
**Propuesta de una Herramienta y Metodología
para el Análisis y Mejora de la Resiliencia
Empresarial**



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Tesis Doctoral

Raquel Sanchis Gisbert

Título de Doctor por la UPV

Dirigida por el Doctor

Raúl Poler Escoto

Doctorado en Ingeniería y Producción Industrial

Escuela de Doctorado

Universitat Politècnica de València

Marzo 2017

Dedicado

A mis padres, José Miguel y M^a Rosa
por su siempre inestimable ayuda y por su compromiso con la educación de sus hijas,
para que pudieran alcanzar todo su potencial.

A Alfred, mi compañero de viaje.

Y a Laura, mi vida.

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer a mi director de tesis, el Dr. Raúl Poler, el continuo interés, la total implicación, el apoyo cercano y la paciencia, mostrados durante todo el desarrollo de esta tesis así como durante toda mi carrera investigadora. Raúl, gracias por tu inestimable disponibilidad, tu motivación, tus orientaciones y por haberme transmitido todo el conocimiento necesario para alcanzar con éxito la consecución de los objetivos de la presente tesis doctoral. Pero además de eso, gracias por haber sabido encaminarme por el camino de la investigación, por ofrecerme sabios consejos para lograr mis metas profesionales y permitirme crecer como investigadora y persona. Mi más sincero agradecimiento.

Quiero agradecer al Dr. Luca Canetta por brindarme la oportunidad de realizar la estancia de investigación en el *Institute CIM for Sustainable Innovation - University of Applied Sciences of Southern Switzerland*. Gracias Luca por tu apoyo en mi labor científica así como por tu gran confianza en mí. Gracias por ofrecerme puntos de vista diferentes que me han servido para mejorar mis capacidades de reflexión y razonamiento.

Quiero agradecer a los evaluadores así como a los miembros del tribunal de la presente tesis por su esfuerzo y dedicación en revisar y ofrecer sus recomendaciones. También quiero dar las gracias al panel de expertos que han participado en la tesis pues con su conocimiento y contribuciones, han permitido un desarrollo firme de la investigación. Gracias por vuestro tiempo y por compartir vuestra gran experiencia en esta investigación. Del mismo modo, también quiero agradecer a las tres empresas participantes en la investigación, su dedicación en la aplicación y validación de la herramienta SATIER.

Del mismo modo me gustaría agradecer a mis compañeros del Centro de Investigación de Gestión e Ingeniería de Producción, especialmente a Fini Mula y Manuel Díaz-Madroñero por las siempre oportunas y eficaces sugerencias y consejos. Y sin duda a mi compañera Beatriz Andrés, gracias por tu amistad, tu cercanía, tus ánimos, y por todos los buenos momentos compartidos.

A todos mis amigos, especialmente a Lidia y Juanlu; Carmina y Dani; Eva y Raúl; Mónica y Rubén; y Ana; quiero agradecerlos todo el apoyo y ánimo recibido durante la realización de la tesis. A Andrea Castrovinci, Roberta Riassetto, Claudia Redaelli y a *Lanchetta Crew* (Simon, Ehsan, Giv, Aleksandra, Anna, Ines, Sho, Juliane, Nuka y Melis) que me hicieron sentir como en casa durante mi estancia de investigación en Suiza, y aún en la lejanía, siguen mis pasos y me sostienen.

También quiero dedicar unas palabras de agradecimiento a José Antonio y Mila por su tiempo y ayuda, pues han sido un gran apoyo.

Quiero agradecer infinitamente a mi familia el haber estado siempre a mi lado. A a mis padres, José Miguel y M^a Rosa, por su compromiso con nuestra educación, y su amor y apoyo incondicional en todo momento. Gracias por ser los principales promotores de mis sueños, por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas. Gracias por haberme infundido siempre los valores de responsabilidad, constancia y perseverancia que me han permitido crecer y desarrollarme en todas las facetas de mi vida. A mi hermana M^a Rosa, por ser el mejor ejemplo de hermana mayor que se puede tener; y a Rafa, Marcos y Elena por vuestro gran apoyo y por llenar mi vida de alegría.

Por último, y no menos importante, a Alfred, por ser el pilar fundamental en mi vida y ayudarme a encontrar el lado dulce de la vida. Gracias por escucharme, confiar en mí, comprenderme en todo momento, motivarme a alcanzar mis metas y hacerme reír, incluso cuando mis preocupaciones ocupaban todo mi tiempo. Gracias por tu paciencia, compromiso y apoyo, habiendo realizado también un gran esfuerzo para que esta tesis doctoral sea un hecho. Y como no, a mi pequeña Laura, mi vida, eres el detonante de mi felicidad, y también de mi esfuerzo y mis ganas de buscar lo mejor para ti. Gracias por hacerme feliz cada día y por inspirarme a ser mejor.

Resumen

En la actualidad, las empresas operan en entornos caracterizados por un gran dinamismo lo que provoca que estén expuestas a gran cantidad de situaciones adversas, cambios y eventos disruptivos que alteran su nivel de operación normal. Muchas empresas no pueden garantizar una reacción rápida, eficaz y eficiente ante situaciones inesperadas, por ello se precisa de herramientas que les permitan poseer la habilidad necesaria para prepararse de forma temprana ante eventos críticos y a recuperarse de ellos eficientemente en el caso de acontecimiento. La resiliencia empresarial se define como la capacidad que tienen las empresas para anticiparse y responder ante eventos disruptivos. Las consecuencias derivadas de una capacidad limitada de resiliencia empresarial afectan a la consecución de sus objetivos, reduciendo sus niveles de rendimiento, haciéndolas vulnerables y disminuyendo su competitividad.

A pesar de que el concepto de resiliencia ha sido estudiado y analizado en numerosas disciplinas, existe la necesidad de abordar el estudio de la resiliencia aplicada al ámbito empresarial, pues los enfoques actuales que tratan de analizar y mejorar la capacidad resiliente de las empresas se encuentran en un estado muy incipiente y conceptual. Por ello, el objetivo principal de la presente tesis es proporcionar a las empresas los mecanismos adecuados para poder analizar su capacidad de resiliencia empresarial y ofrecerles información relevante acerca de las pautas a seguir para mejorar dicha capacidad para, de esta forma, garantizar su continuidad a largo plazo. La presente tesis propone un enfoque completo, práctico y orientado al tejido empresarial, que consiste en la definición de la herramienta SATIER (*Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience*) y de una metodología que asista a las empresas a emprender un proyecto de análisis y mejora de su resiliencia empresarial.

La herramienta SATIER se basa en que la capacidad de resiliencia empresarial es función de las dos capacidades pre- y post- evento disruptivo: la capacidad de preparación que posee la empresa para anticiparse ante la amenaza de que se materialicen los eventos disruptivos, y la capacidad de recuperación, como respuesta ante un evento disruptivo que ya ha acontecido. Asimismo, la herramienta está definida basándose en el marco conceptual de análisis y mejora de la resiliencia empresarial que engloba la definición de un total de 71 eventos disruptivos con sus correspondientes 312 acciones preventivas.

A través de un cuestionario de autoevaluación, las empresas proporcionan la información de entrada a la herramienta SATIER para calcular el índice actual de la capacidad de resiliencia empresarial, que es función de los índices de sus capacidades constituyentes. SATIER también calcula el índice de resiliencia futuro basándose en la definición de una serie de mejoras que facilitan la transición del estado actual al estado ideal futuro. Dicha transición viene determinada por: (i) la capacidad de preparación, caracterizada por la implementación de un conjunto de acciones preventivas que incrementaran la habilidad de anticiparse y prepararse a través de la formulación de un modelo de programación matemática que ofrece una solución óptima en cuanto a la activación de las acciones preventivas y (ii) la capacidad de recuperación, basada en la gestión eficiente del conocimiento sobre el histórico de eventos disruptivos. SATIER ofrece un módulo de registro del conocimiento que servirá para que las empresas sean capaces de crear su propia base de conocimiento que mejore la respuesta ante eventos disruptivos.

La herramienta SATIER ha sido testada y validada en tres empresas de diferentes sectores tales como textil, automoción y construcción. La validación ha demostrado la idoneidad de la herramienta SATIER para calcular el índice de resiliencia empresarial actual y proporcionar las pautas acerca de qué acciones preventivas deberían implementar las empresas para mejorar su capacidad de preparación así como ofrecer el diseño del módulo de registro del conocimiento para mejorar su capacidad de recuperación y de este modo alcanzar un índice de resiliencia futuro mejorado.

Palabras claves: Eventos Disruptivos, Resiliencia Empresarial, Capacidad de Preparación, Capacidad de Recuperación, Acciones Preventivas, Acciones de Registro, Modelo Matemático de Programación Lineal Mixta Entera, Módulo de Registro del Conocimiento, SATIER

Abstract

Nowadays, enterprises operate in environments characterized by high dynamism what makes them to be exposed to many adverse situations, changes and disruptive events that alter their normal level of operation. Many enterprises cannot guarantee a quick, effective and efficient response to such unexpected situations. For this reason, tools are needed to enhance the preparedness to quickly react to these critical events and efficiently recover from them in case of occurrence. Enterprise resilience is defined as the ability of enterprises to anticipate and respond to disruptive events. The consequences of limited enterprise resilience have a negative impact on the accomplishment of enterprises objectives, reducing their performance levels, making them vulnerable and diminishing their competitiveness.

Although the concept of resilience has been studied and analyzed in many disciplines, it is necessary to address the study of resilience applied to enterprise world, since the current approaches that try to analyze and improve the resilient capacity of enterprises are in a very incipient and conceptual state. Therefore, the main objective of this thesis is to provide enterprises with the appropriate mechanisms to analyze their enterprise resilience capacity and offer them relevant information about the guidelines to be followed in order to improve this capacity to guarantee their long-term continuity. The present thesis proposes a complete, practical and enterprise-oriented, which consists of the definition of the SATIER tool (Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience) and a methodology that supports enterprises to undertake a project of analysis and improvement of their enterprise resilience.

The SATIER tool builds on the fact that enterprise resilience is a function of the two pre- and post-disruptive capabilities: the enterprises' preparedness to anticipate the threat of disruptive events materialization and the recovery capability, as the response capacity to a disruptive event that has already occurred. Moreover, the tool has been also defined based on the conceptual framework of analysis and improvement of enterprise resilience, which includes the definition of 71 disruptive events with their corresponding preventive actions.

Through a self-assessment questionnaire, enterprises provide the input datasets to the SATIER tool in order to calculate the current enterprise resilience index, which is function of the indices of their constituent capabilities. SATIER also calculates the future enterprise resilience index based on the definition of a series of improvements that facilitate the transition from the current state to the future ideal one. This transition is determined by: (i) the preparedness capability, characterized by the implementation of a set of preventive actions that increase the capacity of anticipation and preparation through the formulation of a mathematical programming model that offers an optimal solution for the activation of preventive actions and (ii) the recovery capability, based on the efficient knowledge management about the disruptive events historical. SATIER offers a knowledge registration module that allows enterprises to be able to create their own knowledge base to improve its response to disruptive events.

The SATIER tool has been tested and validated in three enterprises of different sectors such as textile, automotive and construction. The validation has demonstrated the suitability of the SATIER tool to calculate the current enterprise resilience index and to provide guidelines on which preventive actions enterprises should implement to improve their preparedness capability as well as offer the design of the knowledge registration module to improve its recovery capability and thus improve the future enterprise resilience index.

Keywords: Disruptive Events, Enterprise Resilience, Preparedness Capability, Recovery Capability, Preventive Actions, Registration Actions, Mixed integer linear programming, Knowledge Registration Module, SATIER

Resum

Avui en dia, les empreses operen en entorns caracteritzats per un gran dinamisme que els fa estar exposats a moltes situacions adverses, canvis i esdeveniments disruptius que alteren el seu nivell normal d'operació. Moltes empreses no poden garantir una reacció ràpida, eficaç i eficient davant de situacions inesperades, per la qual cosa necessiten eines per preparar-se davant a esdeveniments crítics i recuperar-se eficientment d'ells. La resiliència empresarial es defineix com la capacitat de les empreses per anticipar i respondre als esdeveniments disruptius. Les conseqüències derivades d'una capacitat de resiliència empresarial limitada afecten a l'assoliment dels seus objectius, reduint els nivells de rendiment, fent-les vulnerables i disminuint la seva competitivitat.

Encara que el concepte de resiliència ha estat estudiat i analitzat en moltes disciplines, cal abordar l'estudi de la resiliència aplicada al món empresarial, ja que les propostes actuals que tracten d'analitzar i millorar la capacitat resilient de les empreses es troben desenvolupades d'una manera molt incipient i en un estat molt conceptual. Per tant, l'objectiu principal d'aquesta tesi és proporcionar a les empreses els mecanismes adequats per analitzar la seva capacitat de resiliència empresarial i proporcionar-les informació rellevant sobre les pautes a seguir per millorar aquesta capacitat a fi de garantir la seva continuïtat a llarg terme. La present tesi presenta una proposta completa, pràctica i orientada al teixit empresarial, que consisteix en la definició de l'eina SATIER (*Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience*) i una metodologia que assisteix a les empreses a emprendre un projecte d'anàlisi i millora de la seva resiliència empresarial.

L'eina SATIER es basa en el fet que la resiliència empresarial és funció de les dues capacitats pre- i post-esdeveniment disruptiu: la capacitat de preparació de l'empresa per anticipar-se a l'amenaça de que es materialitzen esdeveniments disruptius i la capacitat de recuperació, com a resposta a un esdeveniment disruptiu que ja ha passat. L'eina està definida a partir del marc conceptual d'anàlisi i millora de la resiliència empresarial, que inclou la definició d'un total de 71 esdeveniments disruptius amb les seves corresponents accions preventives.

A través d'un qüestionari d'autoavaluació, les empreses proporcionen la informació d'entrada a l'eina SATIER per calcular l'índex actual de capacitat de resiliència empresarial, que és funció dels índexs de les seves capacitats constituents. SATIER també calcula l'índex de resiliència futur basant-se en la definició d'una sèrie de millores que faciliten la transició de l'estat actual a l'estat ideal futur. Aquesta transició està determinada per: (i) la capacitat de preparació, caracteritzada per la implementació d'un conjunt d'accions preventives que augmenten la capacitat d'anticipació i preparació a través de la formulació d'un model de programació matemàtica que ofereix una solució òptima per a la activació d'accions preventives i (ii) la capacitat de recuperació, basada en la gestió eficient del coneixement sobre l'històric dels esdeveniments disruptius. SATIER ofereix un mòdul de registre de coneixement que permetrà a les empreses ser capaços de crear la seva pròpia base de coneixements per millorar la resposta a esdeveniments disruptius.

L'eina SATIER ha estat testejada i validada en tres empreses de diferents sectors com el tèxtil, automoció i construcció. La validació ha demostrat la idoneïtat de l'eina SATIER per calcular l'actual índex de resiliència empresarial i proporcionar directrius sobre quines accions preventives les empreses han d'implementar per millorar la seva capacitat de preparació, així com proporcionar el disseny del mòdul de registre de coneixements per millorar la seva capacitat de recuperació i així aconseguir una un índex de resiliència futur millorat.

Paraules Clau: Esdeveniments Disruptius, Resiliència Empresarial, Capacitat de Preparació, Capacitat de Recuperació, Accions Preventives, Accions de Registre, Model Matemàtic de Programació Lineal Mixta, Mòdul de Registre de Coneixements, SATIER

Índice General

PARTE I. INTRODUCCIÓN.....	9
Capítulo 1. Introducción, Objetivos y Alcance	11
1.1 Introducción a la Resiliencia Empresarial.....	13
1.2 Planteamiento del Problema.....	14
1.3 Preguntas de Investigación y Objetivos de la Tesis	16
1.4 Alcance de la Investigación.....	18
1.5 Estructura de la Tesis	18
1.6 Referencias.....	19
1.7 Anexos	20
Capítulo 2. Metodología de Investigación	21
2.1 Introducción.....	23
2.2 Justificación del Enfoque de Investigación.....	24
2.3 Metodología de Investigación.....	27
2.4 Métodos y Técnicas de Investigación.....	30
2.5 Referencias	32
PARTE II. ESTADO DEL ARTE.....	35
Capítulo 3. Resiliencia Empresarial.....	37
3.1 Introducción.....	39
3.2 Metodología de Revisión de la Literatura.....	39
3.3 Resiliencia y Resiliencia Empresarial.....	43
3.4 Capacidades Constituyentes de la Resiliencia Empresarial	53
3.5 Elementos de la Resiliencia Empresarial	57
3.6 Conclusiones.....	68
3.7 Referencias	69
3.8 Anexos.....	74
Capítulo 4. Enfoques para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial	75
4.1 Introducción.....	77
4.2 La Importancia del Proceso de Medición y Análisis de las Capacidades Empresariales ¿Por qué Medir?.....	78
4.3 Revisión Bibliográfica sobre el Análisis y Mejora de la Resiliencia	79
4.4 Revisión Bibliográfica sobre el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial	81
4.5 Identificación de Limitaciones y Definición de las Necesidades de Investigación.....	98
4.6 Conclusiones.....	101
4.7 Referencias	101

PARTE III. PROPUESTA.....	104
Capítulo 5. Herramienta para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.....	106
5.1 Introducción.....	108
5.2 Marco Conceptual de la Herramienta SATIER.	108
5.3 Información de Entrada de SATIER.....	121
5.4 Cálculo del Índice de Resiliencia Empresarial	134
5.5 Información de Salida de SATIER	139
5.6 Herramienta SATIER	141
5.7 Conclusiones.....	163
5.8 Referencias	164
5.9 Anexos.....	167
Capítulo 6. Metodología para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.....	170
6.1 Revisión de Propuestas Metodológicas Afines.....	172
6.2 Propuesta Metodológica para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial	176
6.3 Conclusiones.....	205
6.4 Referencias	206
PARTE IV. APLICACIÓN	209
Capítulo 7. Aplicación de la Herramienta SATIER	211
7.1 Introducción.....	213
7.2 Aplicación de la Herramienta SATIER en los pilotos	214
7.3 Análisis Conjunto de la Aplicación de SATIER en los Pilotos	251
7.4 Conclusiones.....	255
7.5 Anexos.....	256
PARTE V. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	258
Capítulo 8. Conclusiones.....	260
8.1 Contribución de la Investigación	262
8.2. Respuesta a las Preguntas de Investigación	263
8.3. Cumplimiento de los Objetivos Propuestos	266
8.4. Ámbito de Aplicación de la Herramienta SATIER	272
8.5. Limitaciones	272
8.6. Discusión de los Resultados	273
Capítulo 9. Líneas Futuras de Investigación.....	276
9.1 Principales Líneas Futuras de Investigación.....	278

Índice de Tablas

Tabla 3.1. Resumen de las fuentes de información generales analizadas en la revisión bibliográfica.	40
Tabla 3.2. Resumen de las revistas analizadas en la revisión bibliográfica.	41
Tabla 3.3. Definiciones de resiliencia aplicadas a diversas disciplinas.	44
Tabla 3.4. Definiciones de resiliencia empresarial.	45
Tabla 3.5. Limitaciones de la gestión del riesgo y ventajas de la gestión de la resiliencia empresarial a través de SATIER.	49
Tabla 3.6. Proyectos Europeos de Investigación relacionados con la resiliencia en diferentes ámbitos. ...	51
Tabla 3.7. Resumen de las diferentes fuentes de disrupción según diferentes autores.	62
Tabla 3.8. Resumen de las fuentes de disrupción según Wagner y Bode (2006 y 2009).	63
Tabla 3.9. Clasificación de disrupciones según las fuentes (Barroso et al., 2008).	64
Tabla 3.10. Resumen de Barroso et al. (2011) sobre diferentes acciones preventivas en la fuente de disrupción de suministro.	66
Tabla 4.1. Resumen de los principales autores y la perspectiva de la resiliencia tratada en sus enfoques de análisis.	79
Tabla 4.2. Principales enfoques de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.	82
Tabla 4.3. Indicadores utilizados en el enfoque de McManus (2007) para evaluar la capacidad de resiliencia.	87
Tabla 4.4. Ejemplo de los elementos de la medida de rendimiento para la gestión de contrataciones.	89
Tabla 4.5. Resumen de los factores de vulnerabilidad y capacidades empresariales considerados en el marco conceptual de Pettit (2008)	90
Tabla 4.6. Ampliación de los indicadores propuestos en el enfoque de McManus et al. (2007)	92
Tabla 5.1. Ejemplo de la clasificación de los eventos disruptivos en según su origen y sub-origen.	112
Tabla 5.2. Resumen de la revisión bibliográfica del listado de eventos disruptivos de la herramienta SATIER.	114
Tabla 5.3. Ejemplo de la fuente de disrupción de origen social con algunos eventos disruptivos y sus acciones preventivas.	119
Tabla 5.4. Resultados obtenidos en la investigación de los términos relativos a la probabilidad (Valores expresados como %) (adaptada de Hillson, 2015)	122
Tabla 5.5. Descripción de los niveles de probabilidad de ocurrencia de eventos disruptivos según la herramienta SATIER.	122
Tabla 5.6. Valores numéricos para los diferentes niveles de severidad (Fine, 1971).	123
Tabla 5.7. Significado de los 5 niveles de severidad.	124
Tabla 5.8. Diferencias entre Fine (1971) y otros autores.	125
Tabla 5.9. Niveles de severidad junto con sus escalas numéricas según Patterson y Neailey (2002).	125
Tabla 5.10. Descripción en valores de las diferentes situaciones de la Figura 5.12.	129
Tabla 5.11. Estructura base de datos MariaDB con la información de entrada.	150
Tabla 5.12. Estructura base de datos MariaDB con la información de salida.	151

Tabla 6.1. Fases principales de las distintas propuestas metodológicas de áreas afines a la resiliencia empresarial.	172
Tabla 6.2. Propuesta metodológica de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.	177
Tabla 6.3. Perfiles/responsables para la cumplimentación de la información de la herramienta SATIER para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial.	183
Tabla 6.4. Identificación de los propietarios de información para el análisis general de la empresa.	186
Tabla 6.5. Identificación de los propietarios de información para el análisis actual y futuro de las capacidades de preparación y recuperación de la empresa.	187
Tabla 6.6. Ejemplos de indicadores para el control, evaluación y verificación de la implementación de las acciones preventivas/registro.	199
Tabla 6.7. Tipos de requerimientos de formación relacionados con la capacidad de resiliencia empresarial.	204
Tabla 7.1. Número de eventos disruptivos analizados según las 11 fuentes de disrupción del total de eventos definidos en SATIER.	214
Tabla 7.2. Resumen de los eventos disruptivos analizados.	216
Tabla 7.3. Resumen de las acciones preventivas seleccionadas.	218
Tabla 7.4. Acciones preventivas iguales analizadas que aplican a varios eventos disruptivos.	225
Tabla 7.5. C_i de los 45 eventos disruptivos analizados.	226
Tabla 7.6. CD_i de los eventos disruptivos de la solución óptima proporcionada por el MILP.	231
Tabla 7.7. Índice de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial actual (AS IS) y futuro (TO BE)	239
Tabla 7.8. Índice de la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial actual (AS IS) y futuro (TO BE).....	244
Tabla 7.9. Índice de resiliencia empresarial actual (AS IS) y futuro (TO BE).....	245
Tabla 7.10. C_i y CD_i de los 17 eventos disruptivos analizados, junto con la propuesta de acciones preventivas a activar.	246
Tabla 7.11. C_i y CD_i de los 12 eventos disruptivos analizados, junto con la propuesta de acciones preventivas a activar.	249
Tabla 7.12. Características de las empresas de los tres pilotos participantes en la aplicación de SATIER.	253
Tabla 7.13. Ámbito de aplicación de la herramienta SATIER.	253
Tabla 7.14. Comparativa de los índices de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial y de la propia resiliencia empresarial.	254
Tabla 8.1. Resumen de cómo la presente investigación ha abordado las necesidades de investigación futuras definidas en el capítulo 4.	269

Índice de Figuras

Figura 1.1. Esquema de la relación entre las preguntas de investigación y los objetivos específicos de la presente tesis.....	17
Figura 2.1. Enfoques de investigación y localización del enfoque constructivo de investigación (adaptada de Kasanen et al. 1993 y Reed, 2002)	23
Figura 2.2. Elementos del enfoque constructivo de investigación (adaptada de Kasanen et al., 1993).....	23
Figura 2.3. Diagrama resumen de la metodología de investigación.	28
Figura 3.1. Relación de convergencia entre la resiliencia y otras áreas de gestión empresariales (adaptada de Caralli et al., 2010).	50
Figura 3.2. Relación de convergencia de la resiliencia empresarial en SATIER (adaptada de Caralli et al., 2010).....	51
Figura 3.3. Representación de diferentes niveles de recuperación de una empresa tras el impacto de una disrupción	56
Figura 3.4. Esquema de los elementos y las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial.	57
Figura 3.5. Etapas de una disrupción (adaptada de Sheffi et al., 2005).....	59
Figura 3.6. Elementos de una disrupción.	60
Figura 3.7. Representación de las consecuencias de un evento disruptivos en el rendimiento de dos empresas A y B.....	64
Figura 3.8. Modelo de creación de conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1995).	67
Figura 4.1. Triangulo de resiliencia (adaptado de Tierney et al., 2007)	80
Figura 4.2. Severidad y duración del impacto sobre los KPIs como medida de la resiliencia de un sistema, donde la resiliencia es función del área bajo la curva (adaptado de Dalziell at al., 2004). ...	84
Figura 4.3. Representación de la zona de equilibrio de la resiliencia (adaptado de Pettit et al., 2010)	85
Figura 4.4. Resumen del marco conceptual de Pettit et al., (2010)	86
Figura 4.5. Árbol de valores de rendimiento de la gestión de la resiliencia.	89
Figura 4.6. Representación de los vacíos de resiliencia (Pettit et al., 2013).....	91
Figura 4.7. Resumen de la metodología de Barroso et al. (2011).	96
Figura 5.1. Capacidades de la resiliencia empresarial (adaptada de Sanchis y Poler, 2013).	109
Figura 5.2. Marco conceptual de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial.	110
Figura 5.3. Marco de análisis de las fuentes de disrupción de SATIER.....	111
Figura 5.4. Marco de análisis de los eventos disruptivos de SATIER.....	113
Figura 5.5. Las 10 disrupciones más mencionadas en la revisión bibliográfica.	117
Figura 5.6. Marco de análisis de las consecuencias de los eventos disruptivos de SATIER.....	117
Figura 5.7. Acciones preventivas como elementos de transición de la situación AS IS a la situación TO BE de la capacidad de preparación.	118
Figura 5.8. Acciones de registro como elementos de transición de la situación AS IS a la situación TO BE de la capacidad de recuperación.	120
Figura 5.9. Marco de análisis del estado actual de la capacidad de preparación.	121

Figura 5.10. Marco de análisis del estado futuro de la capacidad de preparación.	127
Figura 5.11. Representación de cómo influye la adopción de medidas preventivas en la frecuencia de ocurrencia de un evento disruptivo.	127
Figura 5.12. Representación de cómo influye la adopción de medidas preventivas en el rendimiento de la empresa.	128
Figura 5.13. Representación de cómo influye la adopción de medidas preventivas en la frecuencia de ocurrencia de un evento disruptivo y en el rendimiento de la empresa.	129
Figura 5.14. Mecanismos de control de la exactitud de la información introducida en la herramienta SATIER en su versión <i>offline</i>	130
Figura 5.15. Marco de análisis del estado actual de la capacidad de recuperación.	131
Figura 5.16. Marco del análisis del estado futuro de la capacidad de recuperación.	133
Figura 5.17. Resumen de la herramienta SATIER (Sanchis y Poler, 2016).	134
Figura 5.18. Esquema de la herramienta SATIER.	141
Figura 5.19. Cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER (Survey Gizmo, <i>online</i>).	142
Figura 5.20. Cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER (.xlsx).	143
Figura 5.21. Información adicional en la versión <i>online</i> del cuestionario de autoevaluación.	144
Figura 5.22. Información adicional en la versión <i>offline</i> del cuestionario de autoevaluación.	145
Figura 5.23. Instrucciones en la versión <i>online</i> del cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER.	146
Figura 5.24. Información para el análisis general de la empresa en la versión <i>online</i> del cuestionario de autoevaluación.	148
Figura 5.25. Información de entrada para el análisis del estado actual de la capacidad de preparación de la empresa en la versión <i>online</i> del cuestionario de autoevaluación.	148
Figura 5.26. Información de entrada para el análisis del estado futuro de la capacidad de preparación de la empresa en la versión <i>online</i> del cuestionario de autoevaluación.	149
Figura 5.27. Información para el análisis del estado actual y futuro de la capacidad recuperación en la versión <i>online</i> del cuestionario de autoevaluación.	149
Figura 5.28. Tabla en MariaDB con los datos de un cuestionario de autoevaluación de SATIER.	150
Figura 5.29. Código del MILP en lenguaje JuMP.	151
Figura 5.30. Parte del informe final enviado a las empresas.	153
Figura 5.31. Diagrama del módulo de registro de la herramienta SATIER.	154
Figura 5.32. Campos para el registro de información del bloque ¿qué ha ocurrido?	155
Figura 5.33. Campos para el registro de información del bloque ¿qué, quién, cuándo, por qué se hizo?	157
Figura 5.34. Campos para el registro de información del bloque de definición de un protocolo de actuación (sección de Información General).	158
Figura 5.35. Campos para el registro de información del bloque de definición de un protocolo de actuación (sección Registro del Protocolo).	159
Figura 5.36. Página web de la herramienta de autoevaluación para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial.	161

Figura 5.37. Proceso de ampliación de nuevos eventos disruptivos en la herramienta SATIER.	162
Figura 5.38. Proceso de ampliación de acciones preventivas en la herramienta SATIER.	163
Figura 6.1. Propuesta metodológica para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial según el ciclo PDCA.	176
Figura 6.2. Resumen de la propuesta metodológica.	179
Figura 6.3. Representación del ciclo de las fases de la propuesta metodológica (adaptada de SPW, 2015).	178
Figura 6.4. Relación entre las fuentes de disrupción de la herramienta SATIER y las diferentes unidades funcionales de una empresa para la identificación del ámbito y alcance del proceso de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.	181
Figura 6.5. División de las tareas en pre-análisis y post-análisis y mejora.	188
Figura 6.6. Tipo de análisis e información de entrada a la herramienta SATIER.	189
Figura 6.7. Esquema de las etapas de la Fase III: Cálculo del índice de resiliencia empresarial	191
Figura 6.8. Síntesis de la etapa de planificación de la ejecución de las acciones preventivas y de registro.	193
Figura 6.9. Implementación de las acciones preventivas (Etapa IV.3).....	196
Figura 6.10. Contexto de la fase de control, evaluación, verificación y seguimiento.	199
Figura 6.11. Niveles de control, seguimiento, evaluación y verificación.....	202
Figura 7.1. Elementos/Fases del registro del conocimiento.	214
Figura 7.2. Porcentajes del coste esperado anual de los eventos disruptivos según las fuentes de disrupción de SATIER.	226
Figura 7.3. Situación actual (AS IS) de la empresa en cuanto a su capacidad de preparación de la resiliencia empresarial.	227
Figura 7.4. Situación futura (TO BE) de la empresa en cuanto a su capacidad de preparación de la resiliencia empresarial.	230
Figura 7.5. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de aprovisionamiento. ...	235
Figura 7.6. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de clientes.	235
Figura 7.7. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de distribución.	236
Figura 7.8. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de eventos energéticos...	236
Figura 7.9. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de eventos del entorno...	236
Figura 7.10. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de eventos financieros.	237
Figura 7.11. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de gestión de inventarios.	237
Figura 7.12. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de legislación.	237
Figura 7.13. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de producción.	238
Figura 7.14. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de eventos sociales.	238
Figura 7.15. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de tecnología.	238
Figura 7.16. Ocurrencia de eventos disruptivos de la PYME textil en el pasado.	240

Figura 7.17. Registro de conocimiento relativo a los eventos disruptivos analizados.....240

Figura 7.18. Registro de conocimiento según las diferentes fuentes de disrupción para la situación AS IS.
..... 241

Figura 7.19. Predisposición de registro futuro de conocimiento relativo a los eventos disruptivos
acontecidos para el escenario TO BE.242

Figura 7.20. Predisposición de registro de conocimiento según las diferentes fuentes de disrupción para
el escenario TO BE.....242

Figura 7.21. Transición del estado AS IS al TO BE de la capacidad de recuperación de la resiliencia
empresarial. 243

Figura 7.22. Índices AS IS y TO BE de la capacidad de resiliencia empresarial y de sus capacidades
constituyentes: preparación y recuperación.245

Figura 7.23. Comparativa de las acciones preventivas seleccionadas y activadas según el número de
eventos disruptivos analizados en los tres pilotos. 254

Figura 8.1. Síntesis de la contribución global de la presente investigación.262

Figura 8.2. Beneficios de la aplicación de SATIER para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial
.....274

PARTE I. INTRODUCCIÓN

Capítulo 1. Introducción, Objetivos y Alcance

En este capítulo se presenta el problema objeto de estudio de la presente tesis doctoral. Se ofrece una visión general sobre la capacidad de resiliencia empresarial y su valor añadido para garantizar la continuidad en caso de que las empresas se vean afectadas por eventos disruptivos que amenacen su supervivencia. El capítulo también ofrece la definición de las preguntas de investigación y de los objetivos planteados para dar respuesta a dichas preguntas. Asimismo se describe el alcance al afrontar el proceso de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Finalmente, se presenta la estructura de la tesis mediante la definición de cómo está organizada.

1.1 Introducción a la Resiliencia Empresarial

Las empresas son entidades dinámicas que están constantemente adaptándose al cambio, bien sea debido como consecuencia del entorno que las rodea, a requerimientos internos o externos, o a nuevas situaciones que requieren su adecuación y respuesta. Por ello, se precisa de empresas ágiles, flexibles, rápidas, dinámicas y proactivas que se preparen ante la ocurrencia de cualquier contingencia crítica, que puedan recuperarse rápidamente alineando su estrategia, procesos, tecnología y personas para la consecución de sus objetivos, la maximización de su desempeño y la garantía de su capacidad de preparación y respuesta ante los continuos y cada vez más agudos cambios. Dicha habilidad ha sido definida como resiliencia empresarial (Sanchis y Poler, 2011).

El concepto de resiliencia fue propuesto por primera vez en el campo de la ecología por Holling, (1973), que definía a la resiliencia como: (a) un sistema (ecosistema, sociedad u organización) que persiste en un estado de equilibrio (estabilidad) y; (b) cómo los sistemas dinámicos se comportan cuando son estresados y movidos desde dicho equilibrio.

El concepto de resiliencia ha sido aplicado a gran cantidad de disciplinas, incluyendo por supuesto, el mundo empresarial e industrial. Desde la perspectiva empresarial, existen diferentes definiciones, siendo una de las más alineadas con la presente investigación, la definición de Hollnagel (2006), que la describe como la capacidad de un sistema para prever, reconocer, anticipar y defenderse de las disrupciones antes de que se produzcan consecuencias adversas. La habilidad de prever, reconocer y anticiparse ante disrupciones requiere de capacidad de preparación ante eventos disruptivos. Comfort, Sungu, Johnson y Dunn (2001) sugieren que un sistema debe crear un equilibrio entre la anticipación o preparación y la resiliencia. Por ello, no sólo se requiere de capacidad de preparación sino que, ante la ocurrencia de un evento disruptivo, Hollnagel (2006) también hace hincapié en defenderse, con lo cual las empresas precisan dar una respuesta al evento disruptivo, mediante su capacidad de recuperación.

La revisión bibliográfica también apunta a que las empresas deben igualmente poseer capacidad adaptativa (Dalziell y McManus, 2004; Rose y Liao, 2005; McManus, Seville, Brunson, y Vargo, 2007) para adaptarse rápidamente a los cambios. Sin embargo, la presente investigación no considera la capacidad adaptativa como una de las capacidades principales constituyentes de la resiliencia empresarial, pues es entendida como una capacidad necesaria e intrínseca a las capacidades de preparación, para dotar a las empresas de agilidad y flexibilidad en la implementación de acciones preventivas que se anticipen a la ocurrencia de eventos disruptivos, y a la capacidad de recuperación, para adaptarse, entender y recuperarse lo más eficientemente posible de los efectos negativos producidos por los eventos disruptivos. La capacidad de recuperación considera la gestión del conocimiento como un área vital en el estudio de la resiliencia empresarial. Se estima que una vez que un evento disruptivo ha acontecido y ha impactado en la empresa, el registro del conocimiento del histórico de eventos disruptivos, dotará a la empresa de una capacidad de recuperación mayor, que aquellas empresas que no dispongan de esta valiosa información. Con todo ello, la presente investigación considera que la resiliencia empresarial es función de las capacidades de preparación y recuperación.

El área de la gestión de la resiliencia empresarial es un área de estudio e investigación relativamente reciente. Desde hace décadas existen disciplinas que han tratado de minimizar los riesgos y la exposición de las empresas a estos. Sin embargo, estas disciplinas, afines al área de la resiliencia empresarial, no han evolucionado al mismo ritmo con el que las empresas se enfrentan a la dinamicidad del entorno y a la amenaza de disrupciones constantes. Por ello, se requiere de una nueva área de investigación que englobe los enfoques tradicionales de áreas afines como la gestión de riesgos, continuidad del negocio, recuperación ante desastres... pero que también desarrolle nuevas aproximaciones complementarias a los enfoques tradicionales para hacer frente a los requerimientos empresariales e industriales del entorno global actual. Caralli, Allen, Curtis, White y Young (2010) explican que la complementariedad en la gestión de la resiliencia juega un papel importante entre disciplinas y definen el concepto de convergencia como la armonización de las actividades que tratan de minimizar los efectos negativos de disrupciones y que tienen objetivos similares. Con todo ello, la gestión de la resiliencia es entendida como una macro área que engloba las áreas afines con sus enfoques tradicionales pero también desarrollos actuales e innovadores que tratan de hacer frente a la gran inestabilidad e incertidumbre en la que operan las empresas actualmente.

El detonante de la falta de capacidad de resiliencia en las empresas actuales son las disrupciones. Una disrupción engloba, la ocurrencia de un evento disruptivo, la fuente donde se origina dicho evento y sus consecuencias negativas (Sanchis y Poler, 2014). El evento disruptivo es cualquier situación previsible o

imprevisible que afecta el funcionamiento normal y a la estabilidad de una empresa o de su cadena de suministro (Barroso, Machado y Machado, 2011). En el momento en el cual un evento disruptivo acaece, una empresa es empujada desde un estado de relativo equilibrio a otro estado caracterizado por la inestabilidad. La facilidad con la que la empresa es movida a este nuevo estado inestable es una medida de la vulnerabilidad, entendida como la capacidad de preparación para hacer frente al evento disruptivo, mientras que el grado con el que la empresa da respuesta a dicho cambio, es una medida de su capacidad de recuperación.

