutions, IIF (2011).
- Guidelines on the Application of the Supervisory Review Process.
- <http://www.eba.europa.eu>
- <http://www.bis.org/publ/bcbs176.htm>
- <http://www.oecd.org/dataoecd/53/62/44679170.pdf>
- Illustrative Tools for Assessing Effectiveness of a System of Internal Control, COSO, Mayo 2013.
- Internal Control over External Financial Reporting: A Compendium of Approaches and Examples, COSO, mayo 2013.
- Guidance on monitoring internal control system. COSO, 2009.
- Internal Control Integrated Framework, COSO 1992.
- Presentación Enterprise Risk Management – Integrated Framework COSO II 29 de septiembre de 2004.
- <http://www.erisk.com/Learning/CaseStudies.asp>
- <http://www.theirm.org/>
- Rodríguez C., J. M., “Percepción y medida en la reputación empresarial”, Revista Economía Industrial, 2004.
- Control interno sobre la información financiera en las entidades cotizadas, CNMV junio 2010.
- ISO/FDIS 31000:2009(E)
- http://www.diffen.com/difference/Capex_vs_Opex
- Memoria anual de Repsol, Cepsa, Endesa.
- <http://mec21.etsii.upm.es/ayudainf/aprendainf/VisualBasic6/vbasic60.pdf>
- <http://www.sitmo.com/article/generating-correlated-random-numbers/> correlación de números aleatorios.