Los enfoques actuales desarrollados para prepararse y hacer frente a disrupciones, son enfoques incipientes y muy teóricos, basados en lo que se denomina “*theory building*”, que trata de afianzar, mediante la definición de enfoques conceptuales, la base de conocimiento de la nueva área de gestión de la resiliencia empresarial, pero sin el desarrollo, por el momento, de enfoques completamente preparados, o al menos en versiones testeables, para ser aplicados en casos reales de empresas. La revisión bibliográfica desvela los enfoques conceptuales desarrollados por Woods y Wreathall, (2003); Dalziell y McManus (2004); y Stolker, Karydas, y Rouvroye, (2008) como única fuente de provisión de conocimiento a la base científica en resiliencia empresarial. Existen otros autores (Pettit, 2008; Pettit, Fiksel y Croxton, 2010; Barroso, Machado y Machado, 2011; McManus, Seville, Brunson y Vargo, 2007; y Lee, Vargo y Seville, 2013) que, mediante la definición de medibles y propuestas metodológicas, centran sus esfuerzos de una manera más enérgica en analizar y mejorar la resiliencia aplicada al mundo empresarial desde una perspectiva más práctica. Sin embargo, aunque la investigación en resiliencia en otras áreas (ecología, psicología, sistemas, etc.) ha sido muy intensa desde hace décadas, el estudio de la resiliencia en el ámbito empresarial, parece que empieza a tomar notoriedad a partir del año 2001, tras los ataques terroristas del 11-S, en el que muchas empresas, principalmente estadounidenses, pero también del resto del mundo, se vieron afectadas por paros intermitentes en sus líneas de producción al cerrarse el espacio aéreo estadounidense durante varios días por primera vez en su historia, y en varios países como Canadá (*National Commission on Terrorist Attacks Upon the United States*, 2004).

Las limitaciones de las investigaciones actuales para el análisis y mejora de la resiliencia se centran en, aparte de que la gran mayoría de los desarrollos tan sólo contribuyen al sustento y expansión de la base de conocimiento teórico sobre resiliencia empresarial, la inexistencia de herramientas de análisis de la resiliencia empresarial que proporcionen una visión detallada acerca de qué acciones implementar de forma óptima para mejorar la capacidad de resiliencia empresarial. Los enfoques existentes tampoco ofrecen información acerca de los eventos disruptivos ya acontecidos de forma que dicho conocimiento esté disponible para ser reutilizado en caso de nuevo acontecimiento. Es por ello, que se precisa proporcionar a las empresas los mecanismos adecuados para poder analizar su capacidad de resiliencia empresarial y ofrecerles información relevante acerca de las pautas a seguir para mejorar dicha capacidad para, de esta forma, garantizar su continuidad a largo plazo.

La sección 1.2 detalla el planteamiento del problema a través de la definición de un caso ficticio análogo a un caso real. El apartado 1.3 define las preguntas de investigación así como los objetivos de la investigación asociados a dichas preguntas. En la sección 1.4, se define el alcance de la investigación. Finalmente, la sección 1.5 describe cómo se encuentra estructurada la presente tesis.

1.2 Planteamiento del Problema

El planteamiento del problema, se describe a partir de un caso hipotético, que tiene ciertas sinergias con un caso real acontecido, cuyo objetivo es ilustrar la importancia de analizar y mejorar la capacidad de resiliencia empresarial, no sólo para mejorar la perspectiva reactiva de la empresa, mediante su capacidad de recuperación sino para mejorar también la capacidad proactiva de preparación.

El caso hipotético engloba a una empresa fabricante cuyo proveedor principal le suministra 4 componentes claves para la fabricación de uno de sus productos estrella. En el ejemplo, se analiza la capacidad de resiliencia del fabricante. El proveedor está sufriendo, desde hace cierto tiempo, un ambiente hostil en la empresa, lo que desencadena en una huelga repentina que dura 4 días.

¿Cómo afecta el paro del proveedor al fabricante cuando éste no es resiliente? El fabricante, que no es resiliente, no ha tomado ninguna medida para anticiparse a un evento en el que repentinamente su proveedor clave deje de suministrarle los 4 componentes necesarios para producir su producto estrella. Por lo tanto, el fabricante también tiene que parar su producción pues no tiene ninguna acción implementada que minimice los efectos negativos del evento disruptivo.

¿Cómo le afectaría dicho evento en caso de ser resiliente? El fabricante, en el pasado, decidió mantener cierto stock de seguridad, aunque esto va en detrimento de los objetivos financieros debido al coste de inventariar, pero al fabricante tiene aversión al riesgo y prefiere mantener cierto stock de seguridad para hacer frente a interrupciones repentinas del suministro, como en este caso. Sin embargo, para no penalizar en sobre medida a los costes, tan sólo tiene stock de seguridad para hacer frente a una interrupción del suministro de 1 día. Además, como esta política fue definida de manera proactiva hace ya algún tiempo, también se decidió buscar proveedores alternativos de estos 4 componentes y encontraron proveedores para 3 de los 4 componentes. Los componentes de estos proveedores son más caros que los del proveedor habitual, sin embargo, para mantener las relaciones, el fabricante realiza compras esporádicas a estos proveedores. Debido a las compras pasadas, el fabricante conoce que el tiempo de suministro para los 3 componentes es de un día, con lo cual su nivel de stock de seguridad cubre el tiempo de suministro. Por lo tanto, este ejemplo ilustra cómo la empresa es mucho más resiliente adoptando estas medidas preventivas, ya que está más preparada ante la ocurrencia de una interrupción en el suministro. Sin embargo, continúa sin poder fabricar su producto final, pues le falta un cuarto componente, del cual sólo tiene stock de seguridad para un día. El fabricante posee un sistema de gestión del conocimiento en el cual están registrados eventos disruptivos pasados, las acciones de recuperación que se llevaron a cabo para volver al nivel de operación normal, un análisis detallado de lo que aconteció que permitió definir un protocolo de actuación para poseer toda la información disponible de cómo actuar en caso de que el mismo evento o similar vuelva a acontecer. En el momento que el proveedor le explica al fabricante que sus trabajadores están en huelga y que no podrá suministrarle los componentes durante el tiempo que dure la huelga, el fabricante busca en su repositorio de gestión del conocimiento un evento disruptivo similar y encuentra que esto ocurrió con otro proveedor y que la solución encontrada fue negociar la entrega de los componentes utilizando la capacidad extra de otras plantas industriales del proveedor y así lo hizo la empresa. Negoció con su proveedor que le fabricaría el cuarto componente utilizando la capacidad extra de otra planta industrial, que aunque se encuentra a una mayor distancia y por lo tanto, el tiempo de suministro es mayor, a través de los servicios urgentes de transporte, el tiempo de entrega es el deseado. Con lo cual, la empresa, pese a tener que hacer frente a una inversión en resiliencia, a los sobrecostes por mantener cierto stock de seguridad, la adquisición más cara de tres de sus componentes y el coste del transporte urgente (aunque en este caso fue el proveedor quien asumió la diferencia), pudo fabricar y servir sus productos a tiempo sin ningún tipo de retraso, lo cual le hubiese supuesto pérdidas millonarias, que en este caso, se tradujeron a una pequeña disminución del margen de beneficio.

Para mejorar la capacidad de resiliencia empresarial, se precisa de una inversión pues las empresas no son resilientes por sí mismas basándose en sus capacidades intrínsecas como apuntan algunos autores (Pettit, Fiksel y Croxton, 2010), sino que deben implementar acciones que favorezcan la capacidad de resiliencia o las capacidades constituyentes de la misma. Las empresas son cada vez más conscientes de la necesidad de destinar una partida presupuestaria anual a la mejora de la resiliencia para de este modo garantizar su continuidad y supervivencia en caso de verse afectadas por una disrupción. Dicha partida presupuestaria puede ir destinada tanto a la implementación de acciones que mejoren la resiliencia empresarial como para sustentar la ejecución y funcionamiento de dichas acciones.

Un caso real y reciente (Agosto 2016), es el que afecta actualmente a Volkswagen, el mayor fabricante de automóviles de Europa. A causa de un contencioso con dos empresas suministradoras, éstas han dejado de enviar sus productos a la planta de fabricación Volkswagen en Wolfsburgo, y la compañía de automoción se ha visto obligada a paralizar la producción de su modelo Golf durante al menos una semana. La falta de componentes también ha afectado a las factorías de Braunschweig (en el norte), Zwickau (este) y Kassel (centro) (ElPais, 2016). Esta inédita y peligrosa crisis le ha causado pérdidas millonarias, así como un daño irreparable en su buen quehacer (que ya se encuentra en entredicho, por el escándalo de las emisiones contaminantes de sus motores diésel en vehículos vendidos entre 2009 y 2015), pues ha trascendido a la prensa, a través de un portavoz de las dos empresas suministradoras, que el conflicto se centra en un contencioso legal sobre pedidos que habían sido cancelados sin ningún tipo de compensación por el consorcio alemán, lo cual provoca que la imagen de la compañía tenga una connotación negativa de despotismo y absolutismo frente a las empresas suministradoras. Este ejemplo ilustra como un evento disruptivo, como la interrupción del suministro de componentes claves para la producción de un fabricante puede dañar considerablemente a una empresa si no se anticipa y se prepara ante este tipo de eventos y si no responde de la forma más eficiente para recuperarse lo antes posible. Es primordial ser resiliente y más en la actualidad, caracterizada por un entorno global y en ocasiones conflictivo.

Una herramienta de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, junto con una propuesta metodológica que la sustente, parece todavía ausente en la bibliografía (Woods et al., 2003). La revisión bibliográfica desvela que las aproximaciones existentes presentan ciertas limitaciones:

- Se centran en el estudio de una de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial, o bien en su capacidad de preparación ante eventos disruptivos (McManus et al., 2007 y Lee et al., 2013) o en su capacidad de recuperación ante la ocurrencia del mismo, pero no hay enfoques globales que cubran las perspectivas pre- y post evento disruptivo.
- Precisan del soporte externo de expertos con gran experiencia para llevar a cabo el análisis y la mejora de la capacidad de resiliencia de la empresa, lo que limita considerablemente la autonomía de la empresa (McManus et al., 2007).
- Ofrecen información acerca de la capacidad de resiliencia de las empresas pero no proporcionan información sobre cómo mejorar dicha capacidad, pues de nada sirve un análisis si no se proponen acciones de mejora.
- Son desarrollos aplicables a un ámbito muy limitado, bien porque tan sólo se analiza un evento disruptivo o bien porque son sólo aplicables a un tipo determinado de organización (por ejemplo análisis de la resiliencia en hospitales) y no son enfoques generales que puedan ser aplicados universalmente (McManus et al., 2007).

En consecuencia, se puede afirmar que se precisan de mecanismos de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, globales, universales y con carácter práctico que puedan ser aplicados a cualquier tipo de empresa de cualquier tamaño o sector. Y sobre esta base se asienta la presente investigación.

1.3 Preguntas de Investigación y Objetivos de la Tesis

En el entorno actual global, donde las empresas están continuamente haciendo frente a eventos disruptivos intentando asegurar su continuidad y supervivencia a largo plazo, la resiliencia empresarial se presenta como la capacidad imperiosa y relevante que dote a las empresas de facultad de preparación y recuperación de manera eficiente ante los efectos negativos de los eventos disruptivos.

La definición de objetivos de la presente tesis está alineada con la definición y planteamiento de las preguntas de investigación para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial con el fin de precisar el objetivo global de la investigación. Se plantea una cuestión de investigación general así como 6 cuestiones específicas que abarcan diferentes ámbitos de la presente tesis:

Pregunta General de la Investigación
¿Cómo puede una empresa analizar y mejorar su capacidad de resiliencia empresarial?

La presente tesis tratará de dar respuesta a las siguientes Preguntas de Investigación (PI):

- PI1. ¿Podría describirse de forma específica una metodología que de soporte y guíe a las empresas que pretendan analizar y mejorar su capacidad de resiliencia empresarial?
- PI2. ¿Podría desarrollarse una herramienta que evalúe la resiliencia empresarial a través del análisis de las disrupciones potenciales que puedan acontecer e impactar en la empresa?
- PI3. ¿Qué tipo de información precisa la empresa para poder tomar decisiones relativas a cómo mejorar su capacidad de preparación ante la ocurrencia de eventos disruptivos?
- PI4. ¿Cómo podría la empresa hacer más eficiente el proceso de recuperación ante la ocurrencia de uno o varios eventos disruptivos cuyos efectos negativos impactan de forma perjudicial en la misma?
- PI5. ¿Cómo podría una empresa saber si sus procesos son hoy más resilientes de lo que lo eran ayer?
- PI6. ¿Podría analizarse la capacidad de resiliencia empresarial periódicamente? ¿La herramienta presentaría información actualizada acerca de las futuras amenazas así como de las acciones para hacer frente a dichas amenazas?

Para dar una respuesta a la pregunta general de la investigación, se define el objetivo principal de la presente investigación que es el que se detalla a continuación:

Objetivo Principal de la Investigación
Análisis y Mejora de la Capacidad de Resiliencia Empresarial

Partiendo de la definición del objetivo principal de la tesis, los objetivos específicos de la misma se resumen a continuación:

- O1. Propuesta de una metodología para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial que guie a la alta dirección y a las diferentes unidades funcionales de la empresa en identificar los eventos disruptivos críticos así como las alternativas más adecuadas.
- O2. Desarrollo de una herramienta de análisis y mejora de la capacidad de resiliencia empresarial:
 - O2.1. Que proporcione información acerca de en qué estado se encuentran las empresas en cuanto a su índice de resiliencia actual y hasta qué nivel podrían las empresas mejorar su capacidad de resiliencia futura.
 - O2.2. Que asista en la toma de decisiones sobre qué acciones preventivas se deben activar e implementar para mejorar la capacidad de preparación de las empresas.
 - O2.3. Que permita el registro de información relevante acerca de la ocurrencia de eventos disruptivos que sirva de soporte para una recuperación eficiente ante el acontecimiento de situaciones adversas.
- O3. Testeo de la utilidad de la metodología de análisis y mejora de la resiliencia empresarial como instrumento de guía, ayuda, análisis, soporte a la toma de decisiones e innovación de las empresas para la gestión eficiente de la capacidad de resiliencia empresarial.
- O4. Testeo de la utilidad de la herramienta de análisis y mejora de la resiliencia como mecanismo de soporte a la toma de decisiones empresarial y registro del conocimiento relativo a la capacidad resiliente.
- O5. Recopilación de eventos disruptivos potenciales y acciones preventivas de interés a ser activadas e implementadas para la ampliación y la mejora continua de la herramienta de análisis y mejora de la capacidad de resiliencia a largo plazo.

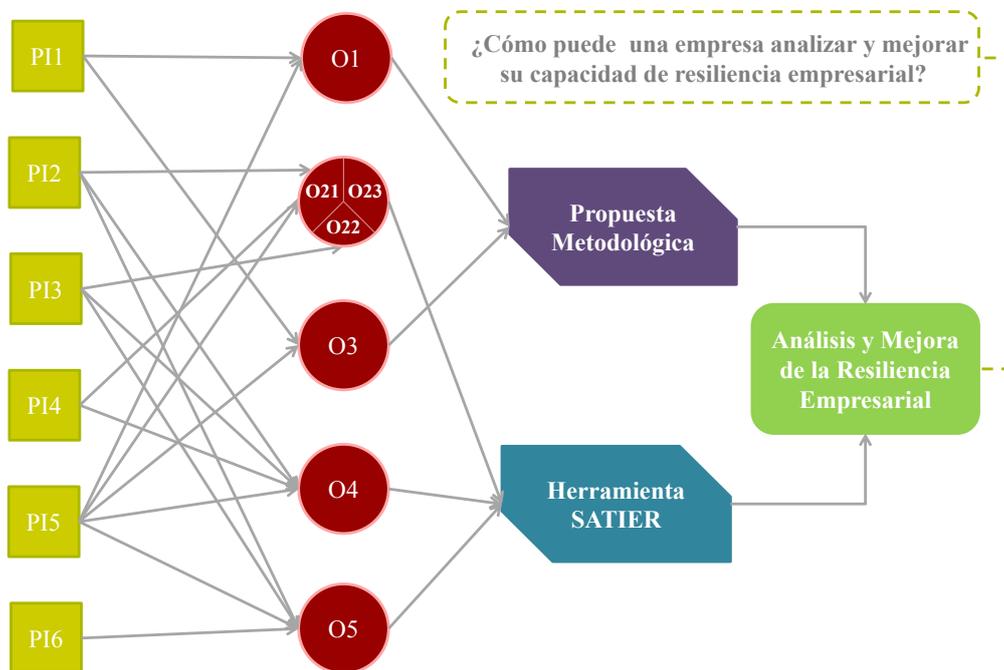


Figura 1.1. Esquema de la relación entre las preguntas de investigación y los objetivos específicos de la presente tesis.

Las preguntas de investigación van asociadas a la definición de objetivos de la presente investigación y a su vez, los objetivos van vinculados a las necesidades futuras de investigación que han sido detectadas en el Capítulo 4. Enfoques para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.

La Figura 1.1 muestra la relación entre las preguntas de investigación y los objetivos de la presente tesis. La relación global entre preguntas, objetivos y necesidades de investigación, se describe en el capítulo 4, pues las necesidades de investigación surgen tras la finalización de la revisión bibliográfica y el desarrollo del estado del arte sobre enfoques para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial, en el cual se concluye que no existen evidencias de contribuciones que proporcionen un enfoque integrador de una solución completa (marco conceptual, herramienta y metodología) de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

1.4 Alcance de la Investigación

La presente investigación pretende determinar el índice de resiliencia actual y futuro de las empresas, basándose en las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial que durante el desarrollo de los capítulos posteriores, serán definidas como la capacidad de preparación y recuperación. Queda fuera del ámbito de esta investigación, analizar la capacidad adaptativa, que algunos autores (Dovers y Handmer, 1992; Starr, Newfrock y Delurey, 2003; Luers, Lobell, Sklar, Addams, y Matson, 2003; Dalziell y McManus, 2004; Christopher, 2005; McManus, Seville, Brunson y Vargo, 2007) consideran como una de las capacidades influyentes a la hora de mejorar la capacidad de resiliencia empresarial. Sin embargo, en esta investigación, se considera la capacidad adaptativa como una capacidad intrínseca de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial, ya que para poder mejorar la capacidad de preparación ante eventos disruptivos, se precisa ser adaptable para prepararse de forma flexible y para mejorar la capacidad de recuperación, también se requiere adaptación para recuperarse de forma ágil una vez que algún evento disruptivo ha acontecido.

La herramienta SATIER para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial es una herramienta, tal y como se describe en el capítulo 5, desarrollada en base a un marco conceptual que contempla el análisis de 11 fuentes de disrupción, siendo éstas: aprovisionamiento, clientes, distribución, energía, entorno, finanzas, inventarios, legislación, producción, aspectos sociales y tecnología. La razón por la cual la herramienta está dividida en las 11 fuentes de disrupciones es debida a que de esta forma se facilita el proceso de recopilación de la información necesaria para ser cumplimentada a través el cuestionario de autoevaluación que posee SATIER, tal y como se verá posteriormente en la sección 6.2.2 del capítulo 6. Por otra parte destacar que la categorización de las 11 fuentes de disrupción también ha venido determinada por el análisis de los eventos disruptivos más críticos y más citados en la literatura tal y como se describe en la sección 5.2.2.2 del capítulo 5. No obstante, señalar que la herramienta SATIER posee una estructura abierta de recopilación de la información que permite a los usuarios la posibilidad de incluir cualquier evento disruptivo que se quiera analizar junto con la definición de acciones preventivas que la empresa desee valorar.

Por tanto, el alcance de la presente tesis se centra en proporcionar los medios óptimos para analizar la capacidad resiliente de las empresas a través de una herramienta cuyo ámbito de aplicación abarca 11 fuentes de disrupción, albergando 71 eventos disruptivos y 312 acciones preventivas, y considerando como capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial, las capacidades de preparación y recuperación.

1.5 Estructura de la Tesis

La tesis se estructura en 9 capítulos, cuyo contenido se sintetiza a continuación:

PARTE I. INTRODUCCIÓN

Capítulo 1. Introducción, Objetivos y Alcance.

Incluye una breve descripción de la disciplina de la resiliencia empresarial, junto con la identificación del problema propuesto y el planteamiento de los objetivos de la tesis y el alcance de la investigación.

Capítulo 2. Metodología de Investigación.

Se detalla la metodología de investigación seleccionada para alcanzar los objetivos propuestos. Este capítulo incluye un esquema del programa de investigación y su relación con los capítulos de la tesis.

PARTE II. ESTADO DEL ARTE

Capítulo 3. Revisión Bibliográfica en Resiliencia Empresarial.

Se expone una revisión bibliográfica general, explicando los conceptos más relevantes relativos a la capacidad de resiliencia. Se muestran las características particulares de la nueva área de gestión de resiliencia empresarial y sus diferencias y complementariedades con otras áreas afines a la misma como son la gestión de la continuidad, del riesgo, de eventos, etc. Además se detallan las principales capacidades constituyentes de la resiliencia y sus elementos vitales.

Capítulo 4. Revisión Bibliográfica de Enfoques para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.

Se muestra la revisión bibliográfica sobre los principales enfoques y metodologías de análisis y mejora de la resiliencia empresarial así como las limitaciones de dichos enfoques. De ello, surge la definición de las necesidades futuras de investigación con el objetivo de orientar la presente investigación hacia las direcciones apropiadas para vencer los inconvenientes de los estudios actuales.

PARTE III. PROPUESTA

Capítulo 5. Herramienta para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.

Se detalla el marco conceptual sobre el que se sostiene la herramienta para la mejora de la resiliencia empresarial (SATIER – *Self Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience*) así como la definición de la herramienta, que consta de un cuestionario de autoevaluación disponible a través de <http://satier.blogs.upv.es/> como canal de entrada de la información de la empresa, un modelo de programación lineal mixta entera, modelado en JuMP y resuelto con el *solver* Cbc que proporciona información de salida muy valiosa y de gran ayuda para la toma de decisiones para la mejora de la resiliencia empresarial, y el diseño de un módulo de registro del conocimiento relativo a aspectos disruptivos que pongan en peligro la continuidad del ciclo vital de la empresa.

Capítulo 6. Metodología para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.

En este capítulo, se detalla, como recurso complementario a la herramienta SATIER, una propuesta metodológica para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. La metodología consta de 6 fases y 24 etapas, donde se describen los pasos a seguir para emprender un proyecto de esta envergadura que sirva de guía y orientación para las empresas.

PARTE IV. APLICACIÓN

Capítulo 7. Aplicación de la Herramienta SATIER.

Incluye la aplicación de la herramienta SATIER a través de 3 pruebas piloto en empresas reales de los sectores textil, automoción y construcción-promoción en las que se ha analizado la capacidad de resiliencia de la empresa según las fuentes de disrupción de interés para las mismas.

PART V. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Capítulo 8. Conclusiones.

En este capítulo se muestra un resumen y síntesis de las conclusiones alcanzadas con el desarrollo de la tesis así como una valoración de éstas de acuerdo con el *status questionis* en resiliencia empresarial. También ofrece una recapitulación acerca de cómo se han alcanzado los objetivos propuestos inicialmente, reflejando el alcance de la aplicación así como las limitaciones de la investigación

Capítulo 9. Líneas Futuras de Investigación.

Este capítulo detalla las líneas futuras de investigación en el área de estudio de la resiliencia empresarial. Se describen las recomendaciones que puedan ser útiles al problema de investigación, así como las consecuencias y determinaciones que puedan contribuir al desarrollo futuro del conocimiento.

1.6 Referencias

Barroso, A. P., Machado, V. C., & Machado, V. H. (2011). Supply chain resilience using the mapping approach. In P. Li (Eds.), *Supply Chain Management* (pp. 162-184). INTECH Open Access Publisher.

- Caralli, R. A., Allen, J. H., Curtis, P. D., White, D. W., & Young, L. R. (2010). CERT® Resilience Management Model, Version 1.0 Improving Operational Resilience Processes. *Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute*.
- Christopher, M. (2005). Managing risk in the supply chain. *Supply Chain Practice*, 7(2), 4-21.
- Comfort, L. K., Sungu, Y., Johnson, D., & Dunn, M. (2001). Complex systems in crisis: Anticipation and resilience in dynamic environments. *Journal of contingencies and crisis management*, 9(3), 144-158.
- Dalziell, E. P., & McManus, S. T. (2004). Resilience, vulnerability, and adaptive capacity: implications for system performance. In *Proceedings of the International Forum for Engineering Decision Making* (pp.1-17).
- Dovers, S. R., & Handmer, J. W. (1992). Uncertainty, sustainability and change. *Global Environmental Change*, 2(4), 262-276.
- ElPais (2016). Volkswagen paraliza la producción del Golf en su principal planta alemana. Retrieved from http://economia.elpais.com/economia/2016/08/20/actualidad/1471702806_041210.html
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual review of ecology and systematics*, 1-23.
- Hollnagel, E. (2006). Resilience-the challenge of the unstable. Resilience engineering. E. Hollnagel, DD Woods and N. Leveson. *Hampshire, Ashgate*, 9-17.
- Lee, A. V., Vargo, J., & Seville, E. (2013). Developing a tool to measure and compare organizations' resilience. *Natural hazards review*, 14(1), 29-41.
- Luers, A. L., Lobell, D. B., Sklar, L. S., Addams, C. L., & Matson, P. A. (2003). A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global environmental change*, 13(4), 255-267.
- McManus, S., Seville, E., Brunson, D., & Vargo, J. (2007). *Resilience management: a framework for assessing and improving the resilience of organisations*. Resilient organisations research report.
- National Commission on Terrorist Attacks Upon the United States. (2004). Wartime. Retrieved from http://www.9-11commission.gov/report/911Report_Ch10.htm
- Pettit, T. J., Fiksel, J., & Croxton, K. L. (2010). Ensuring supply chain resilience: Development of a conceptual framework. *Journal of Business Logistics*, 31(1), 1-21.
- Rose, A., & Liao, S. Y. (2005). Modeling regional economic resilience to disasters: a computable general equilibrium analysis of water service disruptions. *Journal of Regional Science*, 45(1), 75-112.
- Rose, A., & Liao, S. Y. (2005). Modeling regional economic resilience to disasters: a computable general equilibrium analysis of water service disruptions. *Journal of Regional Science*, 45(1), 75-112.
- Sanchis, R., & Escoto, R. (2011). Medición de la resiliencia empresarial ante eventos disruptivos. Una revisión del estado del arte. In *XV Congreso de Ingeniería de Organización: Cartagena, 7 a 9 de Septiembre de 2011* (pp. 104-113).
- Sanchis, R., & Poler, R. (2014). Enterprise resilience assessment: a categorisation framework of disruptions. In *Dirección y organización* (Vol. 54, pp. 45-53). Universidad Politécnica de Madrid.
- Starr, R., Newfrock, J., & Delurey, M. (2003). Enterprise resilience: managing risk in the networked economy. *Strategy and Business*, 70-79.
- Stolker, R. J. M., Karydas, D. M., & Rouvroye, J. L. (2008, October). A comprehensive approach to assess operational resilience. In *Proceedings of the third resilience engineering symposium* (No. 2005, pp. 247-253).
- Woods, D., & Wreathall, J. (2003). Managing risk proactively: the emergence of resilience engineering. Columbus: Ohio University. Retrieved from Link

1.7 Anexos

Anexo 1.1. Acrónimos. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/wBTmZd>

Capítulo 2. Metodología de Investigación

En este capítulo se describe la metodología que se ha seguido en el proceso de investigación y desarrollo de la presente tesis doctoral y que se ha basado en los fundamentos del enfoque constructivo de investigación. Se incluye la justificación de la utilización del enfoque constructivo de investigación a través del análisis detallado de cada una de las fases del enfoque. La metodología se representa mediante un diagrama que sigue los fundamentos constructivos de investigación, en el cual se detallan las diferentes fases seguidas y se describen los métodos y técnicas que se han utilizado para el desarrollo de cada uno de los capítulos de la presente tesis, así como los resultados obtenidos tras la finalización de cada una de las fases de investigación.

2.1 Introducción

La metodología de investigación debe estar alineada con los objetivos de la tesis para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas en el capítulo 1. La metodología de investigación se utiliza como un conjunto de normas aceptadas y aplicadas que rigen el trabajo de investigación. Näsä (1980) propone una clasificación de cuatro metodologías de investigación basadas en enfoques: nomotéticos, orientados a la decisión, orientados a la acción y conceptuales. Además de estos cuatro enfoques, Kasanen, Lukka, y Siitonen, (1993) proponen un quinto enfoque denominado el enfoque constructivo de investigación.

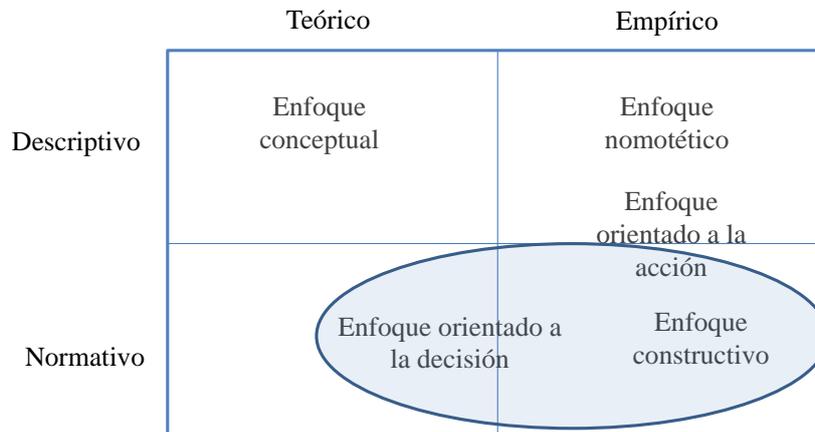


Figura 2.1. Enfoques de investigación y localización del enfoque constructivo de investigación (adaptada de Kasanen et al. 1993 y Reed, 2002).

El enfoque constructivo de investigación se caracteriza por ser empírico y normativo. Los modelos normativos corresponden a la optimización o heurística de modelos matemáticos. Respecto a la característica empírica, la aplicación de la innovación a un caso real para resolver un problema específico, juega un papel muy importante e implica siempre el testeo y validación de forma explícita de la utilidad práctica de la solución diseñada (Metodix, 2015). El objetivo principal del enfoque constructivo de investigación es resolver un problema relevante a través de la construcción de artefactos innovadores. La solución propuesta debe demostrarse, y con ello, se genera tanto el conocimiento teórico como práctico que aumenta la base de conocimiento científico.

El enfoque constructivo de investigación trata de resolver problemas prácticos, mientras que se contribuye a mejorar la base de conocimiento científico existente. Para poder ser considerada investigación constructiva, la investigación debe combinar la resolución de un problema con el conocimiento teórico, tal y como ilustra la Figura 2.2.



Figura 2.2. Elementos del enfoque constructivo de investigación (adaptada de Kasanen et al., 1993).

La metodología de investigación basada en el enfoque constructivo de investigación consiste en las siguientes fases: (1) seleccionar un problema relevante; (2) obtener una comprensión completa del área de estudio; (3) diseñar una o más soluciones aplicables al problema; (4) demostrar la viabilidad de la solución; (5) vincular los resultados a la base teórica y demostrar su contribución práctica; y (6) examinar la aplicabilidad general de los resultados (Lehtiranta, Junnonen, Kärnä, y Pekuri, 2015).

Piirainen y Gonzalez, (2014) explican que la literatura ha establecido directrices básicas sobre cómo la misión de investigación se ha de cumplir, en términos de qué condiciones tiene que cumplir una investigación, de forma que el enfoque más apropiado sea el enfoque constructivo. Lukka (2000 y 2003) establecen dichas condiciones:

- La investigación se centra en problemas reales que precisan solución.
- Durante las fases de la investigación se produce un artefacto innovador, destinado a resolver los problemas reales que precisan solución.
- La investigación incluye la aplicación del artefacto con el fin de probar su aplicabilidad.
- La investigación incluye el trabajo en equipo entre el investigador y los profesionales, donde el objetivo es aprender mediante la experiencia.
- La investigación está cuidadosamente ligada al conocimiento teórico existente.
- La investigación presta especial atención a la creación de un aporte teórico y práctico.

Kasanen et al. (1993) afirman que este enfoque es ampliamente utilizado en la investigación de ciencias técnicas como por ejemplo la ingeniería y la gestión de las prácticas industriales y empresariales.

2.2 Justificación del Enfoque de Investigación

Tras la exposición de las diferentes características del enfoque constructivo de investigación, se precisa de un análisis de las características de la presente investigación para justificar la elección del enfoque de investigación más apropiado. Basándose en la afirmación de Kasanen et al. (1993) en la cual afirman que el enfoque constructivista de investigación es el más ampliamente utilizado en las ciencias técnicas, el análisis se centra en comparar las condiciones de Lukka (200 y 2003) y las características de la investigación en resiliencia empresarial para valorar si el enfoque de investigación es el apropiado.

- Problema real.

Las empresas están cada vez más expuestas a eventos disruptivos que alteran su capacidad de operación normal y cuyos efectos negativos pueden traducirse en grandes pérdidas, siendo las consecuencias aún más graves en los casos de empresas menos resilientes, pues pueden poner en peligro la continuidad del negocio.

La gran dinamicidad del entorno actual junto con la globalidad hacen que se precise de empresas con una capacidad robusta para anticiparse y prepararse ante eventos disruptivos pero también para recuperarse ante la ocurrencia de los mismos.

En la literatura existen numerosos casos de estudio que analizan el impacto de eventos disruptivos y cómo las empresas que estaban más preparadas pudieron sobrevivir y sobreponerse a los efectos negativos de dichos eventos. Algunos ejemplos actuales de eventos disruptivos son por ejemplo el caso de la empresa Volkswagen, que en agosto de 2016 ha tenido que paralizar la producción de su modelo Golf durante una semana por problemas en el suministro debido a un contencioso con dos empresas proveedoras que han dejado de suministrar piezas a la planta de Wolfsburgo, Alemania (ElPais, 2016a). Otro ejemplo reciente afecta al sector del turismo de Francia, que representa en torno al 8% del PIB y emplea a unos dos millones de personas, pues tras los atentados de Niza en julio de 2016, las reservas internacionales en hoteles han caído un 10% en el país (ElPais, 2016b).

Aquellas empresas que se anticipan y se preparan ante la potencial ocurrencia de eventos disruptivos y se recuperan de forma eficiente, garantizan su sostenibilidad a largo plazo y por lo tanto, se las considera resilientes.

Por ello, el problema precisa de soluciones aplicables a las características actuales del mundo empresarial y del entorno en el que las empresas operan. Enfoques tradicionales como la gestión del riesgo ya no son válidos para hacer frente a las nuevas turbulencias de este entorno caracterizado por desastres naturales, como por ejemplo la erupción del volcán Eyjafjallajökull en 2010, que causó unas pérdidas a la industria aérea de 1.7 billones de dólares, la cancelación de más de 100.000 vuelos afectando a 1,2 millones de pasajeros y al transporte de mercancías lo cual impactó en una gran cantidad de empresas, no solo europeas sino a nivel mundial (Mazzocchi, Hansstein y Ragona, 2010); terrorismo, como por ejemplo los atentados del 11-S en Nueva York que junto con la trágica muerte de casi 3.000 personas se unen las pérdidas millonarias de cientos de empresas por el cierre del espacio aéreo estadounidense (Sheffi y Rice, 2005); conflictos sociales (como por ejemplo la huelga de los trabajadores de Walmart en Chile, durante la cual la compañía perdió 35% de sus ventas diarias, huelga que duró más de una semana (Hoyxhoy, 2014), etc. Todos estos ejemplos ilustran situaciones reales y como la falta de resiliencia no ha sido gestionada adecuadamente. Es por ello, que se precisa de herramientas y metodologías de gestión que den

soporte a las empresas para analizar su capacidad de resiliencia y ofrezcan información valiosa acerca de qué hacer y cómo hacerlo para mejorar la capacidad de resiliencia empresarial.

- Artefacto innovador.

Los problemas reales requieren el desarrollo de soluciones innovadoras que se adecuen a las características actuales del entorno real. En ocasiones, las soluciones existentes pueden servir de base para el desarrollo de soluciones actuales enfocadas a solventar problemas que requieren enfoques renovados y aquí es donde se engloba el área de la resiliencia empresarial. Existen disciplinas afines al área de la resiliencia empresarial como por ejemplo la gestión de riesgos, gestión de crisis, gestión de eventos, gestión de la continuidad del negocio, gestión del cambio, gestión de la recuperación de desastres, ... sin embargo la mayor limitación de dichas áreas es la incapacidad para caracterizar adecuadamente ciertos eventos disruptivos y hacer frente a las características actuales de los mismos. La gestión de la resiliencia empresarial se establece como una macroárea que engloba las áreas anteriores con el objetivo principal de hacer frente a estas limitaciones, basándose en los enfoques tradicionales pero aportando soluciones renovadas, mejoradas y en línea con las necesidades actuales empresariales. La revisión bibliográfica, desarrollada en los capítulos 3 y 4 de la presente tesis, apunta hacia la incipiente consolidación de la resiliencia empresarial como una nueva área de gestión empresarial y por ello, se justifica la carencia de soluciones innovadoras que hagan frente a los problemas reales de falta de resiliencia empresarial.

La presente investigación se centra en el desarrollo de una herramienta de autoevaluación para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial (SATIER – *Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience*) que aborda el estudio de la capacidad de resiliencia desde dos ejes principales: (i) la capacidad de preparación y (ii) la capacidad de recuperación, y cuyo desarrollo está basado en la definición de un marco conceptual de categorización de interrupciones. Además, se ofrece la definición de una propuesta metodológica que de soporte a las empresas para la implementación de acciones (preventivas y de registro) que lleven a la consecución de mejora de sus objetivos resilientes.

La herramienta SATIER calcula el índice de resiliencia empresarial desde las dos perspectivas que conforman la capacidad de resiliencia: la preparación de las empresas para hacer frente a eventos disruptivos y su capacidad de recuperación una vez que los eventos disruptivos ya han acontecido. Para el análisis de la capacidad de preparación, la herramienta ofrece una recopilación de eventos disruptivos sobre los cuales el usuario define la probabilidad de ocurrencia, el horizonte temporal, la severidad y coste del impacto en el caso que aconteciese (situación actual - AS IS) y una estimación del nivel al que disminuiría la probabilidad y/o severidad del evento estudiado si se implementasen ciertas acciones preventivas específicas y predefinidas en la herramienta junto con el coste de dichas acciones (situación futura - TO BE). Desde el punto de vista de la capacidad de preparación, SATIER obtiene la información del cuestionario de autoevaluación disponible en la página web: <http://satier.blogs.upv.es/>, modela el problema real y lo resuelve a través de la formulación de un modelo de programación lineal mixta entera. Con todo ello, ofrece información valiosa a las empresas sobre las acciones óptimas que debería implementar para prepararse y prevenir los efectos negativos de los eventos disruptivos

Para el análisis de la capacidad de recuperación, en la que el factor esencial es la gestión de la información y del conocimiento sobre los históricos de eventos disruptivos para recuperarse eficientemente, el usuario proporciona a la herramienta información acerca del registro los eventos disruptivos y de las acciones de recuperación que se ejecutaron en el pasado para devolver a la empresa a su estado normal de operación (situación actual - AS IS) así como la intención futura de registrar eventos disruptivos y de las acciones de recuperación que se ejecuten para que la empresa siga funcionando normalmente (situación futura - TO BE). SATIER proporciona el diseño de un módulo de registro del conocimiento específico al área de la resiliencia empresarial, de forma que el conocimiento siempre esté disponible para recuperarse lo antes posible en caso de ocurrencia de un evento disruptivo en particular.

La propuesta metodológica da soporte a la utilización de la herramienta SATIER y sirve de guía a las empresas en la ejecución del análisis y mejora de la capacidad de resiliencia con el objetivo de tener una base de ayuda que motive el arranque del proyecto y que soporte su ejecución a lo largo de todo el ciclo del análisis y mejora. Es una guía de 6 fases y 24 etapas, que trata de ser una hoja de ruta acerca de qué, cómo, cuándo, quién y por qué se debe ejecutar un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

- Aplicación.

Es de vital importancia la aplicación de los resultados de una investigación al mundo real con el objetivo de obtener información objetiva e independiente sobre las principales características y limitaciones de los resultados de investigación. Dicha retroalimentación será de gran ayuda para el refinamiento de los resultados de investigación con el objetivo de conseguir resultados factibles, asequibles, fáciles de utilizar y aptos para una utilización lo más universal posible.

Siguiendo este principio, la herramienta SATIER ha sido testeada por tres empresas reales (dos PYMEs y una gran empresa) de los sectores textil, automoción y construcción-promoción. Durante la aplicación real de la herramienta se han recopilado las dificultades con las cuales se han encontrado las empresas así como las sugerencias de mejora para poder subsanar las limitaciones y analizar la viabilidad de las mejoras propuestas. La aplicación de los resultados de investigación ha permitido analizar un total de 74 eventos disruptivos con sus correspondientes 166 acciones preventivas.

Además, parte de la propuesta metodológica ha sido implementada y validada por las tres empresas pilotos, junto con la revisión, por parte una empresa consultora, que ha mostrado un gran interés en la utilización tanto de la herramienta como de la metodología para ofrecer servicios de consultoría de análisis y mejora de la capacidad de resiliencia empresarial.

- Trabajo en equipo.

La interacción entre investigadores y profesionales es de suma importancia, para que de este modo, los investigadores, entiendan los problemas reales del mundo industrial y desarrollen sus soluciones innovadoras, y los profesionales transmitan sus necesidades y requerimientos y sean receptores de las soluciones, testeándolas y proporcionando *feedback* para su mejora y perfeccionamiento. En la presente investigación hay una colaboración estrecha entre profesionales e investigadores en dos puntos clave del desarrollo de la presente tesis:

- Validación del marco conceptual de la herramienta SATIER.

El marco conceptual de la herramienta SATIER, categoriza las disrupciones en origen/nivel en el que se produce el evento disruptivo, el evento disruptivo por sí mismo y las consecuencias del mismo. Respecto a los eventos disruptivos, SATIER proporciona un listado predefinido de 71 eventos disruptivos. Y para la mejora de la resiliencia empresarial, SATIER también ofrece un listado predefinido de acciones preventivas que puedan servir de ayuda para anticiparse y prepararse ante la inminente ocurrencia de un evento disruptivo. La configuración del listado predefinido de acciones preventivas fue evaluada por un grupo de expertos profesionales a través de un proceso con sucesivas iteraciones de forma que el listado final de la herramienta se basa en la experiencia y *background* tanto de investigadores como de profesionales.

- Validación de la herramienta SATIER.

Tal y como se ha comentado anteriormente, la herramienta SATIER ha sido validada a través de su implementación en 3 casos de estudio con empresas de diferentes perfiles e intereses diversos. Aparte de la validación práctica por parte de las empresas, cabe destacar que una empresa consultora, especializada en la mejora de las operaciones empresariales y en la gestión de la cadena de suministro así como el desarrollo de soluciones tecnológicas para empresas líder, ha mostrado su interés en la herramienta SATIER y en su metodología de apoyo para dar servicio a empresas que precisen analizar su capacidad de resiliencia.

- Conocimiento teórico existente.

La presente investigación se fundamenta sobre la base de conocimiento existente en resiliencia empresarial. Debido a que el estudio en esta área de investigación es incipiente, no existen gran cantidad de enfoques destinados al análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Sin embargo, la resiliencia empresarial tiene sus cimientos en otras áreas de gestión como la gestión del riesgo, gestión de crisis, gestión de eventos, gestión de la continuidad del negocio, gestión del cambio, gestión de la recuperación de desastres, ..., áreas ampliamente estudiadas desde hace décadas y que poseen una sólida y robusta base de conocimiento. Una de las áreas más consolidadas y afines a la resiliencia empresarial es la gestión del riesgo que tiene sus orígenes tras la Segunda Guerra Mundial (Dionne, 2013). Desde sus inicios, las técnicas de análisis de riesgo han jugado un papel importante en la toma de decisiones corporativas (Hertz y Thomas, 1983). En la práctica, la gestión de riesgos implica examinar todos los posibles resultados de un proyecto o proceso, sopesando los posibles beneficios contra los riesgos potenciales de la inversión (Carter, 1972). Por ello, la gestión de la resiliencia empresarial basa su investigación en el conocimiento

existente a través de un enfoque convergente de diferentes disciplinas como la gestión de riesgos, continuidad del negocio, gestión de emergencias, gestión de desastres, ... que permita una mejor alineación en la consecución de los objetivos para promover empresas resilientes y en la reducción de esfuerzos de la disciplina de la resiliencia empresarial, tal y como apuntaba Caralli, Allen, Curtis, White y Young (2010).

Además, diversos organismos, entre ellos la Comisión Europea, apuestan por la financiación de proyectos de investigación destinados a la mejora de la resiliencia en diferentes ámbitos de aplicación a través de programas como el Disaster-Resilience (DSR), con subprogramas como por ejemplo: DRS-03-2015: *Demonstration activity on large scale disasters and crisis management and resilience of EU external assets against major identified threats or causes of crisis*, DRS-06-2015: *Addressing standardisation opportunities in support of increasing disaster resilience*, DRS-07-2014: *Crises and disaster resilience – operationalizing resilience concepts*, DRS-14-2015: *Critical Infrastructure resilience indicator - analysis and development of methods for assessing resilience* y DRS-10-2015: *Towards risk reduction science and innovation plans at national and European level*. Todos los proyectos que han sido financiados han desarrollado una base de conocimiento firme sobre la que se sustenta la presente investigación. De hecho, la presente tesis nace a la finalización del proyecto Europeo REMPLANET (FP7-NMP-2008-SMALL-2) *Resilient Multi- Plant Networks*, proyecto coordinado por el Centro de Investigación Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP) de la Universitat Politècnica de València.

- Aporte teórico y práctico.

La presente investigación contribuye al ámbito científico, con un aporte teórico a través de la definición de su marco conceptual de categorización de disrupciones, que es la base sobre la que se sustenta la herramienta SATIER, así como la formulación de un modelo de programación lineal mixta entera para la optimización de la función objetivo que minimiza los costes de las acciones preventivas a implementar así como el coste esperado anual de los eventos disruptivos tras la ejecución de dichas acciones preventivas.

El aporte práctico de la presente investigación se centra principalmente en ofrecer la herramienta SATIER al mundo empresarial para que las empresas se beneficien del cálculo de su índice de resiliencia actual y obtenga información valiosa acerca de qué acciones implementar para mejorar su capacidad de preparación ante eventos disruptivos. Además, la herramienta SATIER ofrece el diseño de un módulo de registro de conocimiento específico para registrar información relativa a la capacidad de resiliencia empresarial, que servirá para que las empresas respondan y se recuperen de forma más eficiente ante los eventos disruptivos acontecidos. Con todo ello, SATIER también proporciona el índice de resiliencia futuro, para que las empresas sean conocedoras de la situación en la que se encuentran actualmente y mediante las mejoras sugeridas por SATIER, averigüen cuanto podrían mejorar su capacidad de resiliencia futura.

Finalmente, la presente tesis trata de resolver un problema práctico aplicado al mundo empresarial como es el análisis y mejora de la resiliencia empresarial, ofreciendo la herramienta SATIER y la propuesta metodológica de soporte, que ha sido aplicada a diferentes casos de estudio para testear su validez y cuyo desarrollo se ha basado en el trabajo colaborativo entre investigadores y profesionales de gran experiencia así como en la revisión bibliográfica del conocimiento ya existente, para de este modo contribuir y aportar tanto a la base de conocimiento teórico como ser también un aporte desde la perspectiva práctica. Por todo ello, el enfoque constructivo de investigación parece el más adecuado.

2.3 Metodología de Investigación

Tras la justificación del enfoque, la metodología de investigación se basa en las 6 fases del enfoque constructivo de investigación. La Figura 2.3 muestra el resumen de la metodología de investigación.

2.3.1 Fases de Investigación

Del mismo modo que el enfoque constructivo de investigación, la metodología engloba 6 fases:

I. Identificación del problema y formulación de los objetivos

Esta fase trata de justificar el interés del problema identificado, estudiar la viabilidad del mismo y analizarlo de forma detallada. Además plantea la definición de los interrogantes de investigación, que constituyen la base de la investigación y mediante los cuales se plantea lo que se quiere conocer, comprender y analizar, que culmina con la definición de los objetivos, tal y como se ha definido en la sección 1.2 del capítulo 1

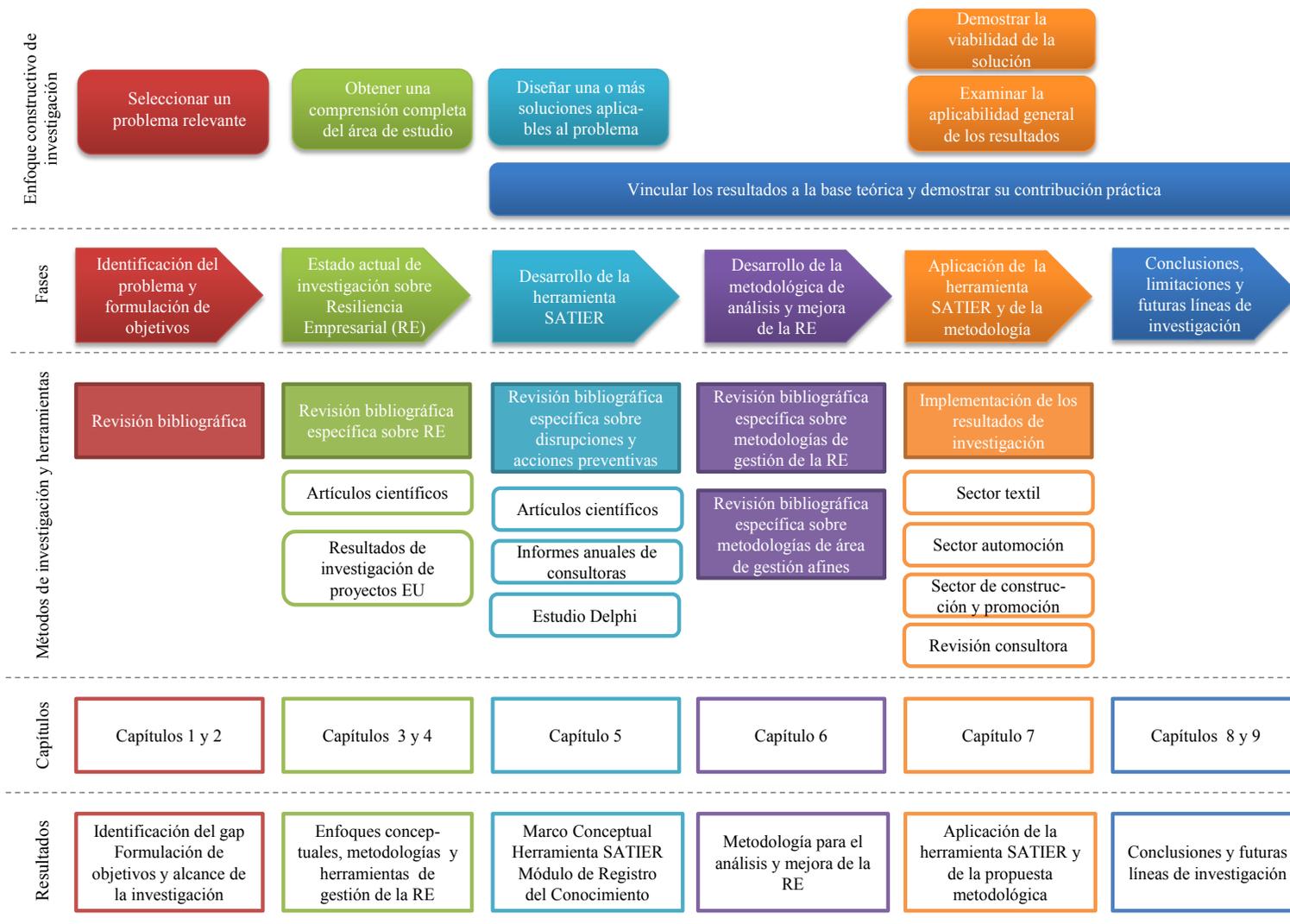


Figura 2.3. Diagrama resumen de la metodología de investigación.

La identificación del problema se basa en la detección de una necesidad, en este caso a través de la participación del proyecto Europeo del Séptimo Programa Marco, FP7-NMP-2008-SMALL-2 - REMPLANET: “*Resilient Multi-Plant-Networks*”. Con el desarrollo del proyecto, se detecta la necesidad de definir herramientas que ayuden a las empresas a conocer cuan resilientes son y que asistan a las empresas en el proceso de toma de decisiones respecto a qué acciones ejecutar para mejorar su capacidad de resiliencia.

La revisión bibliográfica realizada en dicha fase tiene como objetivo identificar los vacíos en la investigación actual y averiguar qué cuestiones de investigación han quedado sin resolver y deben ser abordadas. Dicha revisión bibliográfica concluye que los enfoques tradicionales de otras áreas afines a la gestión de la resiliencia empresarial como son la gestión de riesgos, gestión de la continuidad del negocio, ... están obsoletos y requieren de nuevos desarrollos para poder hacer frente a la actual y gran dinamicidad del entorno en el que las empresas operan.

Esta fase también abarca actividades como definición del alcance de la tesis y la definición de la metodología de investigación. En la fase I, se desarrollan los siguientes capítulos:

- Capítulo 1: Introducción, Objetivos, Alcance.
- Capítulo 2: Metodología de Investigación.

II. Estado actual de investigación sobre Resiliencia Empresarial

Esta segunda fase se centra principalmente en el proceso estructurado de localización y recuperación de información relevante sobre el estado del arte para el desarrollo de la presente tesis y que da respuesta a las cuestiones de investigación planteadas en la fase I. Fundamentalmente se realiza una revisión de la literatura en temas específicos de la capacidad de resiliencia empresarial abarcando las características principales de las empresas resilientes, los elementos y las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial así como el análisis y estudio detallado de los enfoques actuales para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. En la fase II, se desarrollan los siguientes capítulos:

- Capítulo 3: Revisión Bibliográfica en Resiliencia Empresarial.
- Capítulo 4: Revisión Bibliográfica de Enfoques para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.

III. Desarrollo de la herramienta SATIER

La fase III proporciona uno de los resultados principales de la tesis: la herramienta SATIER. SATIER es el acrónimo de: *Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience*, herramienta de autoevaluación para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. La herramienta consta de dos secciones analíticas diferentes: (i) análisis de la capacidad de preparación ante eventos disruptivos y (ii) análisis de la capacidad de recuperación. Mediante la herramienta, que está disponible de manera *on-line* a través de <http://satier.blogs.upv.es/>, las empresas serán capaces de evaluar su capacidad de resiliencia actual, mediante la determinación de la probabilidad y severidad que ciertas disrupciones potenciales tendrían en su empresa si aconteciesen, así como el coste que ello supondría. SATIER también ofrece información acerca de qué acciones se deberán ejecutar para prevenir la probabilidad de ocurrencia y/o disminuir la severidad del impacto de dichas disrupciones. Para ello, la herramienta utiliza la formulación de un modelo de programación lineal mixta entera desarrollado en la presente tesis.

La herramienta también ofrece el diseño del módulo de registro del conocimiento que permite archivar toda la información relevante y el conocimiento necesario para mejorar la respuesta de las empresas ante el acontecimiento de eventos disruptivos.

Es una herramienta de ayuda a la toma de decisiones para evaluar la capacidad de resiliencia empresarial actual y dar soporte a las empresas en el proceso de toma de decisiones acerca de las acciones óptimas a ejecutar para mejorar dicha capacidad. En esta fase, se desarrolla el siguiente capítulo:

- Capítulo 5: Herramienta de Autoevaluación para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.

IV. Desarrollo de la metodología para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial

La fase IV abarca la definición de la propuesta metodológica para diseñar, corregir y mejorar, tanto la capacidad de preparación y anticipación ante eventos disruptivos como la respuesta de la empresa ante la inminente ocurrencia de los mismos y de esta forma mejorar el proceso de toma de decisiones respecto a la capacidad resiliente de la empresa.

La propuesta metodológica ofrece un conjunto de procedimientos para identificar aquellas funciones de la empresa que presenten mayor criticidad y que deben ser analizadas para la mejora de la resiliencia empresarial.

En esta fase, se desarrolla el siguiente capítulo:

- Capítulo 6: Metodología para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.

V. Aplicación de la herramienta SATIER y de la metodología

La fase V se caracteriza por la aplicación de la herramienta SATIER en casos de estudio reales con el objetivo de testear el resultado y de esta forma obtener retroalimentación acerca de la usabilidad, fiabilidad, facilidad, ... de la herramienta. La retroalimentación es utilizada para refinar y actualizar SATIER con las mejoras identificadas durante la fase de testeo. Por otra parte señalar que también se testea la metodología de soporte a las empresas mediante su aplicación en los tres casos pilotos. Sin embargo, la aplicación cubre la implementación de las tres primeras fases de la propuesta metodológica, fases que están principalmente focalizadas en el arranque del proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial; la identificación, recopilación y cumplimentación de la información y en la propia fase interna de cálculo del índice de resiliencia empresarial a través de la herramienta SATIER. Actualmente, las empresas se encuentran en la cuarta fase de diagnóstico, planificación e implementación de acciones basándose en la información de salida y en los resultados ofrecidos por la herramienta.

La fase V, consta del siguiente capítulo:

- Capítulo 7: Aplicación de la Herramienta SATIER.

VI. Conclusiones, limitaciones y futuras líneas de investigación

En la fase VI, se desarrollan las conclusiones que tratan de sintetizar los resultados de la investigación llevada a cabo en la presente tesis, así como demostrar el alcance de los objetivos generales y específicos trazados inicialmente en la Fase I. En esta fase, se resaltan los aportes que se han realizado al campo de investigación específico de la resiliencia empresarial, pero también se resalta todo aquello que no se ha podido demostrar y/o alcanzar como limitaciones de la tesis.

Finalmente, también se plantean nuevas ideas a partir de la investigación realizada como propuestas para futuras líneas de investigación.

Esta fase se compone de los siguientes capítulos:

- Capítulo 8: Conclusiones.
- Capítulo 9: Líneas Futuras de Investigación.

2.4 Métodos y Técnicas de Investigación

2.4.1 Revisión Bibliográfica

La revisión bibliográfica es el primer paso para emprender un proyecto de investigación con el objetivo principal de analizar el estado actual de investigación de un área de conocimiento específica. En la presente tesis, la revisión bibliográfica se centra en los siguientes aspectos:

Revisión bibliográfica específica sobre resiliencia empresarial.

La revisión bibliográfica específica sobre resiliencia empresarial hace un repaso a las aportaciones que investigaciones vigentes realizan al estado del conocimiento actual sobre resiliencia empresarial. La revisión bibliográfica desvela que el estudio sobre resiliencia empresarial es un área reciente y que la investigación de dicha área es predominantemente conceptual, centrándose en el desarrollo de una base de conocimiento estático a través del establecimiento de enfoques, conceptos y principios fundamentales con pocas evidencias de investigaciones con aplicación empresarial real. La revisión bibliográfica específica en resiliencia empresarial se sustenta en la revisión de artículos científicos y proyectos de investigación Europeos.

Revisión bibliográfica específica sobre eventos disruptivos y acciones preventivas.

Para el desarrollo del enfoque conceptual de categorización de interrupciones sobre el que se sustenta la herramienta SATIER, se precisa de una recopilación documental centrada en aquellos eventos disruptivos más comunes y que más inquietan al mundo empresarial así como de las acciones preventivas para

mejorar la capacidad de preparación de las empresas ante la ocurrencia de dichos eventos disruptivos. La revisión bibliográfica permite contextualizar los problemas reales de las empresas y la búsqueda de soluciones como base fundamental para el desarrollo de la herramienta SATIER.

Revisión bibliográfica específica sobre metodologías de gestión de la resiliencia empresarial.

La revisión bibliográfica sobre metodologías de gestión de la resiliencia empresarial tiene como objetivo la compilación de los principios sistemáticos para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial de forma que se describan los principales aportes al conocimiento que los autores actuales han realizado al estado del conocimiento presente. El balance de metodologías existentes revela la necesidad del desarrollo de una propuesta metodológica que sirva de hoja de ruta para las empresas acerca de qué, cómo, cuándo, quién y por qué se debe ejecutar un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

Revisión bibliográfica específica sobre metodologías de área de gestión afines.

La escasez de propuestas metodológicas detectada a través de la revisión bibliográfica anterior resulta en el desarrollo de un análisis de las metodologías de gestión de áreas afines a la resiliencia empresarial que sirva de orientación y dirección para el desarrollo de la metodología de análisis y mejora de la resiliencia empresarial de la presente tesis.

2.4.2 Estudio Delphi

El estudio Delphi es una técnica cuyo objetivo es obtener el consenso de un grupo de expertos (Dalkey y Helmer, 1963 y Turoff, 1971), por lo que es entendida como una técnica de decisión de grupo. Es un proceso iterativo que recoge el juicio anónimo de expertos utilizando técnicas de recolección y análisis de datos seguidos de una retroalimentación controlada (Skulmoski, Hartman y Krahn 2007). Autores como Okoli y Pawlowski (2004) consideran el estudio Delphi, como un método relevante, para la construcción de teorías, de forma que los resultados se vinculen a la base teórica y se demuestre su contribución práctica.

Es un método muy eficaz ya que el anonimato hace que los expertos trabajen con la máxima autonomía y que, por tanto, no haya confrontación directa entre ellos de forma que unas ideas no prevalezcan sobre otras.

El tamaño de la muestra no depende de reglas estadísticas, sino de la dinámica del grupo de expertos para que alcancen un consenso. Okoli et al. (2004) afirman que en una población general, puede que no exista el conocimiento suficiente para contestar a las preguntas de forma adecuada, sin embargo, un grupo de entre 10 y 15 expertos sea adecuado para componer el panel, siempre que la muestra sea homogénea.

Astigarraga (2003) describe que el método Delphi se base en 4 fases: (i) formulación del problema, (ii) elección de expertos, (iii) elaboración y lanzamiento de los cuestionarios y (iv) desarrollo práctico y explotación de resultados.

La elección de los expertos es un proceso muy importante pues se debe asegurar que el conocimiento de los mismos es el adecuado para poder llevar a cabo el estudio Delphi. Adler y Ziglio (1996) enuncian que existen 4 características principales para considerar a una persona experta en un tema determinado: (a) conocimiento y experiencia en el tema estudiado, (b) capacidad y voluntad para participar, (c) tiempo suficiente para dedicar al estudio y (d) habilidades de comunicación.

Respecto a la fase (iii), la formulación teórica del método Delphi comprende varias etapas sucesivas de envíos de cuestionarios, con el objetivo de "disminuir el espacio intercuartil precisando la mediana" (Astigarraga, 2003). Delbecq, Van de Ven, y Gustafson, (1975) afirman que en buena parte de los casos, el envío sucesivo puede limitarse a dos etapas, lo que no afecta a la calidad de los resultados.

El estudio Delphi de la presente tesis se basa en la valoración del enfoque de categorización de interrupciones, centrándose de forma particularizada en el interés de los eventos disruptivos definidos en la herramienta SATIER así como de sus acciones preventivas. El panel está formado por 11 profesionales y académicos eruditos en el área de resiliencia empresarial con dos iteraciones, para completar el análisis.

2.4.3 Casos de Estudio para la Validación de los Resultados de Investigación

Los casos de estudio son un método versátil que se emplea para construir, extender o probar una teoría o herramientas (Yin, 1994). La validación a través de casos de uso es uno de los enfoques más ampliamente

utilizados, ya que pueden ofrecer discernimientos que podrían no ser alcanzados con otros enfoques. Además, es uno de los métodos más empleados en el campo de la gestión empresarial para la definición y validación de nuevos desarrollos que mejoran la eficiencia de las operaciones de gestión.

La validación a través de casos de estudio es vista como una herramienta útil para la fase exploratoria de un proyecto de investigación. Eisenhardt (1989) afirma que los casos de estudio son adecuados para la investigación exploratoria, descriptiva o explicativa.

No hay guías precisas sobre la cantidad de casos de estudio necesarios para la validación de los resultados de investigación. La literatura que recomienda el uso de casos de estudios, rara vez especifica el número de casos de estudio que deben llevarse a cabo. Esta decisión normalmente es responsabilidad del investigador (Romano, 1989). Además también dependerá del tipo de investigación que se esté desarrollando y de los resultados a validar. Perry (1989) afirma que si bien no existe un número ideal de casos de uso, un número entre cuatro y diez casos a menudo funciona bien. Además, la utilización de múltiples casos permite una validación robusta de los resultados de investigación.

La necesidad de validar SATIER de forma práctica para intentar acercar el trabajo académico y científico desarrollado en la presente tesis, a las prácticas empresariales, proporcionando a la comunidad científica, un mejor entendimiento de los problemas reales afrontados a la hora de analizar y mejorar la capacidad de resiliencia empresarial, hace que se haya elegido los casos de uso como método idóneo para la validación de la herramienta. El capítulo 7 describe en detalle dicha aplicación, así como los diferentes casos de uso donde se han aplicado los resultados de investigación de la presente tesis.

2.5 Referencias

Adler, M., & Ziglio, E. (1996). *Gazing into the oracle: The Delphi method and its application to social policy and public health*. Jessica Kingsley Publishers

Astigarraga, E. (2003). El método delphi. *San Sebastián, Spain: Universidad de Deusto*.

Caralli, R. A., Allen, J. H., Curtis, P. D., White, D. W., & Young, L. R. (2010). CERT® Resilience Management Model, Version 1.0 Improving Operational Resilience Processes. *Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute*.

Carter, E. E. (1972). What are the risks in risk analysis. *Harvard Business Review*, 50(4), 72-82.

Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management science*, 9(3), 458-467.

Delbecq, A. L., Van de Ven, A. H., & Gustafson, D. H. (1975). *Group techniques for program planning: A guide to nominal group and Delphi processes*. Scott Foresman.

Dionne, G. (2013). Risk management: History, definition, and critique. *Risk Management and Insurance Review*, 16(2), 147-166.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4), 532-550.

ElPais (2016a). Los ataques terroristas lastran el turismo en Francia. Retrieved from http://internacional.elpais.com/internacional/2016/08/11/actualidad/1470916435_623312.html

ElPais (2016a). Volkswagen paraliza la producción del Golf en su principal planta alemana. Retrieved from http://economia.elpais.com/economia/2016/08/20/actualidad/1471702806_041210.html

Hertz, D. B., & Thomas, H. (1983). *Risk analysis and its applications* (pp. 11-15). Chichester etc.: Wiley.

Hoyxhoy. (2014). Walmart pierde 35% de sus ventas diarias por la huelga. Retrieved from Link

Kasanen, E., Lukka, K., & Siitonen, A. (1993). The constructive approach in management accounting research. *Journal of management accounting research*, 5, 243.

Lehtiranta, L., Junnonen, J. M., Kärnä, S., & Pekuri, L. (2015). The constructive research approach: Problem solving for complex projects. *Designs, methods and practices for research of project management*, 95.

Lukka, K. (2000). The key issues of applying the constructive approach to field research. *Reponen, T.(ed.)*, 113-28.

- Lukka, K. (2003). The constructive research approach. *Case study research in logistics. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, Series B, 1*(2003), 83-101.
- Mazzocchi, M., Hansstein, F., & Ragona, M. (2010, February). The 2010 volcanic ash cloud and its financial impact on the European airline industry. In CESifo Forum (Vol. 11, No. 2, pp. 92-100). IfO Institute for Economic Research at the University of Munich.
- Metodix. 2015. The Methodological Nature of a Constructive Research. Retrieved from http://www.metodix.com/en/sisallys/01_menetelmat/02_metodiartikkelit/lukka_const_research_app/05_konst_tut_metodolog_luon
- Näsi, J. 1980. Thoughts about Conceptual Analysis and Its Use in Business Economics. *Yrityksen taloustieteen ja yksityisoikeuden laitoksen julkaisuja A2:11, Tampere*.
- Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & management*, 42(1), 15-29.
- Perry, C. (1998). Processes of a case study methodology for postgraduate research in marketing. *European journal of marketing*, 32(9/10), 785-802.
- Piirainen, K. A., & Gonzalez, R. A. (2014). Constructive synergy in design science research: a comparative analysis of design science research and the constructive research approach. *Liiketaloudellinen Aikakauskirja*, 3-4.
- Reed, A. (2002). Summary of the the constructive approach in management accounting. Retrieved from <http://www.maaw.info/ArticleSummaries/ArtSumKasanenetal93.htm>
- Romano, C. A. (1989). Research strategies for small business: a case study approach. *International small business journal*, 7(4), 35-43.
- Sheffi, Y., & Rice Jr, J. B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan management review*, 47(1), 41.
- Skulmoski, G. J., Hartman, F. T., & Krahn, J. (2007). The Delphi method for graduate research. *Journal of information technology education*, 6, 1.
- Turoff, M. (1971, November). Delphi and its potential impact on information systems. In *Proceedings of the November 16-18, 1971, fall joint computer conference* (pp. 317-326). ACM.
- Yin, R. K. (2013). *Case study research: Design and methods*. Sage publications.

PARTE II. ESTADO DEL ARTE

Capítulo 3. Resiliencia Empresarial

La revisión bibliográfica sobre Resiliencia Empresarial recoge la base teórica sobre la que se sustenta la presente tesis doctoral. El estado del arte sobre resiliencia empresarial hace un repaso a las aportaciones al conocimiento que investigaciones vigentes realizan al estado del conocimiento actual sobre resiliencia empresarial. La revisión bibliográfica desvela que el estudio sobre resiliencia empresarial es un área reciente y que existe mucha confusión en cuanto al alcance de su gestión. Asimismo, el estudio de la resiliencia empresarial, basado en la revisión bibliográfica desarrollada, ha sido predominantemente conceptual, centrándose en el desarrollo de una base de conocimiento estático a través del establecimiento de conceptos y principios fundamentales con pocas evidencias de investigaciones con aplicación industrial real.

3.1 Introducción

Las organizaciones son entidades dinámicas que están constantemente adaptándose al cambio, bien sea debido como consecuencia del entorno que las rodea, a requerimientos internos o externos, o a nuevas situaciones que requieren su adecuación y respuesta. Por ello, se precisa de empresas ágiles, flexibles, rápidas, dinámicas y proactivas que, se preparen ante la ocurrencia de cualquier contingencia crítica, puedan recuperarse rápidamente alineando su estrategia, procesos, tecnología y personas para la consecución de sus objetivos, la maximización de su desempeño y para garantizar su capacidad de preparación y respuesta ante los continuos y cada vez más agudos cambios. Dicha habilidad ha sido definida como resiliencia (Sanchis y Poler, 2011).

Actualmente, los ciclos de vida de los productos son mucho más cortos, el entorno de negocios que rodea a las empresas es cada vez más inestable, la competencia de los mercados es de mayor alcance global, los clientes poseen un mayor poder de negociación, las empresas se encuentran cada vez más expuestas a posibles eventos disruptivos y la gestión empresarial que las empresas realizaban hasta el momento, no garantiza una reacción rápida, eficaz y eficiente ante situaciones inesperadas y de gran impacto. Se precisa de herramientas que encaminen a las empresas a poseer la habilidad necesaria para responder de forma temprana ante eventos críticos que suponen una amenaza y a recuperarse de ellos en el menor tiempo y coste posible. Por ello, es necesario que las empresas se planteen cuál es su situación actual frente a posibles eventos disruptivos que pueden hacer tambalear su organización, para poder adoptar las medidas apropiadas para su prevención y en caso de ocurrencia, su recuperación.

Muchas empresas gestionan el riesgo y la continuidad del negocio, pero no tienen en cuenta la perspectiva global y agregada de la resiliencia empresarial. Además, normalmente dejan la gestión del riesgo y la continuidad del negocio a profesionales de la seguridad y de los seguros. Sin embargo, se precisa construir una empresa resiliente mediante la inclusión de dicha perspectiva desde el punto estratégico de modo que se cambie el modo en el que la empresa opera para aumentar su capacidad de preparación y recuperación ante situaciones adversas.

Las empresas demandan cada vez mayor responsabilidad para hacer frente a la adversidad. Los responsables de la toma de decisiones de las empresas deben, no sólo gestionar las crisis producidas por eventos disruptivos que puedan ser previstos, sino también aquellas que no pueden ser predichos.

En la actualidad, las empresas son más conscientes sobre la necesidad de prepararse ante lo inesperado. Existen numerosos casos de estudio en los cuales se detalla la supervivencia o el fracaso de empresas ante situaciones de crisis, pero a primera vista, parece ser que no existen patrones universales que aseguren la supervivencia o el fracaso ante eventos disruptivos.

Normalmente, las empresas son más reactivas que proactivas con la gestión de la resiliencia. No se anticipan ni se preparan para hacer frente a eventos disruptivos y tomar las decisiones oportunas que minimicen el impacto de los mismos.

El capítulo 3 presenta la siguiente estructura; la sección 3.2 ofrece una visión de la metodología de revisión de la literatura empleada así como las principales fuentes utilizadas para el análisis de la resiliencia empresarial. La sección 3.3 proporciona un resumen acerca de qué es la capacidad de resiliencia empresarial, que la distingue de otras áreas afines como la gestión de riesgo, crisis, continuidad del negocio... y qué características tienen las empresas resilientes. La sección 3.4 muestra que la resiliencia empresarial la conforman diferentes capacidades como la capacidad de preparación, adaptación y recuperación. En la sección 3.5, se realiza un análisis y caracterización de los elementos negativos y positivos de la resiliencia empresarial, considerando que el elemento negativo principal es el impacto del evento disruptivo mientras que los elementos positivos son las acciones que mejoren dicha capacidad abarcando las acciones preventivas y las de registro del conocimiento. Finalmente, la sección 3.6 ofrece un resumen de las principales conclusiones de la revisión bibliográfica.

3.2 Metodología de Revisión de la Literatura

Para obtener una mejor comprensión acerca de la gestión de la capacidad de resiliencia empresarial, el capítulo 3 centra sus esfuerzos en el desarrollo de una revisión bibliográfica sobre Resiliencia Empresarial que hace un repaso a las aportaciones al conocimiento que investigaciones vigentes realizan al estado del conocimiento actual sobre resiliencia empresarial para de esta forma asentar la base teórica de la presente tesis.

La revisión bibliográfica de este capítulo trata de dar respuesta a las siguientes preguntas, además de clarificar conceptos:

1. ¿En qué consiste la resiliencia empresarial y cómo son las empresas más resilientes? – *Sección 3.3 y 3.3.1*
2. ¿Qué diferencia a la gestión de la resiliencia empresarial de otras disciplinas afines como por ejemplo la gestión del riesgo? – *Sección 3.3.2*
3. ¿Qué capacidades empresariales son necesarias para que una empresa sea resiliente? – *Sección 3.4*
4. ¿Cuál es el detonante principal para que una empresa sea resiliente? – *Sección 3.5.1*
5. ¿Qué acciones ayudan a las empresas a mejorar su capacidad de resiliencia empresarial? – *Sección 3.5.2 y 3.5.3*

En la revisión bibliográfica desarrollada en el presente capítulo, publicaciones que dan respuesta a las preguntas anteriores han sido analizadas y se describen sus principales conclusiones. La metodología utilizada para la revisión bibliográfica se basa en una selección de palabras claves y su búsqueda a través de fuentes relevantes de información (Google Académico, Web of Science, Scopus, Cordis, entre otros). Las palabras claves utilizadas difieren según cada una de las preguntas formuladas anteriormente. Para la pregunta 1, la búsqueda en inglés se basa en las siguientes palabras: *resilience, enterprise resilience y supply chain resilience*. La respuesta a la pregunta 2, viene determinada por la búsqueda de los siguientes términos: *risk management, resilience management, crisis management, disaster recovery, crisis management, change management, business continuity y differences and similarities among them*. La pregunta 3 busca respuesta acerca de qué provoca en un momento determinado que una empresa que operaba normalmente, de momento sea menos resiliente. El origen de la pérdida de resiliencia empresarial viene determinado por una situación adversa, por ello, la búsqueda de palabras claves relacionadas con esta pregunta engloba los siguientes términos: *disruption, disruptive event, interruption, disturbance, crisis, perturbation, risk, disruption sources*. La búsqueda de todos estos términos se realiza en conjunción con la palabra clave por excelencia de este trabajo: *enterprise resilience*. Por último, las palabras claves utilizadas para dar respuesta a la pregunta 4, son muy similares a las utilizadas en la primera pregunta, ya que en las diferentes definiciones de resiliencia vienen implícitas cuales son las capacidades principales de una empresa para ser más resiliente.

La metodología de revisión bibliográfica abarca en primer lugar, la revisión de publicaciones de revistas de prestigio (según su índice de impacto JCR – *Journal Citation Report*) y posteriormente, la revisión se va ampliando al resto de divulgaciones como actas de congresos, libros, capítulos de libros, tesis, informes técnicos, entregables de proyectos de investigación... mediante el seguimiento de las referencias de las publicaciones en revistas de prestigio analizadas en la primera revisión. Con todo ello, la revisión bibliográfica abarca el análisis de un total de 180 publicaciones desde 1967 hasta 2015. Las publicaciones anteriores al año 2000 engloban primordialmente publicaciones de dos tipos, por un lado publicaciones de las primeras definiciones del concepto de resiliencia, y por otro lado, publicaciones de casos de estudio y eventos disruptivos acontecidos en el pasado como por ejemplo la contaminación con cianuro de cápsulas del medicamento Tylenol de la compañía de *Johnson & Johnson* en 1982 o la contaminación con benceno de botellas de agua de la compañía Perrier en 1990.

Debido a los fundamentos de la metodología de revisión de la literatura, la mayor cantidad de referencias analizadas han sido publicadas en revistas de prestigio indexadas según el índice JCR (*Journal Citation Reports*), (41%) (Tabla 3.1) siendo las siguientes 5 revistas: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* (3,8%); *Supply Chain Management: An International Journal* (2,7%); *Harvard Business Review* (2,2%); *MIT Sloan Management Review* (2,2%) y *Global Environmental Change* (1,6%), las más citadas (Tabla 3.2).

Tabla 3.1. Resumen de las fuentes de información generales analizadas en la revisión bibliográfica.

Fuente	Nº Artículos	%
Revistas JCR indexadas	75	40,8%
Informes técnicos	27	14,7%
Otras revistas (SJR, LatinIndex...)	19	10,3%
Actas de congresos/conferencias	17	9,2%
Libros	12	6,5%
Informes de consultoras	11	6,0%
Artículos web	10	5,4%

Fuente	N° Artículos	%
Proyectos de investigación Europeos	6	3,3%
Capítulos de libro	4	2,2%
Tesis	3	1,6%

Otras fuentes de información, también muy relevantes en la revisión bibliográfica realizada, han sido los informes técnicos de entidades expertas en resiliencia empresarial como por ejemplo el *Resilience Institute*, y otras revistas, que engloban publicaciones científicas en revistas que actualmente no se encuentran indexadas según el índice JCR, pero que aportan una excelente base de conocimiento y demás se encuentran indexadas según otros índices como SJR (*Scimago Journal Rank*) y *LatinIndex*. Las 5 áreas más consultadas son las de gestión (*MANAGEMENT*), negocios (*BUSINESS*), investigación de operaciones y ciencia de gestión (*OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE*), estudios ambientales (*ENVIRONMENTAL STUDIES*) e ingeniería industrial (*ENGINEERING, INDUSTRIAL*). Llama la atención el área de estudios ambientales en el estudio de la resiliencia empresarial, pero su aparición entre las 5 primeras posiciones es debida a que muchas de las investigaciones de resiliencia se centran en eventos disruptivos que engloban desastres naturales como huracanes, terremotos, tsunamis, tornados, etc.

Tabla 3.2. Resumen de las revistas analizadas en la revisión bibliográfica.

Revistas Indexadas	N° Artículos	%	JCR	Área
<i>International Journal of Physical Distribution & Logistics Management</i>	7	3,8%	Q2	MANAGEMENT
<i>Supply Chain Management: An International Journal</i>	5	2,7%	Q1	BUSINESS; MANAGEMENT
<i>Harvard Business Review</i>	4	2,2%	Q1	MANAGEMENT
<i>MIT Sloan Management Review</i>	4	2,2%	Q2	BUSINESS; MANAGEMENT
<i>Global Environmental Change</i>	3	1,6%	Q1	ENVIRONMENTAL SCIENCES; ENVIRONMENTAL STUDIES; GEOGRAPHY
<i>International Journal of Logistics Management</i>	3	1,6%	Q3	MANAGEMENT
<i>Management science</i>	3	1,6%	Q1	MANAGEMENT; OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>Enterprise Information Systems</i>	2	1,1%	Q1	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS
<i>IEEE Systems Journal</i>	2	1,1%	Q1	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS; ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC; OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>International Journal of Production Research</i>	2	1,1%	Q2	ENGINEERING, INDUSTRIAL; ENGINEERING, MANUFACTURING; OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>International Journal of Project Management</i>	2	1,1%	Q1	MANAGEMENT
<i>Decision Sciences</i>	2	1,1%	Q2	MANAGEMENT
<i>Dyna</i>	2	1,1%	Q4	ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY
<i>Academy of management journal</i>	1	0,5%	Q1	BUSINESS; MANAGEMENT
<i>Administrative science quarterly</i>	1	0,5%	Q1	BUSINESS; MANAGEMENT
<i>Annual review of ecology and systematics</i>	1	0,5%	Q1	ECOLOGY; EVOLUTIONARY BIOLOGY
<i>Disaster Prevention and Management</i>	1	0,5%	Q3	MANAGEMENT; OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>Disaster Prevention and Management: An International Journal</i>	1	0,5%	Q3	MANAGEMENT; PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH

Revistas Indexadas	Nº Artículos	%	JCR	Área
<i>Earthquake Spectra</i>	1	0,5%	Q1	ENGINEERING, CIVIL; ENGINEERING, GEOLOGICAL
<i>Economic inquiry</i>	1	0,5%	Q2	ECONOMICS
<i>Educational psychologist</i>	1	0,5%	Q1	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH; PSYCHOLOGY, EDUCATIONAL
<i>Employment Relations Today</i>	1	0,5%	Nd	
<i>European Journal of Operational Research</i>	1	0,5%	Q1	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>European Management Journal</i>	1	0,5%	Q2	BUSINESS; MANAGEMENT
<i>Industrial marketing management</i>	1	0,5%	Q2	BUSINESS; MANAGEMENT
<i>International Journal of Production Economics</i>	1	0,5%	Q1	ENGINEERING, INDUSTRIAL; ENGINEERING, MANUFACTURING; OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>International Journal of Public Administration</i>	1	0,5%	Nd	
<i>International Transactions in Operational Research</i>	1	0,5%	Q2	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>Journal of Business Logistics</i>	1	0,5%	Q1	MANAGEMENT
<i>Journal of contingencies and crisis management</i>	1	0,5%	Q3	MANAGEMENT
<i>Journal of Manufacturing Technology Management</i>	1	0,5%	Nd	
<i>Journal of Operations Management</i>	1	0,5%	Q1	MANAGEMENT
<i>Journal of Purchasing and Supply Management</i>	1	0,5%	Q1	MANAGEMENT
<i>Journal of Regional Science</i>	1	0,5%	Q1	ECONOMICS
<i>Journal of social issues</i>	1	0,5%	Q1	SOCIAL ISSUES
<i>Natural hazards review</i>	1	0,5%	Q2	ENGINEERING, CIVIL
<i>Omega</i>	1	0,5%	Q1	MANAGEMENT; OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>Organizational Behavior and Human Decision Processes</i>	1	0,5%	Q1	MANAGEMENT; PSYCHOLOGY, APPLIED; PSYCHOLOGY, SOCIAL
<i>Process Safety Progress</i>	1	0,5%	Q4	ENGINEERING, CHEMICAL
<i>Production and Operations Management</i>	1	0,5%	Q2	ENGINEERING, MANUFACTURING; OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>Psychonomic science</i>	1	0,5%	Nd	
<i>Reliability Engineering & System Safety</i>	1	0,5%	Q1	ENGINEERING, INDUSTRIAL; OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>Risk Analysis</i>	1	0,5%	Q1	MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS; PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH; SOCIAL SCIENCES, MATHEMATICAL METHODS
<i>Risk, Hazards & Crisis in Public Policy</i>	1	0,5%	Nd	
<i>Safety Science</i>	1	0,5%	Q1	ENGINEERING, INDUSTRIAL; OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE
<i>Systems Engineering</i>	1	0,5%	Q3	ENGINEERING, INDUSTRIAL
<i>The International Journal of Logistics Management</i>	1	0,5%	Q3	MANAGEMENT
TOTAL	75	40,8%		

3.3 Resiliencia y Resiliencia Empresarial

La palabra resiliencia es un término reciente en la gramática española ya que se ha incluido en los avances de la 23ª edición (abril 2005) del Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (RAE, 2010). El término proviene del verbo latino *resilio, resilire*: ‘saltar hacia atrás, rebotar’ y su significado depende del contexto en que se tome:

1. f. *Psicol.* Capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos.
2. f. *Mec.* Capacidad de un material, mecanismo o sistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que había estado sometido.

El concepto de resiliencia fue propuesto por primera vez en el campo de la ecología por Holling, (1973), que lo definía como:

- a) un sistema (ecosistema, sociedad u organización) que persiste en un estado de equilibrio (estabilidad) y;
- b) cómo los sistemas dinámicos se comportan cuando son estresados y movidos desde este equilibrio.

Desde el punto de vista de la resiliencia, se enfatiza la necesidad de perseverancia a través de su definición como una medida de la persistencia de los sistemas y de su capacidad para absorber disrupciones y seguir manteniendo las mismas relaciones entre las entidades del sistema.

Desde el punto de vista de la estabilidad, se hace hincapié en el mantenimiento del equilibrio dentro de un contexto previsible y la acumulación de un exceso de recursos en el sistema para mantener dicho equilibrio. El punto de vista de la estabilidad se define entonces como la capacidad de un sistema para volver a un estado de equilibrio después de una disrupción (Holling 1973).

Una gran cantidad de las definiciones encontradas en la literatura son aplicadas al ámbito de los sistemas:

- Dalziell y McManus (2004) afirman que el objetivo general de un sistema es que siga funcionando en la mayor medida posible frente a un evento disruptivo con el fin de lograr su propósito, siendo la resiliencia una función tanto de la vulnerabilidad del sistema como de su capacidad adaptativa. En el momento en el cual un evento disruptivo acaece, un sistema es empujado desde un estado de relativo equilibrio a otro estado caracterizado por la inestabilidad. La facilidad con la que el sistema es movido a este nuevo estado inestable es una medida de la vulnerabilidad, mientras que el grado con el que el sistema se enfrenta a dicho cambio, es una medida de su capacidad adaptativa.
- Christopher y Peck (2004b) definen la resiliencia como la capacidad de un sistema para volver a su estado original o moverse a un nuevo estado más deseable después de haber sido perturbado.
- Según Rose y Liao (2005), la resiliencia se refiere a la capacidad inherente y a la respuesta adaptativa de los sistemas de forma que se eviten pérdidas potenciales.
- Hollnagel (2006) define la resiliencia como la capacidad de un sistema para prever, reconocer, anticipar y defenderse de los riesgos antes de que se produzcan consecuencias adversas.
- Westrum (2006) define la resiliencia como la capacidad de un sistema para evitar consecuencias adversas, minimizarlas y recuperarse rápidamente.
- Haimes, Crowther y Horowitz (2008) sugieren que la resiliencia es la capacidad de un sistema para soportar una disrupción importante dentro de los parámetros aceptables de degradación y recuperarse en un coste y tiempo aceptable.
- Herrera y Hovden (2008) identifican a la resiliencia como la capacidad de un sistema para ajustarse antes, durante y después de una disrupción grave. Esto implica la necesidad de reconocer señales tempranas para poderse anticipar y actuar correctamente.
- Van Opstal (2007) define la resiliencia como la capacidad de los sistemas complejos para sobrevivir, adaptarse, evolucionar y crecer en un entorno turbulento.

Comfort, Sungu, Johnson y Dunn (2001) indican que cuando la complejidad del entorno aumenta, a través por ejemplo de disrupciones, el rendimiento de los sistemas disminuye, ya que el sistema es incapaz de procesar la cantidad y variedad de información necesaria para establecer adecuadamente la coordinación precisa a través de los componentes de respuesta del sistema. Como resultado, los sistemas

precisan de un aumento significativo de intercambio de información, comunicación y coordinación con el fin de integrar los múltiples niveles de operación y las decisiones del sistema causadas por el incremento de la complejidad, tanto dentro del propio sistema como en el entorno. Como resultado de esto, con el fin de establecer una estrategia para reducir interrupciones en entornos inciertos, los autores sugieren que un sistema debe crear un equilibrio entre la anticipación o la preparación y la resiliencia.

El concepto de resiliencia ha sido analizado en numerosas disciplinas: psicología, ciencia de materiales, redes computacionales, técnicas de liderazgo, sociología, etc. La Tabla 3.3 muestra las diferentes definiciones de resiliencia según las disciplinas anteriores.

Tabla 3.3. Definiciones de resiliencia aplicadas a diversas disciplinas.

Disciplina	Definición	Autores
Psicología	Capacidad de los individuos para recuperarse ante la adversidad.	Gorman (2005)
	Capacidad positiva de los individuos para hacer frente al estrés y a eventos catastróficos así como su nivel de resistencia ante eventos futuros.	Erol, Henry, Sauser y Mansouri (2010a)
Ciencia de materiales	Tendencia de un material a volver a su forma original después de la eliminación de una fuerza o estrés que ha producido una deformación elástica.	Merriam-Webster (2016)
Redes computacionales	Habilidad para proporcionar y mantener un nivel aceptable de servicio ante fallos y problemas en la operación normal.	Hollnagel (2006)
Liderazgo	Habilidad para recuperarse de la adversidad y hacerse más fuerte que antes.	Stolz (2004)
Sociología	Capacidad de un sistema para absorber y recuperarse de la ocurrencia de un evento peligroso.	Timmerman (1981)
	Capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesta a amenazas para adaptarse, resistiendo, o cambiar con el fin de alcanzar y mantener un nivel aceptable de funcionamiento y estructura.	UNISDR (2005)
Infraestructuras	Capacidad de una infraestructura o un sistema para reducir la probabilidad de fallo, las consecuencias del fallo y el tiempo de respuesta y recuperación	Labaka, Hernantes, Sarriegi, (2015)

Aunque en el *Diccionario de la Lengua Española* no existen definiciones de resiliencia aplicadas al mundo empresarial, son muchos los autores que estudian dicho concepto, tanto en el nivel individual de las personas que trabajan en una empresa, como en el nivel global de la empresa considerándola como un todo e incluso a nivel de toda la cadena de suministro. Home y Orr (1997) definen resiliencia como la cualidad de los individuos, grupos, organizaciones y sistemas en su conjunto para responder productivamente a un cambio significativo que altera el patrón esperado de los acontecimientos sin esperar durante un período de tiempo prolongado, un comportamiento regresivo.

Por lo tanto, en la literatura se puede encontrar que el concepto de resiliencia es aplicado en los niveles individual, de empresa y de cadena de suministro.

- La resiliencia individual suele estar relacionada con el campo de la psicología y puede considerarse como la capacidad de sobrellevar el estrés o agotamiento para continuar manteniendo el rendimiento de los trabajadores apostando por su bienestar frente a condiciones de trabajo difíciles (Carver, 1998).
- A nivel empresarial, Gallopín (2006) la describe como su habilidad para tratar, adaptarse y recuperarse ante una perturbación. La resiliencia muestra cómo de bien una empresa puede disminuir su nivel de vulnerabilidad ante eventos disruptivos tanto esperados como no esperados; cómo de flexible es reorganizándose a pesar del entorno cambiante y cómo de efectiva puede ser recuperándose en el menor tiempo posible y con el menor coste.

Debido a que la resiliencia es vista como una propiedad sistémica, Riolli y Savicki (2003) afirman que la resiliencia empresarial debe englobar tanto el nivel individual como el organizacional, que ambos niveles tienen una influencia recíproca entre sí. Afirman que la resiliencia empresarial se construye sobre la base de la resiliencia de los miembros de la empresa. Sin embargo, cabe destacar que la resiliencia a nivel individual no garantiza la capacidad de resiliencia a nivel empresarial (Home et al., 1997).

- En el nivel que abarca a toda la cadena de suministro, la resiliencia se considera la capacidad para reaccionar ante una disrupción inesperada y restaurar el nivel normal de operación de la cadena de suministro (Rice y Caniato, 2003). Otras definiciones engloban la contención de una disrupción y recuperación de la misma (Sheffi, 2005); la capacidad de los sistemas industriales complejos para sobrevivir, adaptarse y crecer ante el cambio turbulento (Fiksel, 2006) o la capacidad de adaptación de la cadena de suministro para estar preparada ante eventos inesperados, responder a las perturbaciones y recuperarse de ellas, manteniendo la continuidad de las operaciones en el nivel deseado, la conectividad y control sobre la estructura y las funciones de la cadena de suministro (Ponomarov y Holcomb, 2009).

Por consiguiente, la resiliencia empresarial, puede ser medida y gestionada a diferentes niveles, como por ejemplo, en un sector, en una cadena de suministro o en una empresa focal. Cuando más global sea el nivel, más dificultad habrá en analizar y mejorar dicha propiedad. En la presente tesis, la investigación está focalizada en la resiliencia a nivel empresarial sin abarcar a toda la cadena de suministro. Actualmente, en la literatura, tal y como se verá en el capítulo 4, no hay enfoques asentados y consolidados para el análisis y mejora de dicha capacidad a nivel empresarial. La gran mayoría de los enfoques de gestión de la resiliencia tanto empresarial como de la cadena de suministro son conceptuales y su principal objetivo es crear los fundamentos teóricos, lo que en inglés se denomina *theory building*, para posteriormente y una vez asentados los cimientos del conocimiento teórico, desarrollar los mecanismos necesarios para el análisis y mejora de la capacidad de resiliencia de las empresas y de la cadena de suministro. Es por ello, que en la presente tesis, la resiliencia empresarial, es medida a nivel de empresa focal, teniendo en cuenta las fuentes de disrupción, los eventos disruptivos y sus consecuencias de manera interna a la empresa pero considerando las interacciones de la empresa focal con la cadena de suministro a la que pertenece, ya que la mayor parte de los eventos disruptivos que impactan sobre la empresa tiene su origen en su cadena de suministro. En las líneas futuras de investigación, tras la aplicación y testeo de la herramienta de autoevaluación para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial que se desarrolla en la presente tesis a nivel empresarial, los esfuerzos se centrarán en la investigación para la extensión y adaptación de la herramienta con las singularidades propias para abarcar a toda la cadena de suministro.

Las definiciones más generalmente aceptadas por la literatura de la resiliencia a nivel empresarial, se resumen en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Definiciones de resiliencia empresarial.

Autores	Definición
Mallak, (1999)	<i>“Habilidad de una industria/organización para fortalecer la creación de procesos robustos y flexibles de una forma proactiva”.</i>
Edmondson, (1999) y Bunderson y Sutcliffe, (2002)	<i>“Capacidad de ajustarse y mantener las funciones deseables bajo condiciones tensas y desafiantes”.</i>
Reinmoeller y Van Baardwijk (2005)	<i>“Capacidad para auto renovarse en el tiempo a través de la innovación”.</i>
McDonald (2006)	<i>“La resiliencia engloba las propiedades de adaptarse a los requerimientos del entorno y gestionar la variabilidad del mismo”.</i>
Minolli (2007)	<i>“Capacidad empresarial para absorber cambios y rupturas, tanto internos como externos, sin que por ello se vea afectada su rentabilidad y que incluso desarrollan una flexibilidad tal que, a través de procesos de rápida adaptación, logran obtener beneficios extras, sean éstos pecuniarios o intangibles, derivados de circunstancias adversas y/o imprevistas”.</i>
McManus, Seville, Brunson, y Vargo (2007)	<i>“Capacidad empresarial que es función de la situación de conciencia sobre aspectos resilientes, la gestión de las vulnerabilidades claves y de su capacidad adaptativa en un ambiente complejo, dinámico e interconectado. Una empresa que tenga una gran resiliencia es aquella con mayores probabilidades de sobrellevar los problemas que surgen cada día y gestionar de manera satisfactoria todos los aspectos que provocan la situación de crisis”.</i>
Madni y Jackson (2009)	<i>“La resiliencia abarca las acciones para evitar, adsorber, adaptarse y recuperarse ante las disrupciones”.</i>
Ballesta (2010)	<i>“Capacidad para anticipar los eventos claves relacionados con tendencias emergentes, adaptarse constantemente al cambio y recuperarse de manera rápida después de desastres y crisis”.</i>

Autores	Definición
Erol et al. (2010a)	<i>“Capacidad empresarial para disminuir la vulnerabilidad, habilidad para cambiar y adaptarse así como la habilidad para recuperarse rápidamente ante imprevistos”.</i>
Alberts (2011)	<i>“Capacidad de reparar, reemplazar, parchear e incluso reconstituir la capacidad perdida o el rendimiento (y por tanto la eficacia), al menos en parte y con el tiempo, del daño causado por una perturbación del entorno”.</i>
Winston (2014)	<i>“Capacidad no sólo para recuperarse de las interrupciones, sino para evitarlas por completo ”</i>
Gilly, Kechidi y Talbot (2014)	<i>“Capacidad reactiva de la empresa para resistir un evento externo y capacidad activa para anticiparse a los eventos y por tanto, abrir nuevas caminos de desarrollo”.</i>

Caralli, Allen, Curtis, White y Young (2010) diferencia la resiliencia operacional de la resiliencia empresarial y describe la primera como un subconjunto de la segunda. Para los autores, la resiliencia operacional es la habilidad de la empresa para adaptarse a eventos disruptivos que afectan a sus capacidades operativas básicas.

A través de las diferentes definiciones, tanto en el campo empresarial como en el resto de disciplinas que la analizan, se puede observar un elemento común, que es que la resiliencia es la respuesta a cambios inesperados e imprevistos, a sucesos disruptivos así como perturbaciones y que constituye la habilidad para que la empresa se anticipe y responda a dichos cambios (Erol, Sausser y Mansouri, 2010b). Hamel y Valikangas, (2003) y Reinmoeller et al. (2005) afirman que la respuesta a dichos cambios se consigue a través de la flexibilidad e innovación.

Además Hu, Li y Holloway (2008) afirman que el modo en que las empresas responden a dichas perturbaciones, no sólo es importante para su supervivencia, sino que lo es también para la “salud” económica de las comunidades en las cuales dichas empresas operan.

La resiliencia empresarial es una de las áreas que en los últimos años ha despertado el interés de numerosos investigadores y profesionales. Tal y como se mencionaba anteriormente, su interés va en aumento, sobre todo a partir del año 2001, tras los ataques terroristas a las Torres Gemelas, y parece que la tendencia es que continúe en aumento debido a la gran dinamicidad del entorno en el que las empresas operan actualmente.

3.3.1 Características de las Empresas Resilientes

La gestión de la resiliencia empresarial está diseñada como un proceso iterativo para el desarrollo organizacional a largo plazo y no como una herramienta de gestión de crisis ante interrupciones (McManus et al., 2007). Las empresas deben estar constantemente analizando su capacidad de resiliencia y preparándose para hacer frente a eventos disruptivos y no solo actuando cuando estos acontecen.

Goble, Fields y Cocchiara (2002) explican que para alcanzar un nivel de resiliencia apropiado y evaluar interrupciones se precisa entender las interrelaciones e interdependencias entre los procesos de negocio, la información y las tecnologías dentro de las empresas. Gallopín, (2006) considera de vital importancia, para adaptarse a los eventos disruptivos potenciales y tolerar imprevistos, reducir la complejidad de las infraestructuras de las empresas.

Minolli (2007) afirma que aspectos como la visión del negocio, la dirección estratégica, el posicionamiento en el mercado, la situación financiera, el marketing, la publicidad, la estructura de la información, el equipamiento, los soportes tecnológicos y un sin fin de otras cuestiones relevantes en la dirección de empresas son, sin duda alguna, muchos de los factores que coadyuvan a lograr la resiliencia empresarial.

Una empresa o incluso toda una cadena de suministro resiliente se recupera mejor de las dificultades (Mitroff y Alpasan, 2003). Sin embargo, la resiliencia empresarial es mucho más que la capacidad de recuperación. También implica un cierto nivel de flexibilidad y la capacidad de adaptarse a las influencias del entorno. Por lo tanto, la resiliencia empresarial es una de las condiciones para el desarrollo económico sostenible de las empresas y por consiguiente de sus cadenas de suministro (Hamel et al., 2003), junto con una fuente de ventaja competitiva. La resiliencia empresarial es la clave para desarrollar un plan estratégico que sea sostenible y capaz de producir resultados que sean mejores que los de los competidores menos resilientes (Stoltz, 2004).

Ballesta (2010) enumera las principales características que las empresas deben poseer para ser resilientes:

- Entrega y responsabilidad por parte de sus altos directivos, observando continuamente la dinámica del entorno, cuestionando sus prácticas, propósitos y tácticas.
- Compromiso de toda la empresa con la misión, visión y valores de la misma, de forma que se transmita tanto interna como externamente valores de seguridad, cohesión y confianza.
- Fomento de ambientes colaborativos de trabajo mediante estructuras en red, donde los flujos de información fluyan libremente para reducir la incertidumbre y fomentar la capacidad de unión y coherencia, aprovechando las sinergias de los individualismos de la empresa para sacar provecho del conocimiento colectivo como conjunto.
- Promoción de una cultura de innovación para apoyar ideas y proyectos creativos con potencial de generar valor añadido. Las empresas deben estar inmersas en procesos de cambios continuos siempre que así se precise y no deben temer reinventarse constantemente, aprender, y ser capaces de innovar de forma que los resultados estén alineados a la estrategia de negocios.
- Deben conciliar las expectativas de desarrollo profesional de sus recursos humanos con la estrategia del negocio. Además, deben promover entre sus profesionales el valor de vigilar, cuestionar, aprender, crecer, decidir y desarrollarse profesionalmente teniendo en cuenta el entorno empresarial.
- Deben enfrentarse a los entornos de crisis, articulando decisiones de alto riesgo a partir del análisis de la información del entorno, de los benchmarks relevantes, interactuando con competidores, clientes, ... y gestionando la preparación y recuperación ante la posible nueva situación.

Por otra parte, Woods y Wreathall, (2003) afirman que el éxito empresarial debe equilibrar los objetivos operacionales de una empresa y los objetivos de resiliencia empresarial, y para ellos, las empresas deben basarse en las siguientes características:

- Compromiso de la dirección: Para equilibrar el balance entre los objetivos basados en la eficiencia de los sistemas productivos y los objetivos de resiliencia. Debe haber una disposición para invertir en resiliencia y asignar recursos para mejorar la resiliencia de una manera proactiva y oportuna a pesar de las presiones y objetivos de eficiencia productiva.
- Promoción del flujo de información sobre disrupciones: Debe haber una cultura general de intercambio de información sobre el entorno de manera abierta en todos los niveles de la empresa para alentar una fuente significativa de capacidad de resiliencia dentro de la empresa.
- Fomento del aprendizaje: Se trata de aprender a prepararse ante las disrupciones de forma que se le dote de resiliencia a la empresa.
- Preparación / Anticipación: La empresa debe ser proactiva en recoger la evidencia de una disrupción, en vez de sólo reaccionar después de que la disrupción haya acontecido.
- Flexibilidad: La empresa debe tener una cierta capacidad para adaptarse a nuevas y/o complejas disrupciones de manera que se maximice la resolución de la disrupción sin que por ello se altere la funcionalidad global de la empresa (Ponomarov et al., 2009). La flexibilidad permite responder rápida y eficientemente a los cambios dinámicos del entorno (Swamidass y Newell, 1987). Rice et al. (2003) también sugieren un enfoque híbrido de flexibilidad/redundancia para aumentar la capacidad de resiliencia de las empresas y sus cadenas de suministro.

Ponomarov et al. (2009) realizan un resumen de los principales aspectos relacionados con la resiliencia empresarial, principalmente atendiendo a la cadena de suministro en la que la empresa opera:

- Agilidad y responsabilidad. Christopher y Lee (2004a) describe la agilidad como una de las formas más poderosas de lograr la resiliencia empresarial tanto a nivel de empresa como en la cadena de suministro. Las cadenas de suministro ágiles son capaces de dar una respuesta más rápida a las condiciones cambiantes del entorno que sus competidores.
- Visibilidad. El aumento de la visibilidad a través de la cadena de suministro reduce los eventos disruptivos (Chopra y Sodhi, 2004).
- Estructura y conocimiento. El conocimiento y la comprensión de la cadena de suministro y de sus estructuras, tanto físicas como de información, son elementos importantes en cadenas de suministro resilientes (Choi y Hong, 2002).

- Reducción de la incertidumbre, complejidad y reingeniería. Van der Vorst y Beulens (2002) considera la reducción de la incertidumbre como la mejor manera de aumentar la resiliencia. Christopher (2000) añade que la reducción de la complejidad de la cadena de suministro a través de iniciativas de reingeniería de procesos de negocio también mejora la resiliencia.
- Colaboración. Sinha, Whitman y Malzahn (2004); y Christopher et al. (2004a) afirman que las asociaciones colaborativas ayudan a gestionar las disrupciones con mayor eficacia.
- Capacidades de integración operativa y transparencia. En la descripción de las capacidades operativas de las cadenas de suministro flexibles, Smith (2004) hace hincapié en la importancia de un entorno integrado que proporcione interacción total de pedidos, inventario, transporte y distribución para facilitar la transparencia de la cadena de suministro.

Las empresas resilientes generan constantemente y con sentido crítico las preguntas pertinentes, se preparan de forma ágil y flexible cuando las circunstancias así lo ameritan, y desarrollan las acciones necesarias para sobrevivir, y consolidarse exitosamente en entornos de gran conflictividad y altísimo riesgo.

3.3.2 Disciplinas Afines. Gestión de la Resiliencia Empresarial, ¿Nueva Área de Investigación?

Existen disciplinas afines al área de la resiliencia empresarial como por ejemplo: gestión de riesgos, gestión de crisis, gestión de eventos, gestión de la continuidad del negocio, gestión del cambio, gestión de la recuperación de desastres, entre otras, cuyos objetivos presentan sinergias con el área de la gestión de la resiliencia empresarial, pero en algunos casos también presenta divergencias.

Una de las áreas más estudiadas desde hace décadas es la gestión del riesgo. Desde la década de los 70, las técnicas de análisis de riesgo han jugado un papel muy importante en la toma de decisiones corporativas, especialmente cuando se combina con modelos financieros (Hertz y Thomas, 1983). En la práctica, la gestión de riesgos implica examinar todos los posibles resultados de un proyecto o proceso, sopesando los posibles beneficios contra los riesgos potenciales de la inversión (Carter, 1972). En la actualidad, el enfoque principal de la gestión del riesgo viene representado por un ciclo continuo de identificación de riesgos; su evaluación; análisis, elección e implementación de los procedimientos de control; y supervisión y revisión. En muchas ocasiones, los riesgos pueden ser cuantificados sobre la base de datos de históricos, pero evaluar los riesgos requiere, en la mayoría de los casos, de suposiciones basadas en información subjetiva.

Un paso crítico en el proceso de gestión de riesgos es la evaluación de riesgos, que normalmente se basa en la estimación de la probabilidad de que acontezca un suceso y la gravedad estimada si se produce dicho evento. Pettit, Fiksel y Croxton (2010) afirman que la mayor debilidad en la gestión de riesgos es su incapacidad para caracterizar adecuadamente eventos con baja probabilidad y graves consecuencias y gestionarlos. Además, tanto Pettit et al. (2010) como Dalziell et al. (2004) explican que el enfoque de evaluación de riesgos tradicional no puede hacer frente a acontecimientos imprevistos. Y por ello, creen, que el concepto de resiliencia puede llenar estos vacíos y complementar los programas existentes de gestión de riesgos, permitiendo a las empresas, sobrevivir ante perturbaciones imprevistas.

Asimismo, las técnicas de gestión de riesgo tradicionales asumen que los riesgos son independientes, pero en el contexto actual donde todo es cada vez más interdependiente, esta asunción es cuestionable.

Hillson (2005) afirma que evaluar el impacto de un riesgo tan sólo requiere definir la situación después de que el riesgo haya acontecido y entonces estimar el posible efecto sobre los objetivos. Dicho autor considera que el impacto se mide una vez que el riesgo ha acontecido, por lo tanto su base son los históricos de eventos disruptivos acontecidos y se centra por tanto en la capacidad de recuperación, pero no tiene en cuenta la capacidad de preparación ante la ocurrencia de eventos.

A la par, Chesley y Amitrano (n.d.), en su definición de resiliencia empresarial basada en la definición realizada por organizaciones de normalización como la *British Standards Institution* (BSI) y la *International Standards Organisation* (ISO), la consideran como la capacidad de anticiparse, reaccionar al cambio, no solo sobrevivir, sino también evolucionar. Los autores reconocen que la palabra clave de esta definición es “cambio” y por ello consideran que la resiliencia es requerida como respuesta a todos los tipos de cambios, no solo crisis. Según ellos, esto es lo que hace diferente a la gestión de la resiliencia empresarial de la gestión de riesgos.

En la Tabla 3.5 se muestra un resumen de las limitaciones analizadas en la revisión bibliográfica del área de gestión de riesgos y cómo la gestión de la resiliencia, a través del desarrollo de la presente

investigación, cuyo objetivo es desarrollar la Herramienta de Autoevaluación para la Mejora de la Resiliencia Empresarial (SATIER) (ver capítulo 5), salva dicha limitaciones.

Tabla 3.5. Limitaciones de la gestión del riesgo y ventajas de la gestión de la resiliencia empresarial a través de SATIER.

Limitaciones de la gestión del riesgo	Ventajas de la gestión de la resiliencia empresarial a través de SATIER
Incapacidad para caracterizar adecuadamente eventos con baja probabilidad y graves consecuencias.	SATIER ofrece los medios adecuados para una caracterización sencilla pero eficaz para todo el rango de probabilidad y severidad de los eventos disruptivos potenciales que puedan acaecer.
No puede hacer frente a acontecimientos imprevistos.	SATIER, mediante el análisis y mejora de la capacidad de preparación, a través de la implementación de acciones preventivas, hace frente a los acontecimientos imprevistos.
Los riesgos son independientes.	SATIER analiza los eventos disruptivos de forma independiente. Sin embargo, sí que tiene en cuenta las dependencias de las acciones preventivas que tratan de mejorar la capacidad de preparación ante eventos disruptivos, cuando son iguales y la misma acción se aplica a varios eventos disruptivos (para mayor información, ver sección 5.2.3.1 del capítulo 5).
Las estrategias de prevención sólo se justifican con eventos muy graves y probables debido a su alto coste.	Existen acciones preventivas que no son excesivamente costosas pero las empresas simplemente no se han detenido a analizar cuidadosamente la situación pues no poseen de herramientas de fácil uso que les faciliten el proceso. Para ver ejemplos reales de acciones preventivas que no son extremadamente costosas y mejorar considerablemente el índice de resiliencia empresarial, ver sección 7.2 del capítulo 7.
El impacto de un riesgo tan sólo se puede definir después de que el riesgo haya acontecido.	La herramienta SATIER permite la evaluación del impacto de los eventos disruptivos, estimando su severidad en el caso de que aconteciesen y después de haber ejecutado ciertas acciones preventivas. Por lo tanto, SATIER no solo permite el análisis de eventos disruptivos ya acontecidos, sino que ofrece la posibilidad de anticiparse, para de esta forma mejorar la capacidad de preparación ante los eventos disruptivos potenciales que todavía no han acontecido.

Tal y como se ha visto, no solo el área de gestión de riesgos presenta complementariedades y divergencias con el área de gestión de la resiliencia empresarial, sino que existen otras disciplinas tales como gestión de crisis, gestión de eventos, gestión de emergencias, gestión de la continuidad del negocio, gestión del cambio, gestión de la recuperación de desastres, ... La gran mayoría de estas disciplinas se diferencian de la gestión de la resiliencia empresarial en su alcance. Por ejemplo, Kirvan (2016) explica que por lo general, los planes de continuidad de negocio describen cómo una empresa puede recuperar y reanudar sus operaciones comerciales después de un incidente disruptivo. Por el contrario, los planes de recuperación de desastres describen los pasos a seguir para recuperar y restaurar las operaciones normales de los elementos de infraestructura tecnológica de la empresa, tales como redes, servidores, centros de datos, sistemas operativos, aplicaciones y datos. Por lo tanto, la principal diferencia entre ambas radica en que la primera se focaliza en la gestión de las operaciones del negocio y la segunda disciplina tiene una perspectiva más orientada hacia las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs). Ambas se diferencian de la gestión de la resiliencia empresarial en su alcance, pues ambas están orientadas hacia la recuperación una vez que ya ha acontecido el evento disruptivo, pero no tienen en cuenta otras capacidades como por ejemplo la anticipación y preparación mediante acciones preventivas.

Otras de las disciplinas afines a la gestión de la resiliencia es la gestión de cambios que principalmente tiene dos objetivos: planificar de forma eficiente la implementación de los cambios y evitar la resistencia del personal que se ve afectado por dichos cambios (Anderson y Anderson, 2010). La principal diferencia entre la gestión de la resiliencia empresa y la gestión de cambios es que esta última ayudará a las empresas a implementar cualquier tipo de acción de mejora del índice de resiliencia empresarial, pero esta disciplina por sí sola no gestiona la resiliencia aunque la complementa.

Y es aquí donde juega un papel importante el tema de la complementariedad entre disciplinas que Caralli et al. (2010), en su modelo de resiliencia, define como convergencia y lo expone como un concepto fundamental para la gestión de la resiliencia. La convergencia se define como la armonización de las

actividades de gestión de riesgos que tienen objetivos similares. Estas actividades incluyen planificación y gestión de la seguridad, continuidad del negocio, gestión de la recuperación de desastres, operaciones TICs y gestión de la prestación de servicios. Otras actividades suelen estar incluidas como soporte tales como comunicaciones, gestión de recursos humanos, y la formación y sensibilización organizacional. Este concepto de convergencia se ilustra en la Figura 3.1.

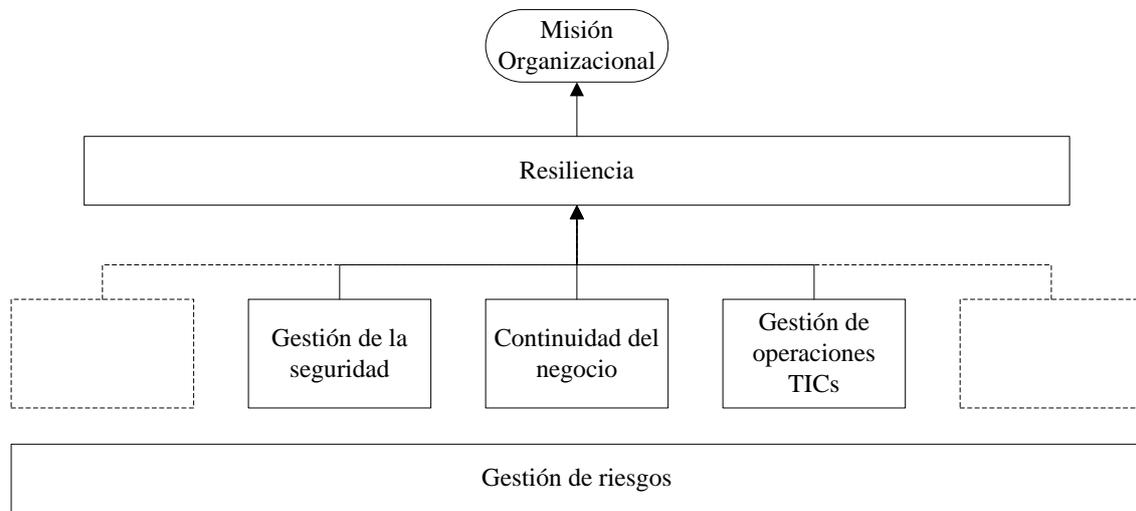


Figura 3.1. Relación de convergencia entre la resiliencia y otras áreas de gestión empresariales (adaptada de Caralli et al., 2010).

Muchas organizaciones están empezando a darse cuenta de que la seguridad, la continuidad del negocio y la gestión de operaciones TICs son funciones complementarias y colaborativas que tienen el mismo objetivo: mejorar y preservar la resiliencia. De la misma manera, el índice de resiliencia tiene un impacto sobre la capacidad de la empresa para cumplir su misión. Cuando diferentes funciones y actividades de la empresa comparten los mismos objetivos, problemas, soluciones y competencias clave para hacer frente a disrupciones, se debe establecer un enfoque colaborativo (Caralli et al., 2010). Todas las áreas de una empresa, así como todas las entidades de la cadena de suministro, se ven perturbados por disrupciones que tienen un impacto similar. Un enfoque convergente de diferentes disciplinas como la gestión de riesgos, continuidad del negocio, gestión de emergencias, gestión de desastres, ... permite una mejor alineación en cuanto a la consecución de los objetivos para promover empresas resilientes así como la reducción de esfuerzos mediante la disciplina incipiente de la resiliencia empresarial. En otras palabras, diferentes actividades empresariales pueden probablemente verse afectadas por disrupciones que tengan un impacto similar de forma que puedan ser gestionadas y mitigadas utilizando enfoques similares, sino idénticos, desde una macroárea (la gestión de la resiliencia empresarial) que englobe otras disciplinas. Por lo tanto, ante la pregunta ¿es la gestión de la resiliencia empresarial una nueva área de investigación? parece ser que lo es, en el sentido en que las disciplinas afines y tradicionales precisan de una actualización y renovación para hacer frente a las nuevas necesidades empresariales e industriales del entorno global actual.

En la presente investigación, el enfoque de gestión de la resiliencia empresarial tiene un punto de vista convergente. La resiliencia empresarial se basa en la labor de diferentes funciones empresariales para obtener una visión holística de la capacidad de resiliencia de una empresa focal teniendo en cuenta aspectos intra-empresa pero por supuesto aspectos inter- y extra- empresariales (Sanchis y Poler, 2008) de su cadena de suministro y del entorno. Un enfoque convergente y colaborativo, que también incluye por tanto a las disciplinas afines a la gestión de la resiliencia analizadas, para asistir a las empresas en cómo la resiliencia empresarial es planificada, ejecutada y gestionada con el objetivo final de una mayor eficacia, eficiencia y reducción de los efectos negativos de las disrupciones.

La Figura 3.2 muestra una actualización del enfoque de convergencia propuesto por Caralli et al. (2010) de forma que engloba a diferentes unidades funcionales, que posteriormente serán las diferentes fuentes de disrupción analizadas por la herramienta SATIER, junto con el aprovechamiento de las técnicas tradicionales de las áreas afines a la resiliencia empresarial.

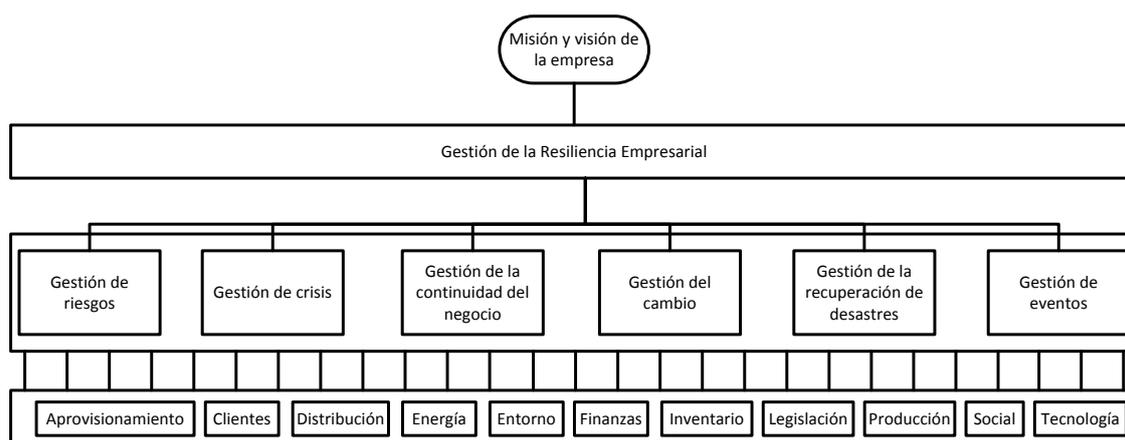


Figura 3.2. Relación de convergencia de la resiliencia empresarial en SATIER (adaptada de Caralli et al., 2010).

También la Comisión Europea, presenta interés en el área de la gestión de la resiliencia empresarial, financiando proyectos de programas del Séptimo Programa Marco en diferentes ámbitos relacionados con la resiliencia, tal y como muestra la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Proyectos Europeos de Investigación relacionados con la resiliencia en diferentes ámbitos.

Acrónimo (Referencia)	Programa	Periodo	Presupuesto (€)
SMR (653569)	H2020-DRS-2014	2015-06-01 2018-05-31	4.641.233
Smart Mature Resilience			
SMR desarrollará y validará directrices de resiliencia en ciudades, utilizando tres proyectos piloto que cubren diferentes sectores de seguridad de las infraestructuras críticas, así como el cambio climático y la dinámica social. Las guías de gestión de la resiliencia proporcionarán un escudo robusto contra los desastres naturales y los provocados por el hombre, permitiendo a la sociedad resistir, absorber y recuperarse de los efectos de los desastres, de manera oportuna y eficiente, a través de la preservación y restauración de las estructuras esenciales. El proyecto desarrollará: (i) un modelo de madurez de resiliencia que define la trayectoria de una entidad a través de niveles de resiliencia medibles; (ii) un cuestionario de evaluación de riesgo sistémico que, más allá de la evaluación del riesgo de la entidad, también proporciona su nivel de madurez de resiliencia; (iii) una cartera de políticas de fortalecimiento de la resiliencia que permita la progresión hacia niveles de madurez superiores; (iv) un modelo de dinámica de sistemas, que permita diagnosticar, monitorear y explorar la trayectoria de resiliencia determinada por las políticas de resiliencia, y (v) una herramienta de comunicación para integrar al público en general, en la comunidad impulsora de la resiliencia, incluyendo la cooperación público-privada.			
CORE (603993)	FP7-SEC-2013-1	2014-05-01 2018-04-30	48.354.957
Consistently Optimised Resilient Secure Global Supply-Chains			
El principal objetivo del proyecto CORE es consolidar, ampliar, extender y demostrar el conocimiento y las capacidades de la Unión Europea (UE) y la cooperación internacional para asegurar las cadenas de suministro, manteniendo o mejorando el rendimiento del negocio, con referencia específica a las principales comunicaciones de la cadena de suministro. CORE trata de impulsar la resiliencia en las comunicaciones entre: (i) aduanas, autoridades policiales y otros organismos nacionales e internacionales para aumentar la eficacia de la seguridad y el cumplimiento de las transacciones comerciales, sin aumentar los costes y de esta forma mejorar la cooperación en gestión de riesgos de aspectos de seguridad; y (ii) las asociaciones de empresas, específicamente las empresas navieras y otros transportistas, expedidores, operadores de terminales, operadores de carga y actores financieros para integrar y mejorar la visibilidad de la cadena de suministro y su optimización.			
STAR-FLOOD (308364)	FP7-ENV-2012-two-stage	2012-10-01 2016-03-31	6.769.661
STrengthening And Redesigning European FLOOD risk practices Towards appropriate and resilient flood risk governance arrangements			
Numerosas regiones urbanas de la UE se enfrentan cada vez más a riesgos de inundación inesperados debido a la masiva urbanización de sus suelos y a los efectos del cambio climático. En Europa (a través de la Directiva del Riesgo de Inundación) y junto con políticas nacionales y regionales, se hacen intentos para diversificar y adaptar diferentes estrategias de riesgo de inundación. STAR-FLOOD desarrolla cinco de estas estrategias: prevención; defensa; mitigación; preparación; y recuperación. Las aglomeraciones			

urbanas vulnerables serán más resilientes en caso de que múltiples estrategias sean aplicadas simultáneamente. Al mismo tiempo, la aplicación de un grupo diverso de estrategias tiene que ser apropiada, es decir, en sintonía con el contexto físico y social. STAR-FLOOD trata de integrar y combinar principios de la política de diseño para la definición de estrategias, así como recomendaciones concretas para la política y la legislación a nivel de la UE, sus Estados miembros, autoridades regionales, y asociaciones público-privadas.			
CORFU (244047)	FP7-ENV-2009-1	2010-04-01 2014-06-30	5.144.169
Collaborative research on flood resilience in urban areas			
El objetivo principal de CORFU es permitir que las instituciones europeas y asiáticas aprendan unos de otros a través de la investigación conjunta, el desarrollo, la implementación y la difusión de estrategias que permitan, de forma científica, la correcta gestión de las consecuencias de las inundaciones urbanas en el futuro. El impacto de inundaciones en áreas urbanas abarca potenciales muertes, daños en las infraestructuras y problemas de salud, y los consiguientes efectos en los individuos y en las comunidades. Las posibles respuestas son evaluadas simulando diferentes escenarios teniendo en cuenta aspectos como: el desarrollo urbano, las tendencias socioeconómicas y los cambios climáticos. Además, se desarrollan medibles para cuantificar el coste-eficacia de las medidas de resiliencia y los planes de gestión de inundaciones para hacer frente a estos escenarios.			
RIBS (242497)	FP7-SEC-2009-1	2010-11-01 2013-10-31	4.406.966
Resilient Infrastructure and Building Security			
El proyecto RIBS trata de diseñar medidas de seguridad integradas y eficaces destinadas a proteger las infraestructuras sin afectar a la dinámica de sus negocios. En un contexto global en el que las infraestructuras Europeas son cada vez más vulnerables, y el terrorismo ahora golpea regularmente en nuestras ciudades, causando muertes, daños y disrupciones en una escala sin precedentes. Por ello, RIBS desarrolla medidas de seguridad integradas y eficaces que dan soporte al proceso de diseño y que integra una comprensión más amplia del entorno (factores contextuales, como por ejemplo elementos humanos) dentro del cual estas medidas deben ser implementadas. Los objetivos particulares del proyecto incluyen: (i) un conjunto de requisitos funcionales y no funcionales que impulsan un proceso eficaz de diseño del sistema de seguridad y (ii) un conjunto de técnicas de medida de protección para evaluar el nivel de protección que ofrece los productos de seguridad propuestos para ser implementados en los edificios y dotar de resiliencia a las infraestructuras Europeas.			
REMPANET (229333)	FP7-NMP-2008-SMALL-2	2009-05-01 2012-04-30	3.972.384
Resilient Multi-Plant Networks			
El proyecto REMPLANET tiene como objetivo principal el desarrollo de métodos, directrices e instrumentos para la implementación del Modelo de Resiliencia en Redes Multi-Planta desde una perspectiva de fabricación no-jerárquica, caracterizada por la toma de decisiones no centralizada. REMPLANET y sus herramientas asociadas se centran en la integración de la innovación conducida por los clientes que tiene una gran influencia en los productos y en el diseño de los procesos de fabricación, así como la respuesta personalizada a las demandas del mercado en cuanto a las redes de producción globales no jerárquicas bajo un contexto de toma de decisión no centralizado y a tiempo real. La investigación teórica y las formas conexas de sus herramientas son contrastadas, validadas y reforzadas a través de casos empíricos (pilotos) en diferentes plantas multi-localizadas y multi-nación de redes de empresas del sector de la maquinaria y bienes de equipo, así como de los clientes distribuidos en todo el mundo.			

De los proyectos de investigación Europeos analizados en la Tabla 3.6, dos de ellos (CORFU y STAR-FLOOD) centran su investigación en mejorar la capacidad de resiliencia de zonas urbanas de Europa y Asia para hacer frente a las tan temibles y habituales inundaciones. El ámbito de dichos proyectos difiere del presente estudio ya que la mejora de la resiliencia está focalizada en un solo evento disruptivo, que son las inundaciones y la herramienta SATIER analiza diversidad de eventos disruptivos. Asimismo, el ámbito del proyecto RIBS, también se focaliza en un ámbito diferente a la presente tesis como es la mejora de la resiliencia en la seguridad de edificios e infraestructuras Europeas ante eventos disruptivos como el terrorismo. Por otro lado, el objetivo del proyecto SMR es proporcionar una guía de gestión de la resiliencia para apoyar a los responsables de la toma de decisiones en el desarrollo e implementación de medidas de resiliencia en las ciudades.

Aunque la perspectiva, ámbito y alcance con la que se investiga la capacidad de resiliencia en los proyectos anteriores son diferentes a las de la presente tesis, se muestra un gran interés por parte de la Comisión Europea, a través de la financiación de dichos proyectos, con el objetivo de hacer más

resilientes ciudades, zonas urbanas, edificios, infraestructuras, y hacer frente a eventos disruptivos relacionados con el terrorismo, desastres naturales, ...Además, no es un interés pasado, sino que es bastante reciente, pues la financiación abarca proyectos del Séptimo Programa Marco y también de Horizonte 2020.

Los proyectos (CORE y REMPLANET) son más afines y presentan mayores sinergias con la investigación de la presente tesis, pues tratan de hacer más resilientes a cadenas de suministro. De hecho, la presente línea de investigación en resiliencia empresarial nace del proyecto REMPLANET. A su finalización, se apreció que la investigación en resiliencia empresarial era una disciplina que no estaba lo suficientemente investigada ni aplicada al mundo real y de ahí nació el interés de la presente tesis.

3.4 Capacidades Constituyentes de la Resiliencia Empresarial

El estudio de la resiliencia empresarial basado la revisión bibliográfica desarrollada, ha sido predominantemente conceptual, centrándose en el desarrollo de una base de conocimiento estático a través del establecimiento de conceptos y principios fundamentales (De Jong y Ferguson-Hessler, 1996). La literatura basada en el contexto de la resiliencia, puede agruparse en tres áreas relacionadas. Estas áreas se correlacionan con las capacidades de resiliencia identificadas por Ponomarov et al. (2009):

- Disposición y preparación.
- Respuesta y adaptación.
- Recuperación o ajuste.

Bhamra, Dani y Burnard (2011) afirman que el concepto de resiliencia es a la vez multidisciplinar y polifacético. Multidisciplinar, porque son muchas las áreas que gestionan la resiliencia aplicada a sus dominios de conocimiento, tal y como se ha visto mediante el enfoque convergente de Caralli et al. (2010) y polifacético, porque la conforman diferentes capacidades como la capacidad de preparación, adaptación y recuperación. Ponomarov et al. (2009) también consideran el concepto de resiliencia como multidimensional y multidisciplinar.

Mitroff et al. (2003) afirman que las empresas resilientes son proactivas y gracias a su preparación y anticipación se recuperan mejor de las dificultades. Sin embargo, la resiliencia no abarca solamente la capacidad de preparación, sino que también implica capacidad de recuperación para dar respuesta a los efectos negativos de la ocurrencia de ciertos eventos disruptivos.

3.4.1 Capacidad de Preparación

En los últimos años, se han producido eventos disruptivos generalizados como por ejemplo grandes protestas por los precios del petróleo; la epidemia de la fiebre aftosa en el Reino Unido; los ataques terroristas en Nueva York, Madrid y Londres; la amenaza de armas de destrucción masiva; o el brote de gripe A por todo el mundo, han transformado la percepción de la resiliencia a través de las empresas y de sus cadenas de suministro (Jüttner, 2005).

Las empresas actuales son cada más complejas debido a la gran cantidad de flujos físicos (materiales...) y de información que se intercambian tanto dentro de ellas como entre ellas y otras entidades de su cadena de suministro con el objetivo de asegurar que los productos son fabricados según las especificaciones de los clientes, en la cantidad adecuada, entregados a tiempo y en el lugar adecuado de una manera eficiente desde el punto de vista de costes. Algunos autores sugieren que dicha complejidad, junto con el objetivo de hacer las empresas más eficientes, ha hecho que las mismas sean más sensibles a eventos disruptivos (Christopher et al., 2004a; McGillivray, 2000; Engardio, 2001).

Cuando las empresas operan en diferentes mercados internacionales y globales, se vuelven más susceptibles a eventos disruptivos. Actualmente, las empresas tienden a tener menores inventarios, menos *buffers* y operaciones logísticas más ajustadas (*lean*), haciendo que sean más sensibles a cualquier tipo de evento disruptivo.

Paton y Johnston (2001) afirman que los seres humanos tendemos a pensar que estamos más preparados ante cualquier circunstancia adversa más de lo que realmente lo estamos. Y este peligro también afecta a las empresas. Los autores comentan que cuando a un individuo le proporcionas información acerca de cuán preparado está para hacer frente a un evento disruptivo específico, sobrestima su potencial para hacer frente al mismo y en la mayoría de los casos, la información de entrada no provoca, tal y como sería deseable, la toma de medidas apropiadas para mejorar la capacidad de preparación. Por lo tanto, tan difícil es evaluar y analizar cuan preparada está una empresa ante eventos disruptivos así como que implemente

acciones preventivas que mejoren su capacidad de preparación. Es por ello, que en un proyecto de esta envergadura suele ser recomendable que la alta dirección sea la impulsora de iniciativas de mejora de la resiliencia empresarial con el consenso y visto bueno de todo el personal.

Haimés et al. (2008) afirman que hay que buscar el equilibrio entre las acciones de protección y la resiliencia como medio para mejorar la eficiencia global de la capacidad de preparación.

La capacidad de preparación de una empresa ante eventos disruptivos está relacionada con la vulnerabilidad de la misma a dichos eventos. Cuanto más vulnerable sea la empresa, menos capacidad de preparación posee.

En el momento en el cual un evento disruptivo acaece, una empresa es empujada desde un estado de relativo equilibrio a otro estado caracterizado por inestabilidad. La facilidad con la que la empresa es movida a este nuevo estado inestable es una medida de la vulnerabilidad (Dalziell et al., 2004), entendida como la capacidad de preparación para hacer frente al evento disruptivo, mientras que el grado con el que la empresa da respuesta a dicho cambio, es una medida de su capacidad de recuperación.

Con la actual competencia feroz y las enormes presiones competitivas, las empresas tienden a asumir más “riesgos calculados” (Svensson, 2002), es decir los riesgos que se deben aceptar para mejorar la competitividad, reducir los costes y mejorar la rentabilidad. Sin embargo, el hecho de asumir mayor número de riesgos calculados, puede tener consecuencias adversas que pongan en peligro la capacidad de servir a los clientes finales los productos solicitados, lo cual afecta al cumplimiento de los objetivos a largo plazo de las empresas (Svensson, 2002). Wagner y Bode (2006) apuntan a diferentes razones por las cuales las empresas son actualmente más susceptibles a eventos disruptivos como por ejemplo que existe una mayor dependencia con clientes y proveedores y que hay una concentración de proveedores y una única fuente de abastecimiento. Otras razones se basan en que las empresas centran sus esfuerzos en la eficiencia y dejan de lado la efectividad, pues prácticas como la reducción de inventarios, son muy beneficiosas en condiciones de mercado estables, pero puede ser menos viable en situaciones donde la volatilidad de la demanda aumenta. La globalización, a través de la externalización de ciertas operaciones de la empresa, produce un mayor nivel de riesgo como consecuencia de plazos de entrega prolongados y mayores *buffers*. Además, es indudablemente cierto que el nivel de turbulencia de los mercados ha aumentado trayendo consigo mayor incertidumbre en la previsión de la demanda. Hay numerosas razones que confirman dicha volatilidad como por ejemplo ciclos de vida cortos, a menudo impulsados por cambios tecnológicos, lo que significa que el riesgo de obsolescencia aumenta. El aumento de la variedad en la gama de productos, debido a aspectos como la personalización, conlleva que la previsión de la demanda sea cada vez una tarea más compleja y menos fiable. Como las empresas siguen siendo en gran medida entidades dirigidas por previsiones, con largos horizontes de planificación y plazos de entrega, son cada vez más susceptibles a las oscilaciones de la demanda (Crandfield University, 2003a).

Por lo tanto, las empresas precisan de capacidad de preparación ante la dinamicidad actual del entorno, para anticiparse a los eventos disruptivos. Analizar la capacidad de preparación es una tarea muy compleja y no existen métricas universalmente definidas para evaluar los factores que hacen a unas empresas más susceptibles que otras ante los mismos eventos disruptivos.

3.4.2 Capacidad Adaptativa

La capacidad adaptativa es definida como el grado de un sistema para modificar sus circunstancias y moverse hacia una condición de estabilidad (Luers et al., 2003). En este sentido, tanto las capacidades de preparación como la de recuperación precisarían de capacidad adaptativa, la primera para modificar sus circunstancias actuales en forma de implementación de acciones preventivas que lleven a la empresa hacia una condición de mayor preparación ante eventos disruptivos y la segunda para modificar sus circunstancias, mediante el registro del conocimiento, para facilitar a la empresa que si un evento disruptivo acontece, pueda moverse con facilidad hacia su nivel de estabilidad pre-evento disruptivo.

Dovers y Handmer (1992) también destacan la importancia de la capacidad adaptativa, mientras describen que la resiliencia proactiva acepta la inevitabilidad del cambio y trata de crear un sistema que sea capaz de adaptarse a las nuevas condiciones e imperativos. En este sentido, la empresa debe prepararse ante eventos disruptivos y cuanto más adaptable sea, más fácil le resultará anticiparse a dichos eventos.

El concepto de capacidad adaptativa es también un concepto clave en las estrategias de continuidad de los negocios actuales. La capacidad adaptativa es definida por Starr, Newfrock y Delurey (2003) como la capacidad de una empresa para modificar su estrategia, operaciones, gestión de sistemas, estructura de gestión y capacidades de decisión para soportar eventos disruptivos. McManus et al. (2007) la considera una medida de la cultura y la dinámica empresarial que permite tomar decisiones de forma apropiada y en

el tiempo requerido tanto en las actividades diarias de las empresas como ante crisis y eventos disruptivos.

Dalziell et al. (2004) explican que un sistema se puede adaptar a los cambios de varias formas:

- Aplicación de una respuesta (conocimiento) existente disponible para hacer frente al problema. Esto incluye una mayor utilización de los recursos actuales y de su funcionalidad. Por ejemplo, si una empresa pierde a uno de sus clientes más importantes, su respuesta puede ser aumentar su esfuerzo de ventas para vender más productos a sus clientes existentes.
- Aplicación de una respuesta (conocimiento) existente en un nuevo contexto para hacer frente al problema. Por ejemplo, si una región sufre una recesión económica, una empresa puede optar por desarrollar nuevos mercados en otras economías para compensar sus pérdidas de ingresos.
- Aplicación de nuevas respuestas para resolver el problema. Por ejemplo, cuando una empresa pierde un cliente importante que es muy difícil de reemplazar, la empresa podrá decidir si el producto que le suministraba a dicho cliente ya no es económicamente viable, e invertir en investigación, desarrollo e innovación para encontrar propuestas alternativas del mercado.

Sin embargo, tal y como apuntan Dalziell et al. (2004), las empresas se pueden adaptar aplicando diferentes respuestas, existentes o nuevas, pero una vez que ya ha acontecido el evento disruptivo. Para numerosos autores, dicha capacidad es la capacidad de recuperación que se describe con mayor nivel de detalle en la sección 3.4.3. Si bien es cierto que cuanto más adaptable sea la empresa, más fácilmente volverá a alcanzar el nivel de operación estándar en que operaba normalmente antes de ser sacudida por el evento disruptivo.

Christopher (2005) afirma que los procesos resilientes son flexibles, ágiles y capaces de cambiar rápidamente. La naturaleza dinámica de la capacidad adaptativa permite a las empresas recuperarse después de haberse visto sometidas a un evento disruptivo, volviendo a su estado original o alcanzar un estado más deseable. Siguiendo con la línea de Christopher (2005), también se podría afirmar que la dinamicidad de la capacidad adaptativa permite a las empresas prepararse antes de la ocurrencia de eventos disruptivos siendo flexibles y ágiles en la implementación de acciones preventivas. Es por esto, que la capacidad adaptativa podía considerarse más una característica de las capacidades de preparación y recuperación, que una capacidad constituyente, per se, de la capacidad de resiliencia empresarial.

3.4.3 Capacidad de Recuperación

Un concepto clave del concepto de resiliencia es la capacidad para responder y recuperarse de una situación disruptiva. En los entornos actuales altamente dinámicos, una empresa no es nunca una entidad estática. Algunos sectores son más estables que otros, sin embargo, una empresa que permanece estática en el mismo posicionamiento, con el tiempo va perdiendo su potencial para lograr su propósito. Las empresas también deben cambiar en respuesta a los cambios de entorno para preservar sus ventajas competitivas.

Desde el punto de vista de la resiliencia, tras un evento disruptivo, una empresa no debe tener como objetivo recuperarse y sobreponerse a dicho trastorno volviendo a su estado inicial, sino que debe recuperarse y alcanzar el nivel (sea el mismo que el inicial, inferior o superior) en el cual se mantengan sus ventajas competitivas. La dinamicidad del entorno puede provocar que durante el período de recuperación, los cambios que se hayan producido en el entorno, ocasionen que el estado que debe alcanzar la empresa en su recuperación difiera del estado inicial en el que operaba antes de estar sometida a dicho trastorno. Por ello, el estado de equilibrio que alcance debe estar alineado con las condiciones de su entorno externo actual (Dalziell et al., 2004).

La Figura 3.3 representa a una empresa que se ve impactada por un evento disruptivo. Siguiendo la teoría de Sheffi y Rice (2005), cualquier evento disruptivo significativo tiene consecuencias negativas en el rendimiento de la empresa tal y como se observa en la Figura 3.3, mediante un decremento significativo del mismo, tras ser impactada por el evento disruptivo. Con el tiempo y mediante las acciones de recuperación adecuadas, la empresa logra sobreponerse y recuperarse ante el evento disruptivo. ¿Pero hasta que nivel debe recuperarse? ¿Hasta el nivel normal de operación anterior a haber sufrido el impacto del evento disruptivo? En el caso de la empresa del ejemplo, puede ser que durante el tiempo que ha invertido en recuperarse, las condiciones de su entorno hayan cambiado y por lo tanto no deba volver a su estado inicial sino a otro diferente. Por ejemplo, durante el tiempo de recuperación, el entorno se ve afectado por una grave recesión económica, en este caso, los niveles B y C, podrían ser los adecuados para recuperarse debido a la situación coyuntural de crisis económica, mientras que en el caso contrario,

en el que el entorno esté caracterizado por bonanza económica, la empresa posiblemente debería recuperarse hasta el nivel A para mantener su ventaja competitiva.

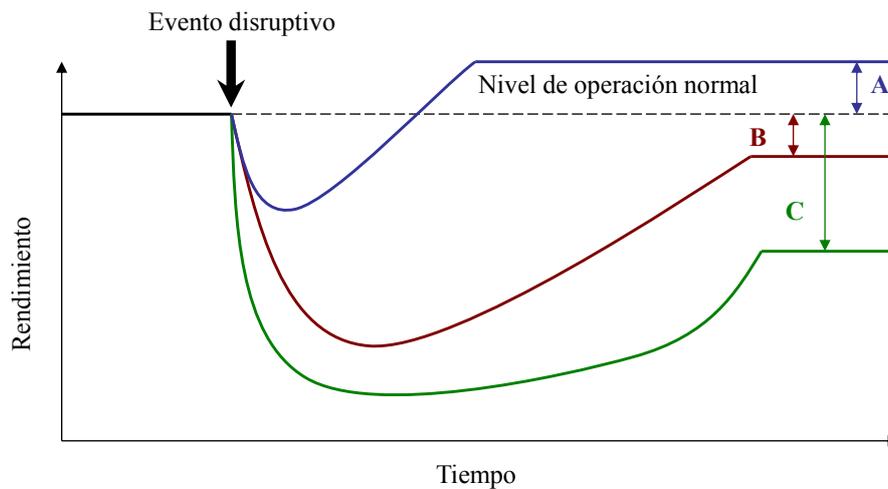


Figura 3.3. Representación de diferentes niveles de recuperación de una empresa tras el impacto de una disrupción

Craighead, Blackhurst, Rungtusanatham y Handfield (2007) distinguen entre la capacidad de recuperación proactiva de la reactiva. Explican que la capacidad de recuperación reactiva se da cuando una empresa debe recuperarse ante un evento disruptivo que ya ha ocurrido, por ejemplo una empresa tiene problemas con el suministro de una materia prima debido a dificultades con el proveedor. Si dichos problemas ya han acontecido, la empresa deberá tomar decisiones y tratar de buscar alternativas, sin embargo en el caso de que existan “señales” que determinen que dicho evento disruptivo va a acontecer, la empresa puede, por ejemplo, desviar el transporte de las materias primas a otros puertos, en caso de una huelga en el puerto al que suelen llegar las materias primas o puede incluso realizar el pedido a otro proveedor. Los autores explican que, en caso de que la empresa no pueda recuperarse de forma proactiva, lo puede hacer de forma reactiva, aunque en este caso la recuperación es menos eficaz y además no contribuye a reducir la propagación de la disrupción a toda la cadena de suministro, aunque ello es mejor que no tener ninguna capacidad de recuperación en absoluto. La capacidad de recuperación proactiva difiere de la capacidad de preparación en que la primera tan sólo se activa cuando parece que el evento disruptivo es inminente, aunque su naturaleza es la de anticipación más que de reacción. La segunda se activa en cualquier momento, pues su objetivo primordial es anticiparse y prepararse ante cualquier evento disruptivo potencial, incluso si no acontece nunca y fomentar la prevención continua.

Ponomarov et al. (2009) afirman que una de una de las partes más difíciles en la fase de recuperación es la restauración de las rutinas sociales y actividades económicas. Los autores explican que parte del proceso de recuperación consiste en restaurar la estabilidad psicológica de las personas tras el evento disruptivo y que también implica aprender las lecciones positivas de la experiencia, para ser aplicadas en el futuro en caso de que el mismo evento disruptivo u otro, pero con efectos similares, acontezca. Por otra parte, Crainhead et al. (2007) afirman que las barreras principales en la fase de recuperación son la falta de comunicación y la no cooperación entre diferentes departamentos de la empresa o entidades de la cadena de suministro. Los autores explican que para llevar a cabo un plan efectivo de recuperación, todas las partes se deben comunicar rápidamente, tanto cuando el evento disruptivo ya ha acontecido para informar del suceso a todas las partes implicadas, así como cuando todavía no se ha producido, pero ya existen señales de que un evento disruptivo va a acontecer. Además, también se precisa de cooperación en la fase de recuperación entre clientes, proveedores, ... para alcanzar el nivel deseado cuanto antes. Por lo tanto, entendiendo que para facilitar y mejorar la capacidad de recuperación, es vital que las empresas gestionen su conocimiento, de forma que lo organicen, estructuren, registren, y almacenen de forma que esté fácilmente disponible y accesible. La gestión del conocimiento mejorará la capacidad de recuperación de las empresas ya que éste podrá: (i) ser reutilizado cuando sea necesario (por ejemplo cuando el mismo evento disruptivo acontezca o uno similar con efectos parecidos), (ii) ser compartido a todas las partes interesadas, para que todas sean conocedoras de cuáles son las consecuencias del evento y cuáles son los pasos a seguir para recuperarse eficientemente, (iii) ser mejorado sistemáticamente y continuamente con nuevas experiencias, y (iv) ser utilizado para el aprendizaje continuo. Por ello, uno de los factores más importantes en la mejora de la capacidad de recuperación es tener un buen sistema de gestión del conocimiento.

3.5 Elementos de la Resiliencia Empresarial

A través de las diferentes definiciones de resiliencia empresarial, aparece un elemento común que es el desencadenante de que las empresas no sean tan resilientes como quisieran y ese desencadenante son las interrupciones. Por ello, merecen una especial atención, pues son el motivo por el cual las empresas deben reaccionar para poder hacerles frente mejorando sus capacidades de preparación, (anticipándose a su ocurrencia mediante acciones preventivas) y mejorando su capacidad de recuperación, (mediante acciones de registro que proporcionarán información muy valiosa para recuperarse de forma más rápida y eficiente). La Figura 3.4 muestra un esquema de los principales elementos de la capacidad de resiliencia, que serán descritos detalladamente en las siguientes secciones. Los elementos de la capacidad de resiliencia empresarial se distinguen en positivos y negativos. El elemento negativo por naturaleza de la capacidad de resiliencia empresarial son las interrupciones, pues son el motivo por el cual las empresas son más susceptibles al entorno en general. Por el contrario, los elementos positivos de la resiliencia empresarial son las acciones preventivas y las acciones de registro del conocimiento, pues dichas acciones serán las responsables de la mejora de las capacidades de preparación y recuperación, capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial.

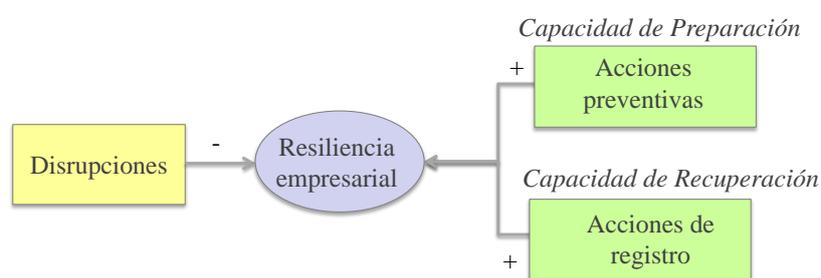


Figura 3.4. Esquema de los elementos y las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial.

3.5.1. Interrupciones

Existe una corriente denominada Teoría del Accidente Normal desarrollada por Perrow (2011) que sostiene que existen condiciones en los diferentes sistemas que hacen inevitable, es decir normal, el accidente. En oposición, está la Teoría de Alta Confiabilidad (La Porte y Consolini, 1998) que postula que los accidentes son previsible, mejorando el diseño y la gestión de los sistemas. Ambas corrientes son antagónicas, pues la primera afirma la inevitabilidad de los errores o fallos, mientras que la segunda, señala que es posible prevenirlos.

Craighead et al. (2007) afirman que las interrupciones son la mayor preocupación de las empresas que compiten en el mercado global. Aseguran que las interrupciones son inevitables, y como consecuencia, todas las empresas así como sus cadenas de suministro están sometidas inherentemente a riesgos. Green (2004), a través de su estudio empírico entre más de 1.000 empresas, también asegura que las empresas consideran las interrupciones con sus riesgos operativos y financieros asociados, como su preocupación más imperiosa. Sanchis, Poler y Cruz-Lario (2012) afirman que el estudio de las interrupciones es el primer paso para analizar la capacidad de resiliencia empresarial. Pero, ¿qué son las interrupciones?

Barroso, Machado y Machado (2011) afirman que las interrupciones pueden causar interrupciones en los flujos monetarios, de información y/o materiales en una o más entidades de la cadena de suministro. Estos trastornos tienen una influencia negativa en las operaciones normales de las empresas, haciéndolas vulnerables y reduciendo su rendimiento y competitividad. La ocurrencia de interrupciones que afectan negativamente a las empresas es un hecho inevitable por lo cual están constantemente en riesgo (Craighead et al., 2007). Por ello, es esencial para la supervivencia y la eficaz y eficiente operación de cualquier empresa, que los responsables de la toma de decisiones identifiquen, de una manera proactiva, las interrupciones que pueden potencialmente afectar a las empresas mediante la medición y análisis de su capacidad de resiliencia, y de este modo, poder desarrollar políticas de mitigación o planes de contingencia para minimizar la vulnerabilidad.

Sanchis et al., (2012) comentan que no existe consenso en la literatura en cuanto al término utilizado para designar una interrupción. Algunos autores utilizan el término “perturbación” (Svensson, 2002; Kleindorfer y Saad, 2005; Hendricks et al., 2008; Barroso et al., 2011) otros prefieren utilizar “riesgo” (Chopra et al., 2004; Goh, Lim y Meng. (2007), “incertidumbre” (Mason-Jones y Towill, 1998), “evento” (Heinecke, Migge, Kunz, Lamparter y Lepratti, 2012), e incluso “crisis” (Natarajarathinam, Capar y Narayanan, 2009). En esta investigación, el término utilizado será interrupción, tal y como se verá más adelante.

Además, señalar que la disrupción engloba, el origen y nivel (donde se produce el evento disruptivo), el propio evento disruptivo y sus consecuencias. Por lo que posteriormente, será más común la utilización del término evento disruptivo que el de disrupción.

Svensson (2002); Kleindorfer et al. (2005) y Hendricks et al. (2008) definen una perturbación, como un evento no planificado e inesperado que interrumpe el flujo normal de los productos y materiales en una empresa y/o su cadena de suministro. Barroso et al. (2011) la define como un evento previsible o imprevisible que afecta el funcionamiento normal y a la estabilidad de una empresa o de su cadena de suministro.

La definición clásica de riesgo comúnmente aceptada en la literatura es "la variación en la distribución de los posibles resultados, su probabilidad y sus valores subjetivos" (March y Shapira, 1987, p. 1404).

Natarajarathinam et al. (2009) explican que una crisis se produce cuando una o más actividades en una empresa o en alguna de las entidades de la cadena de suministro se interrumpe, lo que resulta en una interrupción del flujo normal de bienes y/o servicios.

La única diferencia entre las definiciones de Svensson (2002); Kleindorfer et al. (2005); Hendricks et al. (2008) y Barroso et al. (2011) es la previsibilidad de acontecimiento de la disrupción, ya que los primeros autores consideran que no pueden predecirse, mientras que Barroso et al. (2011) explican que la disrupción puede ser prevista con anterioridad. En la presente investigación, la definición de disrupción se aproxima más a la definición de los primeros autores, ya que se considera que una disrupción puede producirse de manera inesperada (por ejemplo, un ataque terrorista) aunque también puede ser prevista (por ejemplo, un huracán).

Por otro lado en las definiciones anteriores, aparecen términos como pérdida parcial, inutilización e interrupción. En la presente investigación se considera que una disrupción no tiene por qué inutilizar la capacidad de seguir operando o interrumpir la actividad de una empresa, sino que las disrupciones tienen un efecto directo en la operación normal de una empresa o cadena de suministro y pueden interrumpir el flujo de materiales, información, flujos monetarios, ..., pero no se considera disrupción únicamente sinónimo de interrupción, más bien de alteración.

Algunos autores (Hu et al., 2008) sí que utilizan el término de disrupción como interrupción (parcial o total) y explican que las cadenas de suministro consisten en empresas individuales como por ejemplo proveedores, fabricantes y clientes interconectados trabajando juntos para proporcionar productos o servicios a los clientes finales. Basándose en esta definición, para ellos, una disrupción es una situación que dará lugar a la pérdida parcial de los componentes de la red o de la cadena de suministro y que inutilizará algunas de las conexiones entre los componentes o nodos en un corto período de tiempo. Por ello es tan importante en primer lugar dotar a las empresas de resiliencia empresarial, para posteriormente poder trasladar de forma conjunta y colaborativamente la capacidad resiliente a toda la cadena de suministro. Las disrupciones pueden causar un impacto significativo en la economía de modo que la empresa necesite volver a configurar su red.

Las disrupciones en las empresas pueden ser muy costosas y, si dicha disrupción no es gestionada adecuadamente, puede causar retrasos importantes en el suministro provocando desabastecimiento, incapacidad para satisfacer la demanda de los clientes y por ende, un aumento de los costes.

Mientras que muchas compañías no han sido capaces de cuantificar el coste que suponen las disrupciones, en la literatura se pueden encontrar algunos estudios en esta área. Por ejemplo, Rice et al. (2003) presentan los resultados de una encuesta que estima en 50-100 millones de dólares, el impacto de coste por cada día que una red de suministro se vea interrumpida.

En la presente investigación, una disrupción engloba la fuente donde se origina el evento disruptivo, el evento disruptivo en sí y las consecuencias que tienen un impacto negativo en la empresa. Mientras que al evento disruptivo se le considera como cualquier evento predecible o impredecible que altere el nivel normal de operación y actividad de una empresa, independientemente de dónde se produzca dicho evento. Las disrupciones tienen un efecto directo sobre la capacidad de las empresas para fabricar productos y suministrarlos en un mercado y/o proporcionar servicios esenciales a los clientes. Esta tesis se centra en el estudio de la capacidad de resiliencia empresarial de una empresa focal, pero teniendo en cuenta las interacciones de dicha empresa con su cadena de suministro, debido a que una disrupción en una entidad de la cadena de suministro puede provocar efectos negativos en la empresa focal (efecto cascada).

3.5.1.1 Fases de una Disrupción

En la actualidad, las empresas experimentan cierta debilidad ante las disrupciones en diferentes niveles. Su mayor flaqueza es la incertidumbre en la demanda, incertidumbre que ha aumentado drásticamente en los últimos años debido a las cambiantes y diferentes expectativas de los clientes, a una competición más global, y una mayor variedad en la producción con tiempos de entrega más cortos. Además, las empresas actuales también tienen que sobrellevar las disrupciones convencionales de la variabilidad de la cadena de suministro, restricciones de capacidad, problemas de calidad y rendimiento de la producción (Sheffi y Rice, 2005).

Sheffi y Rice (2005) explican que cualquier disrupción significativa tiene consecuencias negativas en el rendimiento de la empresa, ya sea medido en ventas, nivel de producción, beneficios, servicio al cliente u otra métrica relevante. Y dividen una disrupción en 8 diferentes fases (Figura 3.5):

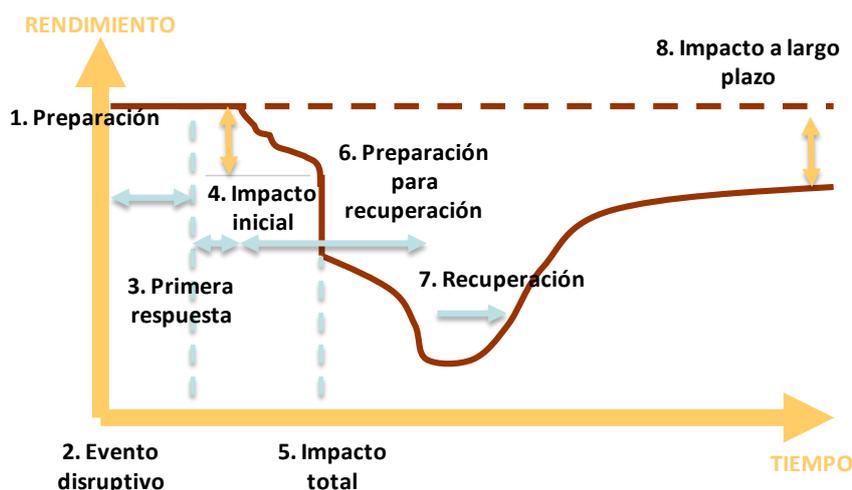


Figura 3.5. Etapas de una disrupción (adaptada de Sheffi y Rice, 2005)

- 1.- Preparación. En algunos casos, las empresas pueden prever y prepararse ante una disrupción, de forma que minimicen sus efectos. Por ejemplo, la previsión del tiempo en cuanto a tormentas de nieve, tornados, ..., que puede ser clave para que las empresas se preparen ante tal situación.
- 2.- Evento disruptivo. Cualquier situación que amenace la operatividad diaria de una empresa, por ejemplo huelgas, prohibiciones gubernamentales, etc.
- 3.- Primera respuesta. Ante una situación disruptiva, en un primer momento, se toman las medidas oportunas para que las consecuencias no sean más graves, por ejemplo en el caso de peligro para las personas, se toman las acciones necesarias para prevenirlas de un daño mayor.
- 4.- Impacto inicial. El impacto de algunas disrupciones se presenta inmediatamente mientras que en otras ocasiones afectan a las empresas a largo plazo, dependiendo de factores tales como la magnitud de la disrupción, la redundancia que posea la empresa y la resiliencia inherente tanto de la empresa como de su cadena de suministro. En el primer caso, se encuentra el ejemplo de la tragedia de la planta industrial química de la Corporación Union Carbide ubicada en India, la cual sufrió un escape del gas metil isocianato en uno de sus tanques, provocando la muerte (cifras según el gobierno de Madhya Pradesh) de aproximadamente 3.800 personas. El impacto a largo plazo se observa en ejemplos como el paro patronal del puerto de la Costa Oeste de Estados Unidos en 2002 que afectó a New United Motor Manufacturing Inc., alianza comercial de General Motors y Toyota. Dicha empresa no paró su producción inmediatamente, ya que poseía cierto stock de seguridad, pero finalmente tuvo que paralizar su producción a los 4 días del paro patronal en el puerto por falta de existencias.
- 5.- Impacto total. Tanto si el impacto es inmediato o a largo plazo, una vez que el impacto de la disrupción se hace presente, el rendimiento de las empresas disminuye estrepitosamente.
- 6.- Preparación para la recuperación. La preparación para la recuperación normalmente empieza en paralelo con la primera respuesta y a veces incluso antes de la disrupción si ha podido ser prevista.
- 7.- Recuperación. Para volver de nuevo a los niveles de producción anteriores a la disrupción, muchas compañías compensan sus pérdidas de producción mediante una utilización mayor de lo normal de su capacidad, utilizando horas extras y recursos de clientes y proveedores.

8.- Impacto a largo plazo. Tras una disrupción, las empresas necesitan tiempo para recuperarse, y dependiendo de la gravedad de las consecuencias, necesitarán más o menos tiempo. Hay casos en los que si las relaciones con los clientes son dramáticamente dañadas, el periodo de recuperación será especialmente largo y difícil.

Mediante el ciclo de vida de una disrupción, Sheffi y Rice (2005), hace referencia a dos capacidades relacionadas con la disrupción como son la capacidad de preparación y la de recuperación.

3.5.3 Caracterización de Disrupciones

Tal y como se ha visto, en la literatura no existe unanimidad en la utilización del término disrupción, ya que conceptos como crisis, perturbación, incertidumbre, riesgo, ... son utilizados sinónimamente para designar a una disrupción. Del mismo modo, el análisis de la bibliografía ha revelado que tampoco hay consenso sobre los términos de disrupción, sus causas o fuentes así como sus consecuencias, impacto o efectos. Todos los términos son a veces utilizados con el mismo significado, lo cual puede provocar una gran confusión. Por ejemplo, el incendio en una planta industrial (en el cual su sistema productivo queda realmente dañado) que tiene que servir un pedido de componentes a un ensamblador, puede considerarse como una disrupción para el ensamblador, ya que se traduce en un paro de su producción al no recibir los componentes a tiempo, mientras que el incendio se consideraría como causa de este paro de la producción en el ensamblador. Mientras que, desde el punto de vista de la planta industrial, el incendio es causa y disrupción al mismo tiempo, pues es la causa por la cual la planta industrial también interrumpe su producción. Por ello, es necesaria la definición de un marco de categorización de disrupciones, que clasifique de manera clara y concisa, cuáles son las causas de las disrupciones, cuáles son las disrupciones por sí mismas y cuáles son sus consecuencias.

Sanchis y Poler (2014a) distinguen y clasifican las causas que provocan el evento disruptivo, es decir la tipología de fuentes que hace que se produzca la disrupción, el evento disruptivo por sí mismo y las consecuencias (impacto y efectos) que se produce. Por tanto, los autores consideran que una disrupción está compuesta por los siguientes tres elementos (Figura 3.6):

- Fuente: Origen que causa y acarrea la disrupción.
- Evento disruptivo: Evento/situación que causa una perturbación esperada o inesperada y que tiene efectos negativos sobre la empresa y su cadena de suministro.
- Consecuencia: Alteración de la operatividad normal de las empresas.

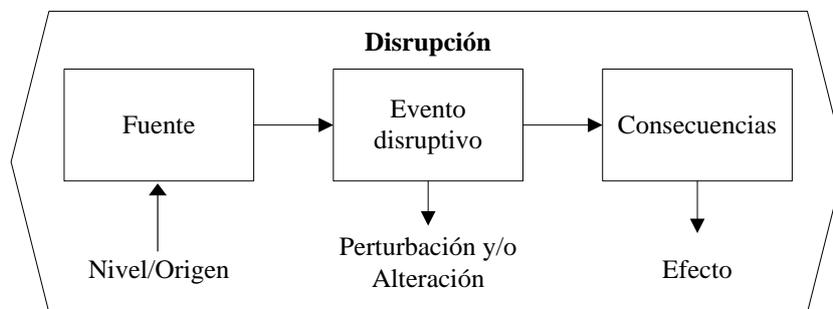


Figura 3.6. Elementos de una disrupción.

Dicha caracterización inicial es esencial para centrar la búsqueda bibliográfica en cada uno de los tres elementos que componen una disrupción, tal y como se muestra a continuación.

Fuentes de disrupción

Las fuentes de disrupción se pueden categorizar teniendo en cuenta su origen así como el nivel donde se produce el evento disruptivo.

Origen

Mason-Jones et al. (1998) realizan una clasificación de las fuentes de disrupción según cuatro categorías:

- Incertidumbre en los procesos (que afecta a la capacidad interna de la empresa para alcanzar la producción planificada).
- Incertidumbre en el suministro (el proveedor no cumple los requerimientos de la empresa, en el tiempo, en cantidad o en especificaciones correctas, en calidad o precio).

- Incertidumbre en la demanda (se refiere a la previsibilidad de la cantidad demandada por los clientes y la variedad de producto demandada).
- Incertidumbre en el control (se refiere a los flujos de información en la empresa y en la forma en la que la empresa transforma las órdenes en objetivos de producción y solicitudes de material).

Van der Vorst, Beulens, Wit y Beek (1998) identifican tres grupos de fuentes de interrupción: horizonte de previsión de la demanda, datos de entrada y procesos de decisión. Sin embargo, en una investigación posterior, Van der Vorst et al. (2002) identifican tres categorías de fuentes de interrupción asociadas a los procesos de decisión que dificultan el rendimiento óptimo de las cadenas de suministro. Dos de estas fuentes de interrupción están relacionadas internamente con la cadena de suministro:

- Características inherentes de la cadena de suministro que pueden causar fluctuaciones previsible.
- Propiedades características de la cadena de suministro que resultan en la pérdida potencial de rendimiento.

La tercera fuente se la considera externa a la cadena de suministro y se caracteriza por fenómenos exógenos que pueden perturbar el sistema, tales como los cambios en los mercados, productos, tecnología y regulaciones gubernamentales.

Jüttner (2005) propone tres clases de fuentes de interrupción, por una parte, demanda, suministro y entorno y por otra, procesos y mecanismos de control como amplificadores o elementos de absorción de interrupciones.

Las fuentes de interrupción relativas al entorno, comprenden las interrupciones externas derivadas de la cadena de suministro, tales como interrupciones políticas (por ejemplo crisis del petróleo), interrupciones relacionadas con aspectos de la naturaleza (por ejemplo terremotos, tsunamis...) o sociales (por ejemplo ataques terroristas). Mientras que las fuentes de interrupción relacionadas con la demanda y el suministro son internas a la cadena de suministro. Interrupciones de suministro son aquellas relacionadas con las relaciones con proveedores y las fuentes de interrupción relativas a la demanda están relacionadas con los flujos de salida logísticos y la demanda de productos. Además afirma que las fuentes de interrupción relativas al entorno pueden comprender fuentes de interrupción de demanda o suministro lo que significa que estas tres fuentes de interrupción se solapan. Las fuentes de interrupción de demanda y suministro señalan la dirección de los efectos potenciales de las interrupciones (desde el proveedor de materias primas hasta el cliente final o viceversa).

Wagner et al. (2006) desarrollan un estudio empírico en el que consideran tres fuentes de interrupción, aquellas relacionadas con la demanda, el suministro y las catastróficas. En 2009, Wagner y Bode amplían la clasificación de fuentes de interrupción en dos fuentes más, las interrupciones relacionadas con aspectos regulatorios, legales y burocráticos, y las fuentes relacionadas con la infraestructura.

Barroso, Machado y Machado (2008) presentan un marco clasificatorio de las fuentes de interrupción y de los eventos disruptivos. Considera que los recursos propios de una organización (recursos humanos, equipamiento, energía y finanzas) serían las fuentes internas de interrupción, mientras que las fuentes externas englobarían clientes, suministro, naturaleza y actos del hombre (por accidente o intencionados). Comentan que dichas fuentes externas son independientes de una organización específica y que en la mayoría de los casos son imprevisibles.

Wagner y Neshat (2010), clasifican las fuentes de interrupción en tres categorías: demanda, suministro y estructura de la cadena de suministro. Las dos primeras están relacionadas con clientes y proveedores, tal y como hemos visto en otras clasificaciones de la literatura, mientras que la fuente de interrupción relativa a la estructura de la cadena de suministro, abarca desde la desintegración de la cadena de suministro hasta la globalización de las actividades de valor añadido. Debido a que la globalización requiere de flujos coordinados de materiales, información y dinero, entre y a través de los límites de la cadena de suministro, los eventos disruptivos pueden provocar efectos severos de dichos flujos y por lo tanto afectar al rendimiento global de la cadena.

La Tabla 3.7 muestra un resumen de las fuentes de interrupción más comunes según los diferentes autores.

El desarrollo de la herramienta SATIER se basa en el marco de categorización de interrupciones desarrollado por Sanchis y Poler (2014a), que considera las siguientes fuentes de interrupción: accidental, clientes, energéticas, equipos, financieras, TICs, infraestructura, actos del hombre, natural, políticas, producto, legislación, aprovisionamiento y terrorismo. Durante el desarrollo de la herramienta, algunas fuentes de interrupción del marco de categorización fueron agrupadas en una misma fuente y otras nuevas fueron introducidas. Actualmente la herramienta permite el análisis de la resiliencia empresarial desde las

siguientes 11 fuentes de interrupción: aprovisionamiento, clientes, distribución, energéticas, entorno, financieras, inventarios, legislación, producción, sociales y tecnológicas. Para mayor información ver la sección 5.2.2.1 del capítulo 5.

Tabla 3.7. Resumen de las diferentes fuentes de interrupción según diferentes autores.

	Fuentes de interrupción - Origen													
	Actos del hombre	Catástrofes	Control	Demanda	Energético	Equipamiento	Estructura	Financiero	Humano	Infraestructura	Legislación	Naturaleza/Entorno	Procesos	Suministro
Mason-Jones y Towill (1998)			✓	✓									✓	✓
Van der Vorst et al. (2002)			✓	✓								✓	✓	
Jüttner (2005)				✓								✓		✓
Barroso et al. (2008)	✓			✓	✓	✓		✓	✓			✓		✓
Wagner y Bode (2009)		✓		✓						✓	✓			✓
Wagner y Neshat (2010)				✓			✓							✓

Nivel

El nivel de una fuente de interrupción describe la categoría donde se produce el evento disruptivo. Mason-Jones et al. (1998), Kleindorfer et al. (2005), y Cucchiella y Gastaldi (2006) clasifican las fuentes de interrupción en dos tipos: aquellas que surgen dentro de la cadena de suministro y las externas a la misma.

Christopher et al. (2004b) consideran dos categorías: internas y externas a la empresa (pero internas a la cadena de suministro). Y además añaden una tercera clase de externas a la cadena de suministro. En la sección 5.2.2.1 del capítulo 5, se describen los niveles considerados en el marco de la herramienta SATIER. Como avance, destacar que el nivel de las fuentes de interrupción de la herramienta SATIER, se divide en interrupciones internas a la empresa, externas a la empresa pero internas a la cadena de suministro y externas incluso a la propia cadena de suministro, coincidiendo con la clasificación realizada por Christopher et al. (2004b).

Eventos disruptivos

Un evento disruptivo es cualquier situación predecible o impredecible que altere el nivel normal de operación y actividad de una empresa, independientemente dónde se produzca y que tenga efectos negativos sobre la empresa.

Zsidisin, Panelli, y Upton (2000) realizan una recopilación de los eventos disruptivos más característicos cuya fuente de interrupción está relacionada con el suministro y enumera los siguientes eventos:

- Interrupciones en el suministro (inestabilidad financiera de un proveedor).
- Limitaciones de capacidad de los proveedores.
- Problemas de calidad de los proveedores.
- Cambios tecnológicos en la producción.
- Cambios en la demanda. Dicha interrupción parece que estaría más relacionada con la fuente de interrupción de demanda aunque impactaría en el suministro.
- Desastres (inundaciones, huracanes, terremotos, tornados, tormentas de nieve, incendios, accidentes y enfermedades).

Cranfield University (2003b) enumera algunos ejemplos de eventos disruptivos como:

- Desastres naturales (el terremoto de Kobe que afectó a cadenas de suministro a nivel mundial).
- Incidentes terroristas (el 11 de septiembre de 2001).
- Acción industrial directa (la protesta por el precio de los combustibles en septiembre de 2000 impactó muy rápidamente en casi todas las cadenas de suministro de Reino Unido).

- Accidentes (Toyota en 1997 se vio obligada a parar su producción debido a un incendio importante en un proveedor principal de frenos).
- Dificultades operacionales (los problemas de producción o suministro de un proveedor pueden tener un gran impacto en todas las organizaciones de la cadena de suministro).

Según una encuesta a 600 ejecutivos (Green, 2004) pertenecientes a grandes empresas de América del Norte y Europa, el 69% de los directores financieros, tesoreros y gestores de riesgo ven los peligros relacionados con la propiedad - como los incendios y explosiones - y los eventos disruptivos en el suministro como las principales amenazas a sus principales fuentes de ingresos.

Sin embargo, el 79% de los profesionales dicen que peligros no relacionados con la propiedad, como fluctuaciones de precios, riesgos relacionados con reglamentaciones y normativa gubernamental, y malversación corporativa, representan una amenaza mayor. Sólo el 1% de los directivos considera el terrorismo como una amenaza significativa a sus operaciones.

Wagner y Bode (2006 y 2009) en su estudio empírico, donde clasifican a los eventos disruptivos en tres fuentes de disrupción: demanda, suministro y catástrofes, para luego ampliarlo también con las fuentes de legislación e infraestructura, también enumeran a modo de ejemplo, una serie de eventos disruptivos relativos a las 5 fuentes mencionadas anteriormente, tal y como se muestra en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Resumen de las fuentes de disrupción según Wagner y Bode (2006 y 2009).

Fuente	Evento disruptivo
Demanda	Imprevisibilidad y volatilidad de la demanda.
	Información insuficiente o distorsionada del cliente sobre productos/ servicios (cantidades, requisitos, especificaciones...).
Suministro	Rendimiento pobre de la logística de los proveedores (por ejemplo, fiabilidad de entrega, capacidad de despacho de pedidos).
	Fluctuaciones de precios en los mercados de suministro.
	Problemas de calidad de los proveedores.
	Desaparición repentina de un proveedor (por ejemplo, debido a la quiebra).
Catastróficas	Fluctuaciones o escasez de capacidad en los mercados de suministro.
	Inestabilidad política, guerra, disturbios civiles u otras crisis socio-políticas.
	Ataques terroristas internacionales (por ejemplo, 2001 Nueva York, 2004 Madrid, 2005 Londres).
Aspectos reglamentarios, legales y burocráticos	Enfermedades o epidemias (por ejemplo, la gripe pandémica o gripe porcina).
	Desastres naturales (por ejemplo, terremotos, inundaciones, tsunamis, tornados...).
	Introducción de esquemas de tarificación vial.
Infraestructura	Cambios en el entorno político (por ejemplo, nuevas leyes medioambientales).
	Barreras administrativas en la configuración y funcionamiento de las cadenas de suministro.
	Tiempo de inactividad de la propia capacidad de producción debido a razones técnicas.
	Perturbación o interrupción de los sistemas informáticos internos.
	Perturbación o interrupción de los sistemas informáticos externos.

Barroso et al. (2008) en su marco clasificatorio de fuentes de disrupción, clasifica a los eventos disruptivos teniendo en consideración el origen y el nivel donde acontecen, tal y como se muestra en la Tabla 3.9. Además, también muestran algunos ejemplos de eventos disruptivos comunes que pueden afectar a cualquier empresa en cualquier momento.

Tal y como se especifica en la sección 5.2.2.2 del capítulo 5 y a modo de avance, la herramienta SATIER proporciona un listado predefinido de los eventos disruptivos más mencionados en la literatura y que más preocupan a los directivos de empresas reales para poder ser analizados. Este listado predefinido ha sido desarrollado mediante la realización de una revisión bibliográfica exhaustiva. Las principales fuentes de información de dicha revisión engloban artículos científicos de revistas de prestigio e informes anuales, que suelen publicar empresas consultoras, donde se realizan encuestas a muestras representativas de directivos con el resultado del desarrollo de rankings con los eventos disruptivos *top*.

Tabla 3.9. Clasificación de interrupciones según las fuentes (Barroso et al., 2008).

Eventos Disruptivos	Origen	Nivel							
		Internas				Externas			
		Humano	Equipamiento	Energético	Financiero	Suministro	Actos del hombre	Naturaleza	Cliente
Rotura de maquinaria		✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Problemas de infraestructura (carreteras, puertos, comunicaciones)							✓	✓	
Escasez de recursos humanos		✓			✓		✓	✓	
Fallos en el suministro		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Cambio repentino de la demanda									✓
...									

Consecuencias

Las consecuencias de un evento disruptivo son el efecto que producen en la empresa cuando dicho evento acontece. Algunos autores comentan que para aquellos eventos disruptivos inevitables, el esfuerzo se debe centrar en mitigar sus consecuencias negativas y transformarlas en oportunidades de negocio o un mayor valor para el cliente. Por tanto, el impacto de los eventos disruptivos es siempre negativo. Puede ser que, de una situación adversa, al final se origine una coyuntura ventajosa, sin embargo se debe hacer hincapié en la negatividad del impacto/consecuencias de la ocurrencia de los eventos disruptivos.

Sheffi y Rice (2005) señalan que cualquier evento disruptivo significativo tiene un efecto negativo sobre el rendimiento de la empresa, ya sea medido según las ventas, el nivel de producción, los beneficios, el servicio al cliente u otra cualquiera métrica. Dalziell et al. (2004) explican que el punto en el que se produce un evento disruptivo es cuando un sistema, en este caso, una empresa, es empujado de un estado de relativa estabilidad o equilibrio a otro inestable. La Figura 3.7 muestra un ejemplo de dos empresas A y B, que han sido afectadas por un evento disruptivo. Las consecuencias negativas de la empresa B son mayores que en la empresa A, ya que el rendimiento de B disminuye de manera más abrupta, aunque parece que la empresa B se recuperará antes que A. Por lo tanto, las consecuencias de un evento disruptivo deben ser analizadas en detalle teniendo en cuenta no sólo el efecto negativo que origina la caída de rendimiento, sino también otros factores tales como la capacidad de recuperación.

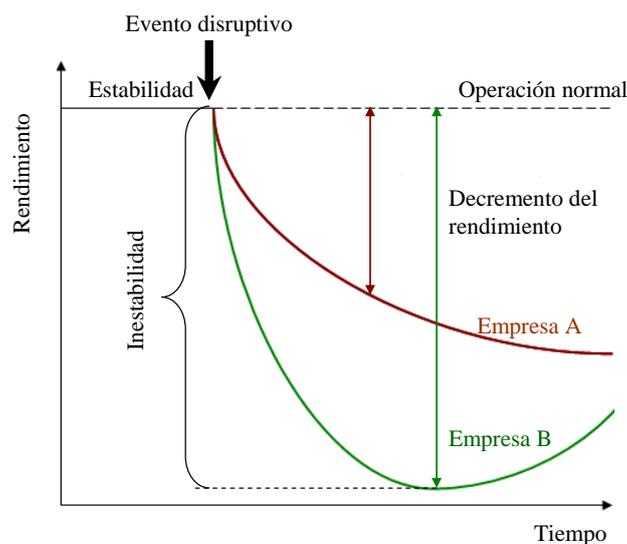


Figura 3.7. Representación de las consecuencias de un evento disruptivo en el rendimiento de dos empresas A y B (basado en Sheffi y Rice, 2005; Erol et al., 2010a).

Además en la literatura existe mucha confusión en cuanto a la diferenciación entre las fuentes de disrupción, los eventos disruptivos y sus consecuencias. Algunos autores señalan que por ejemplo una mala reputación de la empresa es un evento disruptivo sin embargo en la presente investigación, la mala imagen de una empresa no es un evento disruptivo por sí solo, sino que es la consecuencia de alguna situación adversa que se ha producido y que ha dañado la imagen de la empresa.

En el Anexo 3.1, disponible a través de <https://goo.gl/RzaUXb> se encuentra un listado de los eventos disruptivos reales analizados en la literatura. Se trata de eventos disruptivos que han impacto en empresas reales y se describen sus consecuencias y cómo afectó el impacto negativo de los eventos disruptivos de forma diferente a cada una de las empresas. Como se puede observar en el anexo, desde hace décadas que los eventos disruptivos acontecen y tienen sus consecuencias adversas sobre las empresas, pero es ahora cuando a través de la gestión de la resiliencia empresarial, se puede gestionar de manera más eficiente la exposición a dichos eventos y a sus consecuencias negativas. El Anexo 3.1 es tan sólo un pequeño ejemplo de los numerosos eventos disruptivos que pueden acontecer diariamente en el funcionamiento normal de una empresa.

3.5.2 Acciones para mejorar la capacidad de preparación.

Para la mejora de la resiliencia empresarial, las acciones a implementar serán definidas de acuerdo con el momento en que se adopten para mitigar los efectos de los eventos disruptivos. Tomlin (2006) describe dos enfoques generales para hacer frente a los eventos disruptivos: las políticas de mitigación y las de contingencia. Sanchis y Poler (2012) también afirman que las acciones deben abarcar dos perspectivas, por una parte acciones proactivas que se avancen a las situaciones adversas, y por otro lado, acciones reactivas, que sean aplicadas para facilitar el proceso de recuperación.

Ambas deben ser planificadas antes de que el evento disruptivo acontezca, sin embargo, las políticas de mitigación se implementan antes de la ocurrencia del evento, mientras que las políticas de contingencia son, por lo general, implementadas después del evento. En la presente investigación, a las políticas de mitigación se las denomina acciones preventivas para la mejora de la capacidad de preparación y a las de contingencia, acciones de registro del conocimiento para la mejora de la capacidad de recuperación.

3.5.2.1 Acciones Preventivas

En el caso de las acciones preventivas, la empresa implementa ciertas prácticas antes de la ocurrencia del evento disruptivo, y por tanto incurre en un coste, independientemente de si el evento se produce o no. Con políticas de contingencia, la empresa sólo implementa acciones en el caso de ocurrencia del evento. Por tanto, las políticas de mitigación son esencialmente proactivas en naturaleza, mientras que las políticas de contingencia son reactivas (Craighead et al., 2007). Una política proactiva enfatiza planes preventivos para definir qué se puede hacer, para de esta forma evitar eventos disruptivos específicos o prevenir su aparición en la medida de lo posible. Para aquellos eventos disruptivos inevitables, el esfuerzo se debe centrar en mitigar sus consecuencias negativas.

La selección de qué política adoptar generalmente depende de las consecuencias potenciales negativas del evento disruptivo o de la probabilidad de ocurrencia del mismo. En ocasiones, las políticas de mitigación se encuentran en conflicto con los objetivos y procesos tradicionales de una empresa. Por ejemplo, el equilibrio entre eficiencia e inventario redundante: mantener inventario redundante proporcionará un inventario de seguridad para garantizar la continuidad de las operaciones durante un tiempo si un evento disruptivo acontece. Sin embargo, también supondrá un aumento de costes y dará lugar a una menor eficiencia (Barroso et al., 2011). Por ello, se debe encontrar el equilibrio entre los objetivos globales de la empresa y los objetivos en resiliencia empresarial.

Barroso et al. (2011) ofrecen una revisión sobre las políticas de mitigación cuando los eventos disruptivos que acontecen tienen como fuente de disrupción, el suministro tal y como muestra la Tabla 3.10.

Chopra et al. (2004) señalan las siguientes acciones preventivas como efectivas para la mejora de la resiliencia empresarial: aumento de la capacidad, stock de seguridad, redundancia en la base de proveedores, aumento de la flexibilidad, demanda agregada, aumento y mejora de las capacidades empresariales y diversificación respecto a los clientes, de forma que no exista una gran dependencia de un solo cliente clave. Cada una de estas acciones preventivas sirve para un evento disruptivo específico o pueden ser de gran ayuda para las empresas de forma global. Sin embargo, no todas las acciones preventivas son adecuadas para todos los eventos disruptivos y se han de adaptar según la especificidad y características de los potenciales eventos disruptivos. Como avance, destacar que la herramienta SATIER posee un listado predefinido de acciones preventivas específicas para cada evento disruptivo que ha sido validado por un grupo de expertos con una amplia experiencia en el área de la resiliencia empresarial,

pero también en áreas como operaciones, producción, suministro, tecnología, etc., para mayor información ver sección 5.2.3.1 del capítulo 5 así como el Anexo 5.2, disponible a través de <https://goo.gl/pHBt4I> donde se detallan todas las acciones preventivas de la herramienta SATIER por cada evento disruptivo.

Tabla 3.1. Resumen de Barroso et al. (2011) sobre diferentes acciones preventivas en la fuente de interrupción de suministro.

Política de mitigación	Autores
Inventario redundante (de seguridad)	Baker (2007); Zsidisin et al. (2000)
Suministro múltiple	Baker (2007); Zsidisin et al. (2000); Svensson (2003)
Colaboración con el proveedor	Zsidisin et al. (2000); Christopher et al. (2004b)
Coordinación de relaciones con las entidades de la cadena de suministro	Giunipero y Eltantawy (2004)
Mejora del intercambio de información	Giunipero y Eltantawy (2004); Li et al. (2006)
Proceso de selección de proveedores	Levary (2007)
Reingeniería de la cadena de suministro	Christopher et al. (2004b)
Creación de una cultura compartida en la cadena de suministro de gestión de interrupciones	Christopher et al (2004b)

3.5.3 Acciones para mejorar la capacidad de recuperación.

La resiliencia es función de las capacidades de preparación ante eventos disruptivos (mediante la implementación de acciones preventivas), pero también de la capacidad de recuperación una vez que el evento disruptivo ha acontecido. Para mejorar la capacidad de resiliencia, la mayor aptitud de la empresa para recuperarse lo más rápida y eficientemente posible, es a través de su conocimiento. Se precisa de empresas que estén en un proceso de constante aprendizaje e innovación continua, para de esta forma, afrontar la recuperación con la mayor cantidad de conocimiento disponible y así facilitar al máximo el proceso de recuperación y el retorno al estado normal de operación antes de que el evento disruptivo aconteciese.

Wildavsky (1992) afirma que ser resiliente es estar vitalmente preparado para la adversidad lo cual requiere la mejora de la capacidad de recuperación de la empresa para investigar, aprender y actuar, sin conocer con avance lo que ocurrirá. Vogus y Sutcliffe (2007) señala que la capacidad de recuperación se basa en el aprendizaje tanto pasado como futuro. Comfort, Siciliano y Okada, (2011) también señalan que la capacidad de recuperación, y por ende la capacidad de resiliencia empresarial, se basa en la capacidad humana para aprender y actuar de forma oportuna con información válida.

Sutcliffe y Vogus, (2003) afirman que la resiliencia empresarial se obtiene a través de los procesos que crean recursos cognitivos, emocionales, relacionales o estructurales en una forma suficientemente flexible, almacenable, convertible, y maleable que permita a las empresas hacer frente con éxito y aprender de lo inesperado. De esta forma, las empresas más resilientes son aquellas que poseen una estructura que facilita el aprendizaje y la reutilización del conocimiento desde una base organizada de almacenaje de dicho conocimiento.

Dalziell et al. (2004) también explican que una de las maneras en que un sistema se puede recuperar ante situaciones adversas es mediante la aplicación de respuestas disponibles para afrontar el acontecimiento de eventos disruptivos. Para ello, se precisa de un conocimiento profundo de las respuestas disponibles ante eventos disruptivos ya acontecidos para poder reutilizar el conocimiento generado en las acciones de recuperación pasadas.

3.5.3.1 Acciones de Registro de Conocimiento.

La sección anterior describe la importancia de fomentar entre las empresas, la continuidad del aprendizaje así como la gestión eficiente de su conocimiento para de esta forma, mejorar la capacidad de recuperación, y por ende, la resiliencia empresarial. Sáiz, Manzanedo, Del Olmo y Alcalde (2009) afirman que sin conocimiento no es posible disponer de información corporativa o atribuirla nuevos usos. Por consiguiente, la disponibilidad de información es básica y para ello el registro de información histórica acerca de los eventos disruptivos acontecidos y de las medidas implementadas para recuperarse en el menor tiempo y coste posible, es de vital importancia para incrementar y mejorar la capacidad de recuperación, uno de los dos ejes vitales de la resiliencia empresarial. Del Olmo y Sáiz (1996) ya apuntaban en 1996, la necesidad de las empresas por aumentar los recursos destinados a la adquisición de conocimiento. Pero no solo es importante el registro de la información histórica, sino que también es

crítico y vital, el compromiso de la empresa para registrar el conocimiento de eventos futuros conforme estos vayan aconteciendo. Se precisa de una continuidad a largo plazo en el registro del conocimiento, para garantizar que éste está disponible siempre que se requiera y sobre todos los eventos disruptivos que han afectado a la empresa en algún momento de su ciclo de vida.

Nonaka y Takeuchi (1995), promotores de la gestión del conocimiento, desarrollan un modelo mediante el cual la creación de conocimiento es obtenido a través de la relación de conocimiento tácito y explícito. El conocimiento tácito es aquel que permanece en las mentes del personal. Este tipo de conocimiento es difícil de formalizar y explicar a otros, mientras que el conocimiento explícito es un conocimiento formal, fácil de comunicar entre individuos o grupos y es sencillo de tener acceso a él. El modelo de Nonaka et al. (1995) se divide en 4 etapas donde el conocimiento tácito se convierte en conocimiento explícito y viceversa (Figura 3.8):

- Socialización es el proceso mediante el cual el conocimiento tácito se convierte en conocimiento tácito, a través de compartir experiencias entre el personal.
- Externalización es el proceso de conversión de conocimiento tácito en conceptos explícitos (conocimiento conceptual) a través del uso de analogías, modelos...
- Combinación es la conversión de conocimiento explícito de diferentes fuentes en conocimiento explícito mediante diferentes técnicas que promuevan el intercambio de información a través de sistemas formales de información.
- Internalización es el proceso de convertir el conocimiento explícito en conocimiento tácito a través del Know-how.

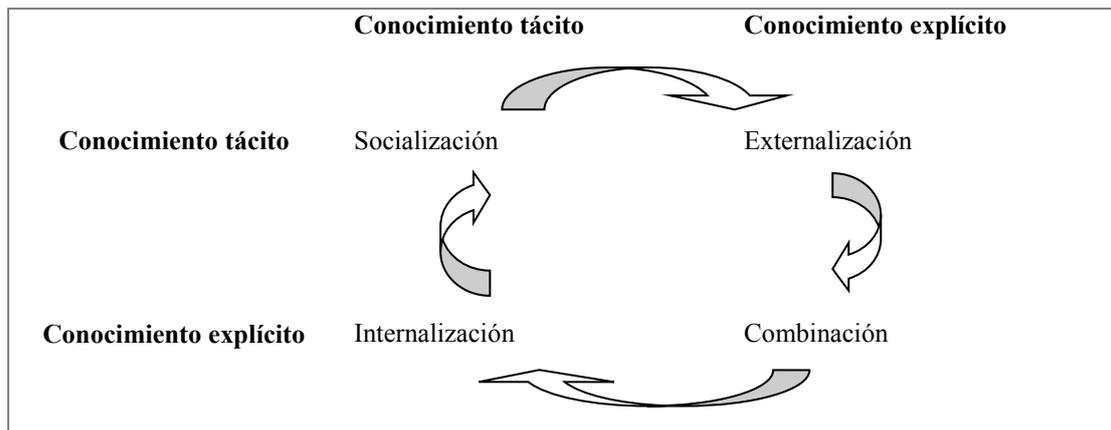


Figura 3.8. Modelo de creación de conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1995).

La etapa del modelo de Nonaka et al. (1995) que más interesa a las empresas desde el punto de vista resiliente, es la etapa de combinación de forma que se registre, por una parte todo aquel conocimiento relevante obtenido por la ocurrencia de eventos disruptivos pasados y cómo se actuó, es decir qué acciones de recuperación se llevaron a cabo. Pero también es de vital importancia registrar protocolos de actuación que expliciten cómo se debería actuar, de forma que se mejore el “cómo se actuó” y de esta forma se actúe eficientemente en el caso de que el mismo evento disruptivo o alguno similar vuelva a acontecer. Las empresas más resilientes serán aquellas que registren de forma explícita el conocimiento.

La mayor limitación en cuanto a la gestión del conocimiento, es que normalmente las empresas no poseen de sistemas de gestión del conocimiento que registre y explicita el conocimiento referente a eventos disruptivos, y si lo poseen, no está personalizado para el registro de información relativa a la mejora de la capacidad recuperación y por consiguiente de la capacidad resiliente de la empresa. Gimenez, Labaka, Hernantes y Sarriegi (2016) afirman que ante desastres naturales, una práctica común entre los agentes es analizar las acciones que se han llevado a cabo documentando las lecciones aprendidas y las buenas prácticas, pero señalan la falta de sistemas que permitan capitalizar y transferir el conocimiento y experiencia acumulada tras la ocurrencia de desastres naturales, de forma que permita prepararse mejor ante futuros eventos. Y por ello desarrollan, dentro del marco del proyecto Europeo ELITE, un repositorio dinámico para mejorar el intercambio de información y conocimiento. Sin embargo, dicho sistema está focalizado en la gestión de desastres naturales. Por ello, como avance al capítulo 5, destacar que la herramienta SATIER ofrece el diseño de un módulo de registro del conocimiento que servirá de soporte a las empresas interesadas en registrar el conocimiento para de esta forma acceder fácilmente al mismo y aplicarlo cuando ciertos eventos disruptivos acontezcan. Dicho diseño es el paso previo para

desarrollar la base tecnológica de conocimiento tal y como apuntan los autores Peña Pérez, Manzanedo del Campo, Sáiz Bárcena, Sánchez Díaz, y Lavios Villahoz (2001) para gestionar la búsqueda, difusión y protección del conocimiento.

3.6 Conclusiones

El capítulo 3 ofrece una revisión de la literatura sobre el concepto de resiliencia desde una perspectiva global y focalizando su ámbito al mundo empresarial. Además proporciona un análisis de las disciplinas afines al área de la gestión de la resiliencia empresarial, destacando sus sinergias pero también sus divergencias. Asimismo ofrece una revisión de las capacidades constituyentes que conforman la capacidad de resiliencia empresarial y de los elementos de la misma.

Debido a la gran cantidad de confusión de términos y conceptos, como resumen del capítulo 3, se muestran las definiciones más relevantes aplicadas a la presente tesis doctoral con el objetivo de normalizar el léxico y clarificar el ámbito del trabajo así como la presentación y discusión de los resultados de la investigación.

La resiliencia empresarial se define como la capacidad de las empresas para prepararse de forma proactiva ante interrupciones y recuperarse de forma reactiva si acontecen dichas interrupciones. En la definición de resiliencia empresarial, aparece un concepto clave, que son las interrupciones. Las interrupciones son el detonante en la merma de la capacidad de resiliencia de las empresas. En la literatura se encuentran diferentes términos para denotar a las interrupciones como perturbaciones, crisis, riesgos, vulnerabilidades, incertidumbres, etc. Sin embargo en la presente tesis, se utiliza el concepto de interrupción, que engloba la fuente donde se origina el evento disruptivo, el evento disruptivo en sí mismo y las consecuencias que tienen un impacto negativo en la empresa. Mientras que al evento disruptivo se le considera a cualquier evento predecible o impredecible que altere el nivel normal de operación y actividad de una empresa. En este caso, un evento disruptivo no tiene por qué interrumpir la operación normal de la empresa, sino que puede simplemente, alterar dicho nivel de operación, aunque también es cierto que puede llegar el caso en que el evento disruptivo sí que interrumpa las actividades diarias de la empresa.

También, a través de su definición, se observa que la resiliencia empresarial es función de las capacidades de preparación y recuperación. Las empresas son sistemas que se encuentran operando con cierta estabilidad y en el momento en que un evento disruptivo acontece, el nivel de operación habitual de la empresa se ve alterado. La facilidad con la que la empresa es movida al nuevo estado inestable es una medida de su capacidad de preparación ante eventos disruptivos, mientras que el grado con el que el sistema se enfrenta a dicho cambio es una medida de su capacidad de recuperación.

Dotar a la empresa de capacidad de preparación significa anticiparse de manera proactiva, mediante la implementación de acciones preventivas, para estar lo más coordinada y dispuesta posible para hacer frente a eventos disruptivos potenciales. Asimismo, la capacidad de recuperación es clave para la mejora de la resiliencia empresarial, pues trata de devolver a la empresa al estado normal de operación o incluso a algún otro más favorable, tras la ocurrencia del evento disruptivo, para garantizar de este modo, la continuidad y supervivencia de la misma a largo plazo.

En la revisión bibliográfica también se considera la capacidad adaptativa como una de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial. Sin embargo en esta investigación, la capacidad adaptativa es considerada como una característica de la empresa más que como una capacidad de la resiliencia empresarial por sí misma. Además, se reconoce que la capacidad adaptativa debe ir ligada a ambas, a la capacidad de preparación, para dotarla de agilidad implementando las acciones preventivas que anticipe a la empresa ante los eventos disruptivos y a la capacidad de recuperación, para concederle a la empresa, la flexibilidad necesaria a la hora de activar las acciones de recuperación. Por lo tanto, se considera una propiedad de la empresa que ayudará a que sus procesos sean más resilientes pero mejorando las capacidades claves de la resiliencia empresarial, que son sus capacidades de preparación y recuperación.

Asimismo, la revisión de la literatura también ha mostrado el alcance de la disciplina de la gestión de la resiliencia empresarial. Se ha analizado la magnitud del alcance de otras disciplinas afines a la resiliencia empresarial como la gestión de riesgos, crisis, eventos, continuidad del negocio, etc., concluyendo que la resiliencia empresarial debe ser tratada desde una perspectiva convergente y colaborativa, que también incluya, por tanto, a todas las disciplinas afines.

Respecto a los elementos de la capacidad de resiliencia empresarial, el análisis de las interrupciones, son la clave para poder mejorar y hacer las empresas más resilientes. Para mejorar la capacidad de preparación

ante eventos disruptivos, las empresas deben tomar conciencia de que deben implementar acciones que se anticipen a los efectos negativos potenciales de la ocurrencia de un evento. Dichas acciones preventivas son consideradas uno de los elementos claves y positivos para hacer frente al elemento negativo de la resiliencia que son, las disrupciones. El otro elemento positivo de la resiliencia empresarial, que también trata de contrarrestar los efectos negativos de las disrupciones, son las acciones de registro del conocimiento, para tratar de asistir a las empresas en su proceso de recuperación.

Por último señalar, que muchos de los estudios considerados en la revisión bibliográfica, centran sus esfuerzos en analizar y mejorar la capacidad de resiliencia de toda la cadena de suministro. Sin embargo, si el análisis de la resiliencia en una empresa, es una tarea complicada, la complejidad de analizar la resiliencia en toda la cadena de suministro aumenta exponencialmente. En la literatura, se observan grandes esfuerzos de investigación en mejorar la resiliencia en un alcance mayor que el de la propia empresa, olvidando el paso previo, que es la mejora de la resiliencia a nivel intra-empresarial. En la presente investigación se parte del principio que si las entidades de la cadena de suministro no son resilientes, su cadena de suministro tampoco lo será. Por lo tanto, el primer objetivo es dotar de capacidad de resiliencia a cada una de las empresas de la cadena de suministro de forma individualizada, para posteriormente, embarcarse en un proyecto de mayor envergadura abarcando a toda la cadena de suministro.

Por todo ello, los capítulos de la Parte III se centran en el análisis y mejora de la resiliencia a nivel intra-empresarial pero considerando que las empresas no son entidades aisladas, sino que dependen de todos los actores de su cadena de suministro y que dichos actores pueden ser el origen de numerosas disrupciones. Como avance, la herramienta SATIER, descrita en el capítulo 5, analizará la resiliencia empresarial a nivel intra-empresarial pero considerando aspectos inter- y extra-empresariales, aspectos que tengan su origen en la cadena de suministro en la que la empresa opera e incluso aspectos externos a la empresa y a su cadena de suministro.

3.7 Referencias

- Alberts, D. S. (2011). *The Agility Advantage: A survival guide for complex enterprises and endeavors*. DoD Command and Control Research Program.
- Alesch, D. J., Holly, J. N., Mittler, E., & Nagy, R. (2001). *Organizations at risk: What happens when small businesses and not-for-profits encounter natural disasters* (p. 105). Fairfax, VA: Public Entity Risk Institute.
- Baker, P. (2007). An exploratory framework of the role of inventory and warehousing in international supply chains. *The International Journal of Logistics Management*, 18(1), 64-80.
- Ballesta, O. (2010). Resiliencia Organizacional. Transformando la adversidad en fuente de innovación. Retrieved from <http://www.gerenciadinamicahoy.com/2011/02/resiliencia-organizacional.html>
- Barroso, A. P., Machado, V. C., & Machado, V. H. (2011). Supply chain resilience using the mapping approach. In P. Li (Eds.), *Supply Chain Management* (pp. 162-184). INTECH Open Access Publisher.
- Barroso, A. P., Machado, V. H., & Machado, V. C. (2008, December). A supply chain disturbances classification. In *Industrial Engineering and Engineering Management, 2008. IEEM 2008. IEEE International Conference on* (pp. 1870-1874). IEEE.
- Bhamra, R., Dani, S., & Burnard, K. (2011). Resilience: the concept, a literature review and future directions. *International Journal of Production Research*, 49(18), 5375-5393.
- Bunderson, J. S., & Sutcliffe, K. M. (2002). Comparing alternative conceptualizations of functional diversity in management teams: Process and performance effects. *Academy of management journal*, 45(5), 875-893.
- Caralli, R. A., Allen, J. H., Curtis, P. D., White, D. W., & Young, L. R. (2010). CERT® Resilience Management Model, Version 1.0 Improving Operational Resilience Processes. *Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute*.
- Carter, E. E. (1972). What are the risks in risk analysis. *Harvard Business Review*, 50(4), 72-82.
- Carver, C. S. (1998). Resilience and thriving: Issues, models, and linkages. *Journal of social issues*, 54(2), 245-266.

- Choi, T. Y., & Hong, Y. (2002). Unveiling the structure of supply networks: case studies in Honda, Acura, and DaimlerChrysler. *Journal of Operations Management*, 20(5), 469-493.
- Chopra, S., & Sodhi, M. S. (2004). Managing risk to avoid supply-chain breakdown. *MIT Sloan management review*, 46(1), 53.
- Christopher, M. (2000). The agile supply chain: competing in volatile markets. *Industrial marketing management*, 29(1), 37-44.
- Christopher, M. (2005). Managing risk in the supply chain. *Supply Chain Practice*, 7(2), 4-21.
- Christopher, M., & Lee, H. (2004a). Mitigating supply chain risk through improved confidence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(5), 388-396.
- Christopher, M., & Peck, H. (2004b). Building the resilient supply chain. *International Journal of Logistics Management, The*, 15(2), 1-14.
- Comfort, L. K., Siciliano, M. D., & Okada, A. (2011). Resilience, entropy, and efficiency in crisis management: the January 12, 2010, Haiti earthquake. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*, 2(3), 1-25.
- Comfort, L. K., Sungu, Y., Johnson, D., & Dunn, M. (2001). Complex systems in crisis: Anticipation and resilience in dynamic environments. *Journal of contingencies and crisis management*, 9(3), 144-158.
- CORE. (2014). Consistently Optimised Resilient Secure Global Supply-Chains. Retrieved from <http://www.coreproject.eu/>
- CORFU. (2010). Collaborative research on flood resilience in urban areas. Retrieved from <http://www.corfu7.eu/>
- Craighead, C. W., Blackhurst, J., Rungtusanatham, M. J., & Handfield, R. B. (2007). The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities. *Decision Sciences*, 38(1), 131-156.
- Cranfield University. (2003a). Creating Resilient Supply Chains: A Practical Guide. Retrieved from http://www.som.cranfield.ac.uk/som/dinamic-content/research/lscm/downloads/57081_Report_AW.pdf
- Cranfield University. (2003b). Understanding Supply Chain Risk: A Self-Assessment Workbook. Retrieved from <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/4373>
- Cucchiella, F., & Gastaldi, M. (2006). Risk management in supply chain: a real option approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(6), 700-720.
- Dalziell, E. P., & McManus, S. T. (2004). Resilience, vulnerability, and adaptive capacity: implications for system performance. International Forum for Engineering Decision Making (IFED). Christchurch: University of Canterbury.
- De Jong, T., & Ferguson-Hessler, M. G. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational psychologist*, 31(2), 105-113.
- Del Olmo, F. J. & Sáiz, L. (1996). Redes Estratégicas Como Respuesta A La Globalización. In *5º Congreso de Economía Regional de Castilla y León: Comunicaciones* (pp. 1238-1246). Consejería de Economía y Hacienda.
- Dovers, S. R., & Handmer, J. W. (1992). Uncertainty, sustainability and change. *Global Environmental Change*, 2(4), 262-276.
- Edmondson, A. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative science quarterly*, 44(2), 350-383.
- Engardio, P. (2001, March 18). Why the supply chain broke down. Business Week. Retrieved from <http://www.businessweek.com/stories/2001-03-18/why-the-supply-chain-broke-down>
- Erol, O., Henry, D., Sauser, B., & Mansouri, M. (2010a, April). Perspectives on measuring enterprise resilience. In *Systems Conference, 2010 4th Annual IEEE* (pp. 587-592). IEEE.
- Erol, O., Sauser, B. J., & Mansouri, M. (2010b). A framework for investigation into extended enterprise resilience. *Enterprise Information Systems*, 4(2), 111-136.
- Fiksel, J. (2006). Sustainability and resilience: toward a systems approach. *Sustainability: Science, Practice, & Policy*, 2(2).

- Gallopín, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), 293-303.
- Gilly, J. P., Kechidi, M., & Talbot, D. (2014). Resilience of organisations and territories: The role of pivot firms. *European Management Journal*, 32(4), 596-602.
- Gimenez, Labaka, Hernantes y Sarriegi (2016). Mejorando el intercambio de conocimiento sobre desastres naturales: el valor de las comunidades de práctica virtual. *Dyna*, 91(2), 146-150.
- Giunipero, L. C., & Aly Eltantawy, R. (2004). Securing the upstream supply chain: a risk management approach. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(9), 698-713.
- Goble, G., Fields, H., & Cocchiara, R. (2002). Resilient infrastructure: Improving your business resilience. *IBM Global Services*.
- Goh, M., Lim, J., & Meng, F. (2007). A stochastic model for risk management in global supply chain networks. *European Journal of Operational Research*, 182(1), 164-173.
- Gorman, C. (2005). The importance of resilience. Why do some children bounce back from adversity better than others--and can that quality be taught?. *Time*, 165(3), A52-5.
- Green, M. (2004). Loss/risk management notes: Survey: Executives rank fire, disruptions top threats. *Best's Review*, 105(5), 105.
- Haimes, Y. Y., Crowther, K., & Horowitz, B. M. (2008). Homeland security preparedness: Balancing protection with resilience in emergent systems. *Systems Engineering*, 11(4), 287-308.
- Hamel, G., & Valikangas, L. (2003). The quest for resilience. *Harvard business review*, 81(9), 52-65.
- Handfield, R. B., Blackhurst, J., Elkins, D., & Craighead, C. W. (2007). A framework for reducing the impact of disruptions to the supply chain: observations from multiple executives. In: R.B. Handfield, & K. McCormack (Eds), *Supply Chain Risk Management: Minimizing Disruption in Global Sourcing* (pp. 29-49). Taylor and Francis, Boca Raton, FL.
- Heinecke, G., Migge, B., Kunz, A., Lamparter, S., & Lepratti, R. (2012). *Measuring the performance-related effect of supply chain events on manufacturing operations*. In P&OM World Conference.
- Herrera, I. A., & Hovden, J. (2008, October). Leading indicators applied to maintenance in the framework of resilience engineering: a conceptual approach. In *Paper presented at The 3rd Resilience Engineering Symposium* (Vol. 28, p. 30).
- Hertz, D. B., & Thomas, H. (1983). *Risk analysis and its applications* (pp. 11-15). Chichester etc.: Wiley.
- Hillson, D. (2005). Describing probability: The limitations of natural language. Project Management Institute.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual review of ecology and systematics*, 1-23.
- Hollnagel, E. (2006). Resilience-the challenge of the unstable. Resilience engineering. E. Hollnagel, DD Woods and N. Leveson. *Hampshire, Ashgate*, 9-17.
- Home, J. F., & Orr, J. E. (1997). Assessing behaviors that create resilient organizations. *Employment Relations Today*, 24(4), 29-39.
- Hu, Y., Li, J., & Holloway, L. E. (2008, August). Towards modeling of resilience dynamics in manufacturing enterprises: Literature review and problem formulation. In *Automation Science and Engineering, 2008. CASE 2008. IEEE International Conference on* (pp. 279-284). IEEE.
- Jüttner, U. (2005). Supply chain risk management: Understanding the business requirements from a practitioner perspective. *International Journal of Logistics Management, The*, 16(1), 120-141.
- Kleindorfer, P. R., & Saad, G. H. (2005). Managing disruption risks in supply chains. *Production and Operations Management*, 14(1), 53-68.
- Labaka-Zubieta, L., Hernantes-Apezetxea, J., Laugé-Eizaguirre, A., & Sarriegi-Domínguez, J. M. (2012). Políticas para mejorar la resiliencia ante grandes accidentes. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 87(5).
- La Porte, T., & Consolini, P. (1998). Theoretical and operational challenges of "high-reliability organizations": air-traffic control and aircraft carriers. *International Journal of Public Administration*, 21(6-8), 847-852.

- Levary, R. R. (2007). Ranking foreign suppliers based on supply risk. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(6), 392-394.
- Li, G., Lin, Y., Wang, S., & Yan, H. (2006). Enhancing agility by timely sharing of supply information. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(5), 425-435.
- Luers, A. L., Lobell, D. B., Sklar, L. S., Addams, C. L., & Matson, P. A. (2003). A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global environmental change*, 13(4), 255-267.
- Mallak, L. A. (1999). Toward a theory of organizational resilience. In *Management of Engineering and Technology, 1999. Technology and Innovation Management. PICMET'99. Portland International Conference on* (Vol. 1, pp. 223-vol). IEEE.
- March, J. G., & Shapira, Z. (1987). Managerial perspectives on risk and risk taking. *Management science*, 33(11), 1404-1418.
- Mason-Jones, R., & Towill, D. R. (1998). Shrinking the supply chain uncertainty circle. *IOM Control*, 24(7), 17-22
- McGillivray, G. (2000). Commercial risk under JIT. *Canada's Insurance and Risk Magazine*, 67(1), 26-30
- McManus, S., Seville, E., Brunson, D., & Vargo, J. (2007). *Resilience management: a framework for assessing and improving the resilience of organisations*. Resilient organisations research report.
- Merriam-Webster (2015). Resilience. Retrieved from <http://www.merriam-webster.com/dictionary/resilience>
- Minolli, C. B. (2000). Empresas resilientes: Algunas ideas para construirlas. *Temas de Management*, 3, 20-24.
- Mitroff, I. & Alpasan, M. (2003). Preparing for the evil. *Harvard Business Review*, 109-115.
- Natarajarathinam, M., Capar, I., & Narayanan, A. (2009). Managing supply chains in times of crisis: a review of literature and insights. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(7), 535-573.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge creation company: how Japanese companies create the dynamics of innovation. *Oxford University Press. New York, USA*, 304.
- Opstal, D. V. (2007). The resilient economy: Integrating competitiveness and security. Council on Competitiveness.
- Paton, D., & Johnston, D. (2001). Disasters and communities: vulnerability, resilience and preparedness. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 10(4), 270-277.
- Peña Pérez, T., Manzanedo del Campo, M.A., Sáiz Bárcena, L., Sánchez Díaz, R., Lavios Villahoz, J.J. (2001). Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones como elemento facilitador en la gestión del conocimiento. In *Congreso de Ingeniería de Organización (4. 2001. Sevilla)(2001)*.
- Perrow, C. (2011). *Normal accidents: Living with high risk technologies*. Princeton University Press.
- Pettit, T. J., Fiksel, J., & Croxton, K. L. (2010). Ensuring supply chain resilience: Development of a conceptual framework. *Journal of Business Logistics*, 31(1), 1-21.
- Ponomarev, S. Y., & Holcomb, M. C. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *International Journal of Logistics Management, The*, 20(1), 124-143.
- RAE (2015). Resiliencia. Real Academia de la Lengua Española. Retrieved from <http://dle.rae.es/?id=WA5onlw>
- Reich, J. W. (2006). Three psychological principles of resilience in natural disasters. *Disaster Prevention and Management*, 15(5), 793-798.
- Reinmoeller, P., & Van Baardwijk, N. (2005). The link between diversity and resilience. *MIT Sloan Management Review*, 46(4), 61.
- REPLANET. (2009). Resilient Multi-Plant Networks. Retrieved from <http://www.remplanet.eu>
- RIBS. (2010). Resilient Infrastructure and Building Security. Retrieved from <http://ribs-project.eu/>

- Rice, J. B., & Caniato, F. (2003). Building a Secure and Resilient Supply Network. *Supply Chain Management Review*, 7(5), 22-30.
- Riolli, L., & Savicki, V. (2003). Information system organizational resilience. *Omega*, 31(3), 227-233.
- Rose, A., & Liao, S. Y. (2005). Modeling regional economic resilience to disasters: a computable general equilibrium analysis of water service disruptions. *Journal of Regional Science*, 45(1), 75-112.
- Sáiz, L., Manzanedo, M. Á., del Olmo, R., & Alcalde, R. (2009, April). La contribución de la Gestión del Conocimiento a la Competitividad de la Empresa. Su estudio en las PYMEs de Castilla y León. In *XIII Congreso de Ingeniería de Organización* (pp. 1730-1736).
- Sanchis, R., & Poler, R. (2011). Medición de la resiliencia empresarial ante eventos disruptivos. Una revisión del estado del arte. In *XV Congreso de Ingeniería de Organización: Cartagena, 7 a 9 de Septiembre de 2011* (pp. 104-113).
- Sanchis, R., & Poler, R. (2012). Measuring Enterprise Resilience. *Enterprise Interoperability: I-ESA'12 Proceedings*, 139-144.
- Sanchis, R., Poler, R., & Lario, F. C. (2012, July). Identification and analysis of Disruptions: the first step to understand and measure Enterprise Resilience. In *6th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management* (pp. 424-431).
- Sanchis, R., & Poler, R. (2014). Enterprise resilience assessment: a categorisation framework of disruptions. In *Dirección y organización* (Vol. 54, pp. 45-53). Universidad Politécnica de Madrid.
- Sheffi, Y. (2005). The resilient enterprise: overcoming vulnerability for competitive advantage. *MIT Press Books*, 1.
- Sheffi, Y., & Rice Jr, J. B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan management review*, 47(1), 41.
- Sinha, P. R., Whitman, L. E., & Malzahn, D. (2004). Methodology to mitigate supplier risk in an aerospace supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(2), 154-168.
- Smith, R. (2004). Operational capabilities for the resilient supply chain. *Supply Chain Practice*, 6(2), 24-35.
- STAR-FLOOD. (2010). STrengthening And Redesigning European FLOOD risk practices Towards appropriate and resilient flood risk governance arrangements. Retrieved from <http://www.starflood.eu/>
- Starr, R., Newfrock, J., & Delurey, M. (2003). Enterprise resilience: managing risk in the networked economy. *Strategy and Business*, 70-79.
- Stoltz, P. G. (2004). Building resilience for uncertain times. *Leader to Leader, 2004* (31), 16-20.
- Sutcliffe, K. M., & Vogus, T. J. (2003). Organizing for resilience. *Positive organizational scholarship: Foundations of a new discipline*, 94-110.
- Svensson, G. (2002). A conceptual framework of vulnerability in firms' inbound and outbound logistics flows. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(2), 110-134.
- Svensson, G. (2003). Sub-contractor and customer sourcing and the occurrence of disturbances in firms' inbound and outbound logistics flows. *Supply Chain Management: an International Journal*, 8(1), 41-56.
- Swamidass, P. M., & Newell, W. T. (1987). Manufacturing strategy, environmental uncertainty and performance: a path analytic model. *Management Science*, 33(4), 509-524.
- Timmerman, P. (1981), Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of Models and Possible Climatic Applications, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Toronto.
- Tomlin, B. (2006). On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks. *Management Science*, 52(5), 639-657.
- UNISDR (2005). United Nations International Strategy for Disaster Reduction, New York, NY. Retrieved from www.unisdr.org
- Van der Vorst, J. G., & Beulens, A. J. (2002). Identifying sources of uncertainty to generate supply chain redesign strategies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(6), 409-430.

- Van der Vorst, J. G., Beulens, A. J., Wit, W. D., & Beek, P. V. (1998). Supply chain management in food chains: Improving performance by reducing uncertainty. *International Transactions in Operational Research*, 5(6), 487-499.
- Vogus, T. J., & Sutcliffe, K. M. (2007, October). Organizational resilience: towards a theory and research agenda. In *2007 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics* (pp. 3418-3422). IEEE.
- Wagner, S. M., & Bode, C. (2006). An empirical investigation into supply chain vulnerability. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12(6), 301-312.
- Wagner, S. M., & Bode, C. (2009). Dominant risks and risk management practices in supply chains. *Supply Chain Risk*, 271-290.
- Wagner, S. M., & Neshat, N. (2010). Assessing the vulnerability of supply chains using graph theory. *International Journal of Production Economics*, 126(1), 121-129.
- Westrum, R. (2006). A typology of resilience situations. Resilience engineering: *Concepts and precepts*. E. Hollnagel, DD Woods and N. Leveson. *Hampshire, Ashgate*, 55-65.
- Wildavsky, A. (1992). *Searching for Safety*. New Brunswick, NJ: Transaction Books.
- Winston, A. (2014). Resilience in a hotter world. *Harvard business review*, 92(4), 56-64.
- Woods, D., & Wreathall, J. (2003). Managing risk proactively: the emergence of resilience engineering. *Columbus: Ohio University*. Retrieved from Link
- Zsidisin, G. A., Panelli, A., & Upton, R. (2000). Purchasing organization involvement in risk assessments, contingency plans, and risk management: an exploratory study. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(4), 187-198.

3.8 Anexos

Anexo 3.1. Revisión Bibliográfica de Casos de Reales de Disrupciones. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/RzaUXb>

Capítulo 4. Enfoques para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial

La revisión bibliográfica recoge los esfuerzos realizados en el ámbito científico para desarrollar enfoques, herramientas y metodologías para el análisis y mejora de la capacidad de resiliencia empresarial. Para ello, se han analizado en profundidad las publicaciones científicas relativas al estudio de la resiliencia aplicada al ámbito empresarial e industrial, dejando fuera del alcance de la revisión, el análisis de enfoques de análisis de la resiliencia aplicada a otras disciplinas.

En este capítulo se señala la importancia de tener mecanismos de análisis de la capacidad de resiliencia empresarial y se enumeran las principales bondades pero también limitaciones de los trabajos científicos existentes en la literatura para afrontar un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

De los aspectos analizados en este capítulo, se desprende la necesidad que da origen a esta tesis doctoral y se definen las necesidades específicas de la investigación.

4.1 Introducción

Para alcanzar la resiliencia y analizar cuán resilientes son las empresas se precisa entender e indagar sobre los eventos disruptivos que afectan a la empresa así como los enfoques actuales que ofrezcan una visión del perfil de resiliencia de las empresas desde diferentes perspectivas para por un lado, (i) ser consciente de los eventos disruptivos potenciales sobre los cuales la empresa presenta una menor capacidad de preparación y recuperación, y en segundo lugar (ii) tomar las decisiones oportunas para prepararse ante dichos eventos y recuperarse del impacto, en caso de que no se haya podido evitar la ocurrencia del evento.

Debido a que el concepto de resiliencia se aplica a numerosas disciplinas, en la literatura se encuentran enfoques de análisis y mejora de la resiliencia desde diferentes perspectivas como por ejemplo, desde el punto de vista de los sistemas, desde la perspectiva de la resiliencia en las infraestructuras... y además, los enfoques engloban tan sólo el análisis de algún tipo de disrupciones, por ejemplo el estudio de los desastres naturales, como los huracanes, tsunamis, terremotos, etc. En el presente capítulo se muestra un breve resumen de los enfoques identificados a través de la revisión bibliográfica sobre el análisis de la resiliencia en general. Sin embargo, la especificidad de estos enfoques, debido a que abarcan una sola perspectiva o un solo tipo de eventos disruptivos, hace que sea muy compleja su aplicabilidad al mundo empresarial e industrial.

Los enfoques objetivo de la revisión bibliográfica son aquellos relacionados con la medición, evaluación, análisis y/o mejora de la capacidad de resiliencia en empresas. Sin embargo, pocos son los enfoques que han sido definidos a este respecto. Las razones sobre porqué son pocos los enfoques que identifican medidas que componen la resiliencia empresarial apuntan hacia la incipiente consolidación de la resiliencia empresarial como una nueva área de gestión empresarial.

En la literatura existen diferentes planteamientos que tratan de determinar enfoques, herramientas y metodologías para el análisis y mejora de la resiliencia aunque se reconoce que el estado de dichas aproximaciones es inicial y muy teórico, muchos de ellos tan sólo ofrecen marcos conceptuales que esbozan futuras nociones acerca de hacia dónde debe apuntar la investigación en resiliencia empresarial. Además, destacar que, en la definición de la mayoría de los enfoques, aparece la palabra clave cadena de suministro, lo cual distorsiona la búsqueda bibliográfica. El objetivo de la presente revisión bibliográfica es la búsqueda de enfoques de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, basados en el estudio a nivel intra-empresarial, pero teniendo en cuenta todos los factores de su cadena de suministro. De todos los enfoques analizados en el presente capítulo, en los cuales aparece la palabra clave de cadena de suministro, tan sólo uno es un enfoque específico y dirigido al análisis de la capacidad de resiliencia en cadenas de suministro. El resto, aunque en su definición, aparece la palabra clave de cadena de suministro, van dirigidos al análisis de la resiliencia en empresas pero teniendo en cuenta las características de la empresa, de su cadena de suministro y del entorno en el que opera, tal y como se plantea en la presente investigación. Se precisa la presente clarificación, para evitar que ante descripciones del tipo: *Enfoque conceptual y herramienta de gestión de la resiliencia empresarial en cadenas de suministro*, se pueda llegar a pensar que lo que se está analizando es la resiliencia de toda la cadena de suministro en su conjunto, cuando realmente lo que se está analizando es la capacidad de resiliencia intra-empresarial teniendo en cuenta aspectos, intra-, inter- y extra-empresariales.

La metodología utilizada para la revisión bibliográfica es muy similar a la utilizada en el capítulo anterior y que se encuentra descrita en la sección 3.2 del capítulo 3. La revisión bibliográfica abarca el análisis de enfoques que tratan de analizar y mejorar la capacidad de resiliencia empresarial. La revisión bibliográfica de este capítulo trata de dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la base conceptual de conocimiento en la que se sustentan las investigaciones para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial? – *Sección 4.4.1*
2. ¿Existen herramientas para el análisis y mejora de la capacidad resiliente de las empresas? – *Sección 4.4.2*
3. ¿Existen metodologías que guíen a las empresas paso a paso en el análisis y mejora de la resiliencia empresarial? – *Sección 4.4.3*

En la revisión bibliográfica desarrollada en el presente capítulo, publicaciones que dan respuesta a las preguntas anteriores han sido analizadas y se describen sus principales conclusiones. La metodología utilizada para la revisión bibliográfica se basa en una selección de palabras claves y su búsqueda a través de fuentes relevantes de información (Google Académico, Web of Science, Scopus, Cordis, entre otros). Las palabras claves utilizadas difieren según cada una de las preguntas formuladas anteriormente. Para la

pregunta 1, la búsqueda en inglés se basa en las siguientes palabras: *resilience, enterprise resilience, analysis, enhancement, measurement, improvement, assessment, framework*. La pregunta 2 está relacionada con la búsqueda de herramientas que sirvan de soporte a las empresas para conocer cuál es su perfil de resiliencia. Las palabras clave utilizadas en este caso, en su amplio sentido, engloban: *resilience, enterprise resilience, indicators, tools, techniques, methods*. Por último, la tercera pregunta se focaliza en metodologías que asistan a las empresas en la implementación de un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Por ello entre las palabras clave utilizadas se encuentran: *resilience, enterprise resilience, methodology, guide, steps, stages, phases*. La gran mayoría de enfoques, herramientas y metodologías para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial se encuentran en publicaciones científicas de revistas de prestigio, aunque también se han utilizado otras fuentes de información como actas de congresos, tesis e informes de entidades como Resilient Organisations que es un grupo de investigación que proporciona servicios de consultora y que está integrado por investigadores de Nueva Zelanda (universidades de Canterbury y Auckland). Para mayor información, ver Tabla 3.2 de la sección 3.2 del capítulo 3.

El resto del capítulo se organiza según la siguiente composición. La sección 4.2 muestra las razones principales de la importancia del proceso de medición y análisis de la resiliencia empresarial, así como ciertas indicaciones acerca de cómo deben ser los medibles que analicen cuán resilientes son las empresas. La sección 4.3 realiza una breve revisión bibliográfica sobre enfoques de análisis y mejora de la resiliencia, aplicados a la gestión de desastres naturales, infraestructuras, sistemas, y redes y sistemas de información por su similitud con algunos de los objetivos de la presente tesis. Sin embargo, queda fuera del ámbito de este capítulo, la revisión de enfoques de análisis de la capacidad de resiliencia aplicada a otras disciplinas científicas. La sección 4 muestra una descripción detallada de los enfoques más relevantes para el análisis de la capacidad de resiliencia a nivel tanto intra- como inter-empresa. Los enfoques inter-empresa analizados son completamente aplicables al nivel intra-empresarial, pues no poseen medibles específicos de las cadenas de suministro. En la sección 4.4 también se realiza un análisis crítico sobre los inconvenientes y limitaciones que presenta la investigación actual en resiliencia empresarial. En la sección 4.5, se realiza un resumen de las limitaciones de las investigaciones actuales y se definen las necesidades de investigación futuras para identificar hacia dónde deben ir dirigidos los esfuerzos ulteriores en la investigación de la resiliencia empresarial. Finalmente, y a modo de resumen, la sección 4.6 identifica las principales evidencias obtenidas a través de la revisión bibliográfica.

4.2 La Importancia del Proceso de Medición y Análisis de las Capacidades Empresariales ¿Por qué Medir?

Cualquier proceso de medición de una propiedad empresarial engloba la evaluación del rendimiento que supone la transformación de la estrategia, política y decisiones de una empresa en acciones (Allen y Davis, 2010). Las medidas apropiadas expresan el alcance en que los objetivos se están cumpliendo, si los requisitos están siendo satisfechos, si los procesos y las actividades de control están funcionando, así como en qué medida los resultados están siendo conseguidos. Pero no sólo se precisa del proceso de medición, sino que también se requiere de la fase de análisis, que engloba tanto a la medición como al proceso de evaluación. Por ello, el proceso análisis consiste en la medición para la obtención de información cualitativa y/o cuantitativa, así como de una fase posterior de exploración, en la cual se analiza cómo los datos obtenidos influyen en las acciones o planes de la empresa. Medidas consistentes, oportunas y precisas son información importante para la gestión de cualquier actividad, incluyendo la resiliencia empresarial. Sin embargo, una cita atribuida a Deming dice que: “Si no se puede describir lo que se está haciendo como proceso, no sabes lo que estás haciendo. Y si no sabes lo que estás haciendo, la medición y el análisis no ayudarán” (Allen et al., 2010).

Park, Goethert y Florac (1996) respaldan dicha afirmación ya que alegan, que la medición sin análisis posterior no tiene sentido y lo resumen como:

- ¿Por qué medir? Porque sin datos, tan solo se tienen opiniones.
- ¿Por qué analizar? Porque los datos recogidos no sirven de nada, si no se entienden y son examinados para tomar decisiones.

Kjellén (2000) también afirma que no hay una única medida que satisfaga todas las características de cualquier propiedad de gestión empresarial, sino que una combinación de medidas puede proporcionar un compromiso razonable, tal y como afirmaba también Salguero (2001).

El objetivo de los indicadores es proporcionar información de gestión necesaria para la toma de decisiones. La función de un indicador de resiliencia empresarial es dar a conocer el nivel de eficiencia de

la gestión de la resiliencia en una empresa en relación a un nivel deseado y/o umbral tolerable de vulnerabilidades (Kjellén, 2000). Un indicador, es una característica observable de una unidad operativa, que tiene una correlación positiva con la seguridad del sistema (Laakso, Holmberg, Lehtinen y Johanson, 1994).

Herrera y Hovden (2008) realizan una recopilación de distintas definiciones de indicadores: i) tipo de precursores de disrupciones, condiciones, circunstancias o medidas que preceden a un evento disruptivo no deseado y que tienen cierto valor para predecir la ocurrencia de dicho evento; ii) forma activa de monitorizar basada en sistemas de control; iii) indicadores de “actividad” que muestran si la empresa está tomando medidas para reducir eventos disruptivos; iv) indicadores que miden variables que son precursores del rendimiento de la empresa de forma que se mejore la capacidad de resiliencia empresarial.

Además, Herrera et al. (2008) distinguen dos tipos de indicadores con relación a la resiliencia empresarial. Comentan que normalmente, los indicadores son reactivos, es decir, son medidas de un sistema que se toman después de la ocurrencia de un evento disruptivo y que por ende, miden las consecuencias de dicho evento una vez que ya se ha producido. Sin embargo, afirman que los indicadores de resiliencia empresarial además deben ser proactivos, es decir, que se anticipen al evento disruptivo, de forma que se pueda medir la resiliencia empresarial antes de que una vulnerabilidad impacte en una empresa, para que dicha empresa tome las decisiones correspondientes para mitigar la falta de resiliencia.

La revisión biográfica desarrollada se centra en la búsqueda bibliográfica de enfoques de análisis y mejora de la capacidad de resiliencia empresarial, entendiendo el concepto de análisis en su amplio sentido, englobando los procesos de medición y evaluación.

4.3 Revisión Bibliográfica sobre el Análisis y Mejora de la Resiliencia

La revisión bibliográfica revela que son pocos los enfoques que tratan de analizar y mejorar la resiliencia empresarial. Sin embargo, durante dicha revisión, aparecen enfoques de otras disciplinas que tratan de medir y analizar la resiliencia de otras áreas como por ejemplo, la ecología, la psicología, ... Debido a la diferencia tan profunda que existe entre dichas disciplinas y el alcance y aplicación de la presente investigación, la revisión bibliográfica se acota a la búsqueda de enfoques que traten la capacidad de resiliencia intra-empresarial teniendo en cuenta aspectos de su cadena de suministro y del entorno donde opera la empresa (ver sección 4.4). Sin embargo, debido a la escasez de propuestas de análisis de la resiliencia a nivel intra-empresarial, se amplía la revisión a aquellos enfoques que analizan la resiliencia de cadenas de suministro pero que son perfectamente aplicables a nivel intra-empresarial.

No obstante, existen perspectivas de la resiliencia, que pese a diferir de la perspectiva empresarial e industrial, ofrecen una visión, en ocasiones, análoga a la capacidad resiliente de las empresas. Dichas perspectivas engloban la resiliencia de sistemas, infraestructuras, redes y la resiliencia ante desastres naturales. Entendiendo que las empresas son sistemas que operan con ciertas infraestructuras y sistemas de información en redes de suministro y que se enfrentan a desastres, parece interesante la revisión de los enfoques destinados al análisis y mejora de la capacidad de resiliencia en dichas disciplinas: desastres naturales, infraestructuras, sistemas, y redes y sistemas de información.

Tabla 4.1. Resumen de los principales autores y la perspectiva de la resiliencia tratada en sus enfoques de análisis.

Perspectiva	Autores
Resiliencia ante desastres	Rose y Liao (2005); Gilbert (2010)
Resiliencia de infraestructuras	Bruneau y Reinhorn (2007); Tierney y Bruneau (2007); Attoh-Okine, Coopery Mensah (2009); Labaka, Hernantes, Comes y Sarriegi, (2014); Labaka, Hernantes, Sarriegi, (2015).
Resiliencia sistémica	Sandia National Laboratories (2010); Vugrin, Warren y Ehlen (2011); Ayyub (2014).
Resiliencia en redes y sistemas de información	Garbin y Shortle (2007); Craighead, Blackhurst, Rungtusanatham y Handfield, (2007); Falasca, Zobel, y Cook (2008); Omer, Nilchiani, Mostashari (2009); Wang, Gao e Ip (2010).

Desastres naturales

Rose y Liao (2005) afirman que los fenómenos naturales y los provocados por el hombre tienen un impacto significativo económico a nivel regional. Los autores afirman que estos efectos han sido silenciados, por la resiliencia de las empresas individuales y de los mercados regionales, entendiendo la resiliencia como la capacidad inherente y adaptativa que permite a las empresas y regiones, evitar

pérdidas potenciales. Rose et al. (2005) consideran que los modelos de análisis del equilibrio general computable (CGE - *Computable General Equilibrium*) son un enfoque prometedor para el análisis del impacto de desastres debido que son capaces de modelar los comportamientos de las respuestas a disrupciones. Sin embargo, también apuntan a la necesidad de un mayor refinamiento de los modelos CGE, así como de la mayoría de los modelos económicos, pues sólo reflejan las condiciones del negocio como siempre ("business as usual"), cuando se basan en datos históricos. Por ello, los autores en su trabajo amplían el análisis CGE de grandes disrupciones del suministro de insumos críticos (como por ejemplo, agua, electricidad, ...) estableciendo definiciones operativas de resiliencia de las empresas de forma individual y de forma regional macroeconómica, uniendo parámetros de la función de producción a los diversos tipos de adaptación en situaciones de emergencia, desarrollando algoritmos para recalibrar las funciones de producción con datos empíricos o simulados y la descomposición parcial y general de respuestas de equilibrio. Su modelo es aplicado a un caso de estudio que abarca el sistema de abastecimiento metropolitano de agua cuando es sometido a las consecuencias de un terremoto.

Gilbert (2010) proporciona modelos matemáticos para el análisis de la capacidad de recuperación después de una tormenta (en el contexto de los desastres naturales) que consiste en respuesta, recuperación, mitigación y preparación. En sus modelos se incluyen dos perspectivas de recuperación, recuperación parcial y completa, incluyendo la recuperación instantánea de la población, infraestructuras físicas, economía, redes sociales, servicios públicos y entornos. También desarrolla modelos de simulación de recuperación y proporciona ejemplos de validación para el terremoto de Kobe (Miles y Chang, 2003).

Infraestructuras

Bruneau y Reinhorn (2007) proponen métricas para la medición de la resiliencia en función del tamaño de la degradación esperada en la calidad de una infraestructura mediante la cuantificación de la robustez, redundancia, la disponibilidad de recursos y la rapidez de la recuperación.

Attoh-Okine, Coopery Mensah (2009) utilizan varias trayectorias potenciales de rendimiento de la infraestructura urbanas durante su operación normal y en caso de disrupciones utilizan un índice de la capacidad de resiliencia, en el que tienen en cuenta la calidad de la infraestructura, o el rendimiento de un sistema, el momento de ocurrencia de la disrupción, y el tiempo necesario para la recuperación completa. El análisis de los autores se presenta usando un prototipo de una red de autopistas urbanas.

Tierney y Bruneau (2007) sugieren medir la capacidad de resiliencia basándose en la observación de que los sistemas resilientes reducen las probabilidades de fallo y mejoran la recuperación, y por lo tanto la capacidad de resiliencia se pueden medir a través de la funcionalidad del sistema que engloba la estructura que se quiere analizar después de una disrupción, incluyendo el tiempo que el sistema necesita para volver a sus niveles iniciales de rendimiento. La Figura 4.1 muestra el enfoque de Tierney et al. (2007) ilustrando lo que los autores denominan el triángulo de la resiliencia.

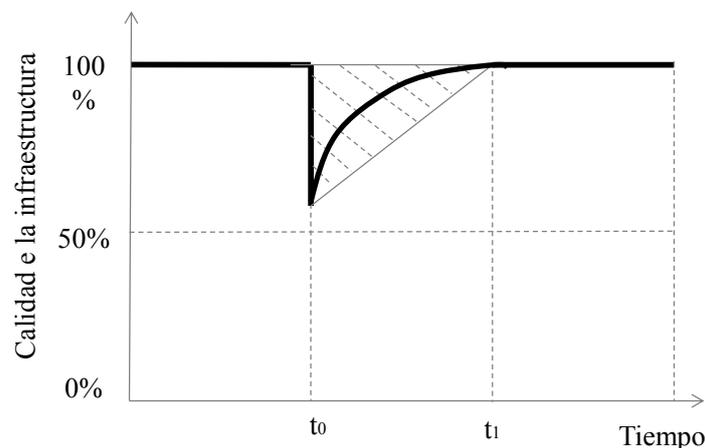


Figura 4.1. Triangulo de resiliencia (adaptado de Tierney et al., 2007)

Labaka, Hernantes, Comes y Sarriegi, (2014) desarrollan un enfoque donde identifican 16 políticas de mejora de la resiliencia en infraestructuras críticas a través de 4 dimensiones (técnica, organizacional, económica y social) y definen el orden temporal en el cual estas políticas deben ser implementadas, obteniendo un enfoque más práctico. Además, implementan dicho enfoque en una planta nuclear (Labaka, Hernantes, Sarriegi, 2015).

Sistemas

Sandia National Laboratories (2010) desarrolla un modelo matemático de medición de costes de resiliencia que se puede utilizar para determinar objetivamente el impacto de las interrupciones en un sistema y los costes de la resiliencia para hacer frente a las interrupciones. El enfoque de evaluación del coste de resiliencia requiere la cuantificación de los dos componentes clave en la definición de la resiliencia de un sistema según dichos autores, que son: el impacto sistémico y el esfuerzo total de recuperación. El impacto sistémico engloba los efectos que una interrupción produce en la productividad del sistema y se mide mediante la evaluación de la diferencia entre un nivel de rendimiento del sistema objetivo y el rendimiento real del sistema después de la interrupción. El esfuerzo total de recuperación se refiere a la eficiencia con la que el sistema se recupera tras una interrupción y se mide mediante el análisis de la cantidad de recursos utilizados durante el proceso de recuperación. La medición de los costes de la capacidad de resiliencia de un sistema requiere la cuantificación de ambos componentes claves. El enfoque también incluye una metodología de análisis cualitativa que evalúa las características del sistema que afectan a la capacidad de resiliencia para proporcionar la visión y dirección para posibles mejoras. Vugrin, Warren y Ehlen (2011) aplican el enfoque de Sandia National Laboratories a dos escenarios hipotéticos en los que una cadena de suministro del sector petroquímico se ve afectada por un huracán.

Por su parte, Ayyub (2014) propone un modelo en el que tiene en consideración el rendimiento del sistema pero incluye los efectos que el tiempo tiene sobre el rendimiento del sistema, pues con el tiempo, normalmente el rendimiento de los sistemas suele disminuir. Su modelo también tiene en cuenta los tiempos en los que se producen las interrupciones y los tiempos de recuperación. Con todo ellos postula un índice de resiliencia que tiene en cuenta dos perfiles, uno de fallos y otro de recuperación.

Redes y sistemas de información

Garbin y Shortle (2007) describen un enfoque para medir cuantitativamente la capacidad de resiliencia de una red como el porcentaje de enlaces dañados en comparación con el rendimiento de la red y el porcentaje de nodos dañados en comparación con el rendimiento de la red. Este enfoque es similar al propuesto por Craighead, Blackhurst, Rungtusanatham y Handfield, (2007), en el que se analiza la densidad, complejidad y criticidad de las redes y que después es tomado como base por Falasca, Zobel, y Cook (2008) para el desarrollo de su modelo de simulación.

Omer, Nilchiani, Mostashari (2009) miden la resiliencia para los sistemas de red de Internet como el ratio de la diferencia en la transmisión de información antes, es decir, inicialmente, y después de un evento disruptivo, dividido por la transmisión de información inicial.

Wang, Gao e Ip (2010) desarrollan un modelo de análisis de la resiliencia en el contexto de los sistemas de información de una empresa, como por ejemplo un sistema ERP (*Enterprise Resource Planning* – Planificación de los Recursos de la Empresa). Dicho modelo tan solo tiene en cuenta la capacidad de recuperación del sistema y se basa en la medida del rendimiento del sistema a través de las funciones del sistema, las categorías de los recursos y los diferentes tiempos de operación y recuperación. Como el modelo incluye restricciones no analíticas y la función objetivo no puede ser analizada analíticamente, los autores utilizan un algoritmo genético para su resolución.

4.4 Revisión Bibliográfica sobre el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial

Analizar la resiliencia empresarial es una tarea muy compleja debido, entre otros motivos, a su intangibilidad, tal y como sucede con otras áreas empresariales, como por ejemplo el análisis del conocimiento de una empresa. Sin embargo, se deben definir los medios apropiados para poder analizarla y proporcionar a las empresas la información valiosa para la ayuda al proceso de toma de decisiones sobre las medidas más apropiadas para dotar a las empresas de capacidad de resiliencia.

La literatura ofrece pocos enfoques que tratan de gestionar la capacidad de resiliencia en empresas, y además lo hacen, en su gran mayoría de forma conceptual. La Tabla 4.2 muestra los principales enfoques (principalmente en forma de marcos conceptuales), herramientas y metodologías para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. A continuación se describe detalladamente cada una de las tentativas incluyendo un análisis crítico de cuáles son sus limitaciones.

Tabla 4.2. Principales enfoques de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

Autores	Descripción	Marco conceptual	Indicadores/Herramienta	Metodología
Woods y Wreathall, (2003)	Enfoque conceptual del balance entre los objetivos operativos y de resiliencia empresarial.	✓		
Dalziell y McManus (2004)	Enfoque conceptual sobre la evaluación de resiliencia basado en la misión empresarial.	✓		
Stolker, Karydas, y Rouvroye, (2008)	Enfoque conceptual para evaluar la resiliencia operacional.	✓		
Pettit (2008); Pettit, Fiksel y Croxton (2010); y Pettit, Croxton, Fiksel, (2013)	Enfoque conceptual, herramienta de gestión y proceso de implementación de la resiliencia empresarial en cadenas de suministro.	✓	✓	✓
Barroso, Machado y Machado, (2011)	Metodología para mejorar la resiliencia en cadenas de suministro mediante la técnica del mapeado del flujo de valor.			✓
McManus, Seville, Brunson y Vargo, (2007)	Metodología y definición de indicadores para la evaluación y mejora de la resiliencia de las organizaciones.		✓	✓
Lee, Vargo y Seville, (2013)	Ampliación de la definición de indicadores de McManus et al. (2007)		✓	

4.4.1 Marcos Conceptuales de Resiliencia Empresarial.

4.4.1.1 Marco Conceptual de Balance entre los Objetivos Operativos y la Resiliencia Empresarial (Woods y Wreathall, 2003)

El enfoque de Woods y Wreathall, (2003) se basa los siguientes principios:

- Decisiones de sacrificio.

Los autores afirman que para lograr empresas resilientes se necesitan decisiones de sacrificio. Las empresas deben tomar decisiones de sacrificio, entendidas como decisiones que sacrifican en cierta medida el cumplimiento de objetivos operativos, como por ejemplo objetivos de producción (eficiencia de los procesos productivos) en contraprestación de minimizar su falta de resiliencia.

El objetivo es desarrollar una orientación explícita sobre cómo ayudar a las empresas a tomar estas decisiones de sacrificio en contextos de incertidumbre, para mantener un nivel de aceptación / aversión al riesgo deseado. Los autores explican que cuando las empresas operan bajo presiones basadas en la eficiencia productiva, suelen obviar las evidencias reales de disrupciones y amenazas del entorno. Como resultado, las empresas operan de manera arriesgada, hasta que se produce una disrupción. Por ello, la gestión de la resiliencia debe ser parte activa de la toma de decisiones para decidir cuándo hay que relajar la presión sobre los objetivos de rendimiento y eficiencia, en otras palabras, cuando hay que sacrificar ciertos objetivos de la organización para minimizar la vulnerabilidad.

- Medida de la resiliencia.

Woods et al. (2003) afirman que es necesario el desarrollo de indicadores para medir la capacidad de resiliencia de una empresa y de esta forma alertar a la alta dirección sobre la necesidad de encontrar el equilibrio entre los objetivos organizacionales y los objetivos en materia de resiliencia.

Woods et al. (2003) afirman que el éxito para llegar a un equilibrio entre los objetivos operacionales de una empresa y sus objetivos de resiliencia, debe basarse en los siguientes elementos: compromiso de la dirección, cultura de intercambio de información sobre disrupciones, cultura de aprendizaje, preparación/anticipación, flexibilidad y observabilidad.

- Visualización de los efectos secundarios de las decisiones en cuanto a interrupciones.

Los autores afirman que se precisan de herramientas de visualización para que los decisores de una empresa puedan decidir si sacrificar (y en qué grado de sacrificio) los objetivos operacionales de la empresa frente a la minimización de las interrupciones.

La empresa requiere de medios para hacer observables los efectos secundarios de las decisiones adoptadas para alcanzar tanto los objetivos de eficiencia de producción como los objetivos relacionados con aspectos resilientes. Una vez tomadas ciertas decisiones acerca de cómo la empresa debe enfrentarse a una interrupción, se precisan de herramientas de retroalimentación.

- Control de retroalimentación de la empresa.

El último principio para fomentar la resiliencia empresarial es crear una retroalimentación eficiente que recopile información acerca de las señales de interrupciones potenciales y corrija el curso de la empresa mediante la definición de indicadores de resiliencia empresarial. Por lo tanto, el sistema de retroalimentación debe utilizar indicadores de resiliencia empresarial, como por ejemplo, medición y seguimiento de si el intercambio de información que se realiza en la empresa es abierto o cerrado, o si la empresa es muy flexible o rígida a la hora de adaptarse a los cambios o interrupciones, y de esta forma proporcionar un conjunto de indicadores para poder valorar las ventajas y desventajas que supone el equilibrio entre los objetivos operacionales de la empresas y sus objetivos de resiliencia.

El circuito de retroalimentación debe también incluir evaluaciones de referencia de las fuentes de resiliencia que incluyan las condiciones de activación para poner en marcha el análisis de resiliencia empresarial dirigido a áreas específicas. Por ejemplo, los indicadores muestran una creciente presión para alcanzar las metas de producción y así como los objetivos resilientes de la empresa, con lo cual no se encuentran en equilibrio. Los autores comentan que irónicamente, es en estos mismos momentos de mayor dificultad en la empresa, cuando se requieren inversiones adicionales en resiliencia empresarial para restablecer el equilibrio entre la operatividad de la empresa y la resiliencia empresarial, mediante las decisiones de sacrificio.

El componente clave del campo de la resiliencia empresarial es proporcionar la base de información para que las empresas sean ágiles y estén eficientemente dirigidas para realizar inversiones apropiadas de reajuste con el objetivo de desactivar las interrupciones emergentes. Se deben proporcionar a las empresas los medios para rastrear las fuentes de resiliencia, utilizar los indicadores para tomar mejores decisiones y sacrificar aquellas que aseguren el balance entre los objetivos operativos y de resiliencia, así como crear la previsión de modo que las empresas puedan anticipar las interrupciones antes de que ocurran y produzcan daños.

Análisis Crítico

Como comentan los autores, el objetivo es desarrollar una orientación explícita sobre cómo ayudar a las empresas a tomar las decisiones de sacrificio en contextos de incertidumbre. El enfoque conceptual guía a través de cuáles son las necesidades futuras de investigación, pero no ofrece noción acerca de cómo se debe apuntar hacia el análisis y mejora de la resiliencia empresarial en el mundo real.

Los autores afirman que hay que sacrificar objetivos operacionales de la empresa para poder mejorar la capacidad de resiliencia. Si bien es cierto que en ocasiones, hay que dedicar ciertos recursos a la mejora de la resiliencia empresarial en detrimento de otras áreas empresariales o de la mejora de otras capacidades, normalmente la mejora de la resiliencia empresarial hará mejorar los objetivos operacionales de la empresa y en caso que no sea así, se debe buscar el equilibrio para que todos los objetivos puedan coexistir de forma equilibrada y en armonía. Lo realmente importante es obtener información valiosa, que basada en una inversión o dedicación de recursos, asista a las empresas para poder implementar aquellas acciones óptimas que mejoren su capacidad de resiliencia empresarial.

Los autores afirman que se debe alertar a la alta dirección sobre la necesidad de encontrar el equilibrio en la mejora de la resiliencia empresarial. La resiliencia empresarial es una capacidad que se mejora tomando medidas en los niveles operativos y tácticos pero es una iniciativa que debe estar fomentada y promovida desde el nivel estratégico. Por ello, la perspectiva no debe ser de alerta a la alta dirección sino que desde el nivel estratégico se transmita a toda la empresa la importancia estratégica de ser resilientes.

4.4.1.2 Marco Conceptual sobre la Evaluación de Resiliencia basado en la Misión Empresarial (Dalziell y McManus, 2004)

Dalziell y McManus (2004) explican que la resiliencia es función de la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa de la empresa. Su enfoque es sistémico, sin embargo considerando a la empresa como un sistema, afirman que uno de los primeros aspectos definidos para cualquier sistema es su propósito. Por tanto, si una empresa es un sistema, los autores relacionan directamente su capacidad de resiliencia con la habilidad para alcanzar sus objetivos y propósitos. Dichos objetivos suelen estar definidos en la misión de la empresa. Normalmente, la misión de la empresa suele ser multidimensional, reflejando la variedad de intereses de diferentes partes de la empresa. Por ejemplo, los objetivos de una empresa deben incluir lo siguiente:

- Ofrecer una rentabilidad financiera a sus accionistas.
- Proporcionar un ambiente seguro y con recompensas para sus empleados.
- Mantener su reputación mediante la entrega de productos de alta calidad, a tiempo y con un valor razonable.
- Minimizar los impactos medioambientales para ofrecer una contribución positiva a la comunidad local.

Las empresas normalmente suelen mapear su misión mediante una serie de indicadores clave de rendimiento (*Key Performance Indicators – KPIs*), que son medidas tangibles mediante las cuales la empresa puede evaluar su rendimiento frente a los objetivos definidos en la misión. La facilidad con que los indicadores clave de rendimiento pueden ser movidos a niveles no deseados es función de la vulnerabilidad del sistema. Además, el tiempo que tardan los indicadores de rendimiento en recuperarse y alcanzar la resiliencia es función de la capacidad adaptativa. La resiliencia total del sistema en función del área bajo la curva, que muestra el impacto total sobre los KPIs durante el periodo de respuesta y recuperación (Figura 4.2).

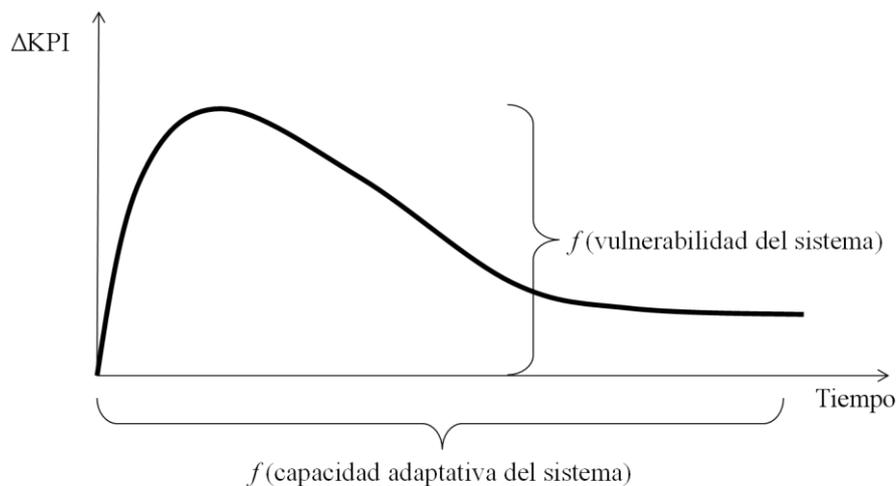


Figura 4.2. Severidad y duración del impacto sobre los KPIs como medida de la resiliencia de un sistema, donde la resiliencia es función del área bajo la curva (adaptado de Dalziell et al., 2004).

Análisis Crítico

El método de evaluación propuesto por Dalziell et al. (2004) que abarca la perspectiva sistémica, teniendo en cuenta la vulnerabilidad y capacidad adaptativa de la empresa, ofrece una visión muy general y conceptual de cómo se evaluaría la capacidad de resiliencia. Hay que destacar que, muchas empresas, aun teniendo la misión definida, no la han concretado en indicadores claves de rendimiento y por tanto dichos indicadores deberían ser definidos previamente para poder realizar un análisis de cuán resiliente es la empresa. Asimismo, dependiendo de la misión de la organización, cada empresa tendrá diferentes medibles y dicho enfoque no ofrece un método general que abarque por ejemplo a todo un sector.

McManus et al. (2007) afirma que el uso de la misión de la organización como una herramienta de respuesta ante una disrupción no es reconocida por muchas de las organizaciones participantes en su estudio empírico. Además, tal y como explican Woods et al. (2003), los objetivos de resiliencia en ocasiones hacen obviar los objetivos de eficiencia productiva y viceversa. Por lo tanto, la definición de

KPIs, basados en la misión de la empresa debería tener en cuenta que se debe buscar el equilibrio entre objetivos.

4.4.1.3 Marco Conceptual de Gestión de la Resiliencia Empresarial en Cadenas de Suministro (Pettit, Fiksel y Croxton, 2010)

Pettit et al. (2010) desarrollan un marco conceptual para gestionar la resiliencia de empresas pero teniendo en cuenta la vulnerabilidades de su cadena de suministro. Y aunque en su descripción pueda parecer que el enfoque conceptual abarca a toda la cadena de suministro, su análisis tan sólo engloba el estudio de la resiliencia a nivel intra-empresarial. Para ello, definen dos postulados. El primer postulado afirma que las fuerzas de cambio crean vulnerabilidades en las cadenas de suministro. En segundo lugar, con el fin de contrarrestar las vulnerabilidades, Pettit et al. (2010) afirman que la investigación ha demostrado que una empresa puede desarrollar capacidades que aseguren a largo plazo la supervivencia. La literatura sugiere diferentes tipos de capacidades para enfrentarse a interrupciones tales como flexibilidad, agilidad, adaptabilidad y visibilidad. Basándose en todo ello, realizan el segundo postulado, en el que afirman que los controles de gestión crean capacidades y definen dichas capacidades como atributos que permiten a una empresa anticiparse y superar interrupciones. Dichas capacidades pueden prevenir una interrupción real, mitigar sus efectos o permitir a la empresa adaptarse a la siguiente interrupción.

Los autores también asumen tres proposiciones de investigación:

- Proposición 1: La resiliencia en las cadenas de suministro aumenta conforme las capacidades de las empresas aumentan y las vulnerabilidades decrecen.
- Proposición 2: Existen relaciones entre cada vulnerabilidad y un conjunto específico de capacidades que pueden mejorar directamente el equilibrio de la resiliencia.
- Proposición 3A: Excesivas vulnerabilidades relativas a sus capacidades resultarán en un riesgo excesivo.
- Proposición 3B: Excesivas capacidades relativas a las vulnerabilidades erosionará la rentabilidad.
- Proposición 3C: El rendimiento de la cadena de suministro mejorará cuando capacidades y vulnerabilidades estén balanceadas.



Figura 4.3. Representación de la zona de equilibrio de la resiliencia (adaptado de Pettit et al., 2010)

Por tanto, el marco conceptual de gestión de resiliencia en cadenas de suministro de Pettit et al., (2010) lo que trata de buscar es el equilibrio entre los riesgos de las vulnerabilidades y la inversión en capacidades. Para ello, crean una taxonomía, tanto de las vulnerabilidades como de capacidades, basándose en una revisión bibliográfica en primera instancia y mediante entrevistas con ejecutivos de una empresa perteneciente a una cadena de suministro compleja. La taxonomía de vulnerabilidades incluye factores como turbulencias, amenazas deliberadas, presiones externas, limitaciones de recursos, susceptibilidad, conectividad, interrupciones de clientes y proveedores. La taxonomía de capacidades incluye los siguientes factores: flexibilidad en el suministro, flexibilidad en la cumplimentación de pedido, capacidad, eficiencia, visibilidad, adaptabilidad, anticipación, recuperación, dispersión, colaboración, organización, posición en el mercado, seguridad y fortaleza financiera.

Mediante dicha clasificación, las empresas pueden conocer cuáles son sus mejores capacidades y de esta forma conocer sus fortalezas, es decir, qué es lo que hacen mejor que sus competidores. Pero, tal y como se había comentado anteriormente, la mejora y gestión de la resiliencia, no es simplemente una cuestión de fortalezas sino que se debe buscar el equilibrio entre dichas capacidades y las vulnerabilidades a las que la empresa está sometida.

En segundo lugar, mediante la taxonomía de vulnerabilidades, la empresa puede identificar sus mayores debilidades y compararlas con sus capacidades. Por ejemplo, una cadena de suministro con grandes vulnerabilidades relacionadas con la conectividad puede enfrentarse a consecuencias desastrosas si tiene capacidades pobres en factores como visibilidad y colaboración.

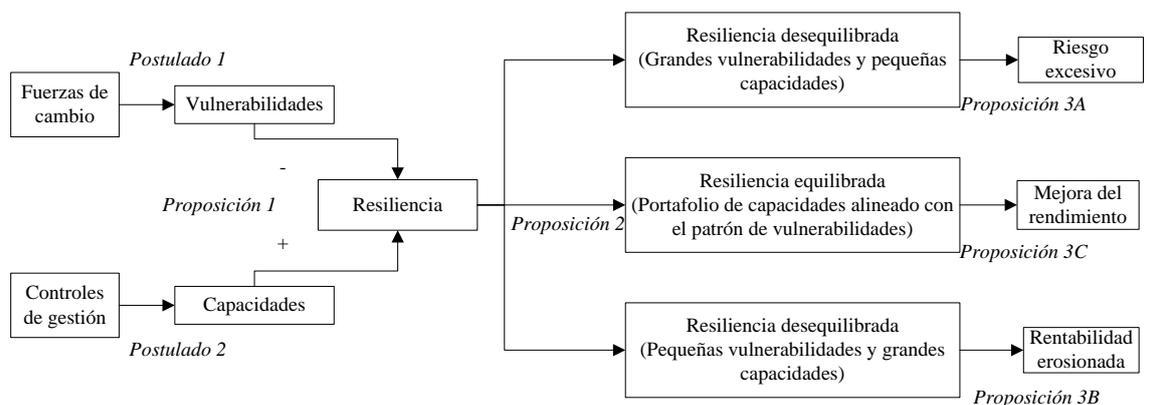


Figura 4.4. Resumen del marco conceptual de Pettit et al., (2010)

Análisis Crítico

La base de conocimiento científico sobre la que se asienta el enfoque de Pettit et al. (2010) con sus diferentes proposiciones parece apropiado para el análisis de la capacidad de resiliencia. Además aborda el problema desde una perspectiva de la búsqueda de equilibrio, sin embargo para poder analizar cuál es el ratio de equilibrio entre capacidades y vulnerabilidades se precisa de información cuantitativa monetaria. En la sección 4.4.2.3 se analiza la herramienta desarrollada en base al presente marco conceptual donde se analiza con mayor nivel de detalle, cuáles son las principales características y limitaciones que presenta dicha herramienta.

El marco conceptual de la investigación de Pettit et al., (2010) es similar al marco conceptual que se desarrollará en la presente tesis, sin embargo presenta ciertos límites. Uno de los límites de la investigación de Pettit et al. (2010) es que el marco conceptual está diseñado de forma que no se determina la correlación entre las diferentes capacidades y vulnerabilidades, con lo cual, una capacidad relacionada con una vulnerabilidad puede tener relación con otras vulnerabilidades, aspecto no considerado en el enfoque. El marco conceptual de la presente tesis, tendrá en cuenta la correlación entre acciones preventivas y eventos disruptivos de forma que si una acción preventiva aplica a diferentes eventos disruptivos, así lo muestre el marco conceptual para que la herramienta lo pueda analizar posteriormente siguiendo dicho criterio.

Además, el enfoque ofrece información acerca de qué capacidades hay que fomentar para reducir la vulnerabilidad de la empresa, pero no indica qué acciones perseguir para la mejora de dichas capacidades, información que sería de gran ayuda a las empresas.

4.4.2 Definición de Mecanismos de Análisis de la Resiliencia Empresarial

La sección 4.4.2 abarca la descripción de mecanismos, entendiendo mecanismos como aquellos modelos, indicadores, herramientas, e incluso técnicas, identificados a través de la revisión bibliográfica, que permiten analizar la capacidad resiliente de las empresas. A continuación se describen dichos mecanismos. La sección 4.4.2.1 muestra la definición de un modelo de evaluación de la resiliencia empresarial junto con la definición de los diferentes indicadores para la medición del perfil de resiliencia. La aproximación del apartado 4.4.2.2 se centra más en la descripción de la técnica utilizada para medir la capacidad de resiliencia empresarial. Mientras que la sección 4.4.2.3 muestra una herramienta basada en un enfoque conceptual y que también posee una metodología de soporte. Y por último, la sección 4.4.2.4 muestra una ampliación del modelo previamente analizado en el apartado 4.4.2.1.

4.4.2.1 Definición de Indicadores para la Evaluación y Mejora de la Resiliencia de las Organizaciones (McManus, Seville, Brunson y Vargo, 2007).

McManus et al. (2007) consideran que la resiliencia de una organización consta de tres ejes principales: (i) la situación/nivel de conocimiento sobre resiliencia, (ii) la gestión de las vulnerabilidades clave de una organización y (iii) la capacidad adaptativa, y con ello desarrolla su modelo de Resiliencia Relativa Total (ROR - *Relative Overall Resilience*), mediante la definición de 15 indicadores para evaluar la capacidad de resiliencia. La Tabla 4.3 muestra un resumen de los indicadores utilizados en el modelo:

Tabla 4.3. Indicadores utilizados en el enfoque de McManus (2007) para evaluar la capacidad de resiliencia.

Situación/nivel de conocimiento sobre resiliencia	
Roles y responsabilidades	Indicador que evalúa el conocimiento del personal de una organización sobre su papel y responsabilidad tanto en el desarrollo del trabajo como en la toma de decisión. De esta forma, se analiza si el personal conoce que debe hacer tanto en el día a día como en situaciones de perturbación.
Comprensión de los peligros y sus consecuencias	Indicador que evalúa el conocimiento que una organización tiene de los peligros a los que está expuesta y a las consecuencias que dichos peligros le pueden provocar.
Conocimiento de la conectividad	Indicador que evalúa el conocimiento que posee una organización sobre el entorno en el que opera, es decir valora el conocimiento sobre las expectativas y limitaciones de las entidades conectadas a una organización (clientes, proveedores...).
Conocimiento de las pólizas del seguro	Indicador que evalúa el conocimiento de la organización acerca de la cobertura de las pólizas de seguros (en caso de que tengan un seguro contratado) así como otras ayudas (por ejemplo, gubernamentales) en caso de disrupción.
Prioridades de recuperación	Indicador que evalúa el entendimiento sobre los requerimientos mínimos de la organización así como sus prioridades de recuperación ante crisis.
Gestión de las vulnerabilidades clave	
Estrategias de planificación	Indicador que evalúa si la organización posee, y en qué grado, estrategias de planificación que identifiquen riesgos y apunten hacia la planificación de emergencias y recuperación.
Participación en simulacros	Indicador que evalúa si la organización, y en qué grado, realiza periódicamente simulacros para simular situaciones en las que se ha producido una disrupción.
Capacidad de los recursos internos	Indicador que está subdividido en: recursos físicos (edificios y otras estructuras, servicios internos y equipos), recursos humanos (capacidad y habilidad del personal en la organización) y recursos de proceso (capacidad de los recursos económicos y administrativos). El indicador evalúa la vulnerabilidad de capacidad de dichos recursos así como la alternativa de ser reemplazados.
Capacidad de los recursos externos	Indicador que está subdividido en: asistencia externa (servicios de emergencia, gubernamentales, competidores, clientes...), servicios (electricidad, telecomunicaciones, ...), y red de suministro (proveedores). El indicador evalúa la vulnerabilidad de capacidad de dichos recursos así como la alternativa de ser reemplazados.
Conectividad organizacional	Indicador que evalúa las capacidades y limitaciones de las entidades conectadas a una organización (clientes, proveedores...).
Capacidad adaptativa	
Mentalidad de compartimientos estancos	Indicador que evalúa la actitud de ciertas organizaciones o áreas funcionales ante el intercambio de información o conocimiento.
Comunicaciones y relaciones	Indicador que evalúa el nivel de comunicación y relaciones en diferentes niveles de una organización, así como con entidades del entorno
Visión estratégica y expectativa de resultados	Indicador que evalúa: (i) en qué medida la visión está bien articulada y comunicada a toda la organización, (ii) en qué medida las operaciones diarias representan la visión de una organización y (iii) en qué medida la organización se proyecta hacia esa visión así como el grado con el cual la dirección de una organización se involucran en situaciones de emergencia.
Información y conocimiento	Indicador que evalúa la utilidad de la información y el conocimiento aplicado a contextos de perturbación.

Liderazgo y gobernanza de estructuras	Indicador que evalúa la autoridad, dirección y dominio de la organización cuando es perturbada.
---------------------------------------	---

El resultado final del enfoque de McManus et al. (2007) es la obtención de un perfil de resiliencia, basado en los tres ejes principales definidos por los autores, donde la organización puede observar su situación y compararla con otros perfiles de resiliencia de empresas de su mismo sector o incluso competidores, para determinar cuán de bien está posicionada respecto a su capacidad de resiliencia y si debe tomar alguna acción para mejorar dicha capacidad.

Análisis Crítico

Para la validación del modelo de Resiliencia Relativa Total, McManus seleccionó organizaciones como casos de estudio tratando que representaran a una amplia gama de tipos y tamaños de organizaciones. Sin embargo, McManus et al. (2007, p. 113) señala que los indicadores identificados a través de sus investigaciones se limitan a las organizaciones de los casos de estudio (Lee, Vargo y Seville, 2013). Por lo tanto no es un enfoque que pueda ser aplicado de forma general y global a cualquier tipo de organización. Con lo cual, los esfuerzos futuros deben hacerse para ir adaptando el enfoque a cualquier tipo de organización.

Además, los indicadores propuestos por McManus et al. (2007) ofrecen información acerca del perfil de resiliencia de una empresa, pero no ofrece ningún tipo de información adicional. En otras palabras, las organizaciones son conocedoras de si son más o menos resilientes que otras organizaciones pero desconocen cómo mejorar dicha capacidad. A través de la investigación de McManus et al. (2007) no se ofrecen pautas ni ningún tipo de orientación para que las empresas se preparen ante la ocurrencia de eventos disruptivos, ni tampoco acciones que hagan que la recuperación, en caso de acontecimiento, sea más eficiente.

4.4.2.2 Mecanismo para Evaluar la Resiliencia Operacional (Stolker, Karydas, y Rouvroye, 2008)

Los autores proponen la teoría de la utilidad multiatributo (*Multi-Attribute Utility Theory - MAUT*) como técnica de medición de la capacidad de resiliencia operacional. Stolker et al. (2008) definen la resiliencia operacional como la habilidad de una organización para prevenir la ocurrencia de disrupciones y cuando una disrupción acontece la habilidad para rápidamente responder y recuperarse. Justifican la elección de MAUT para hacer frente a la complejidad de analizar la capacidad de resiliencia ya que apuntan que la resiliencia tiene gran cantidad de diferentes significados y características. Un método, dentro de la técnica MAUT, conocido como “árbol de valores”, permite descomponer un objetivo complejo (en este caso, la capacidad de resiliencia operacional) en atributos. Un atributo mide el rendimiento en relación con un objetivo. Estos atributos se denominan medidas de rendimiento y a través de ellas se puede medir la capacidad de resiliencia.

Además, la técnica permite el establecimiento de prioridades mediante la asignación de pesos a los diferentes atributos y objetivos. Esta asignación de pesos puede llevarse a cabo según los intereses de la empresa y de sus diferentes departamentos en base a lo que consideran importante para la capacidad de resiliencia. La priorización a su vez, apoya la toma de decisiones para hacer frente a los problemas de resiliencia en las empresas. Por ejemplo, la asignación de recursos en la empresa se puede basar en las prioridades de atributos que más contribuyen a la resiliencia. La ponderación de atributos y objetivos es diferente para cada empresa pues se basa en las preferencias de las partes interesadas.

El desarrollo de un árbol de valores se puede realizar a través de un proceso iterativo de abajo hacia arriba o de arriba hacia abajo. El enfoque utilizado por los autores es de abajo hacia arriba. Por lo tanto, siguiendo este enfoque, lo primero que se define, son las medidas de rendimiento. Stolker et al. (2008) consideran que muchas estrategias diferentes pueden llevarse a cabo por las empresas para hacer frente a las disrupciones y puesto que su investigación tiene como objetivo desarrollar un enfoque aplicable a todas las organizaciones, la atención se centra en cómo las empresas gestionan los riesgos y las disrupciones. En consecuencia, su enfoque mide el rendimiento de la gestión de la resiliencia de una empresa y para ello, elaboran un listado con una serie de cuestiones relacionadas con la capacidad de resiliencia para cada medida de rendimiento.

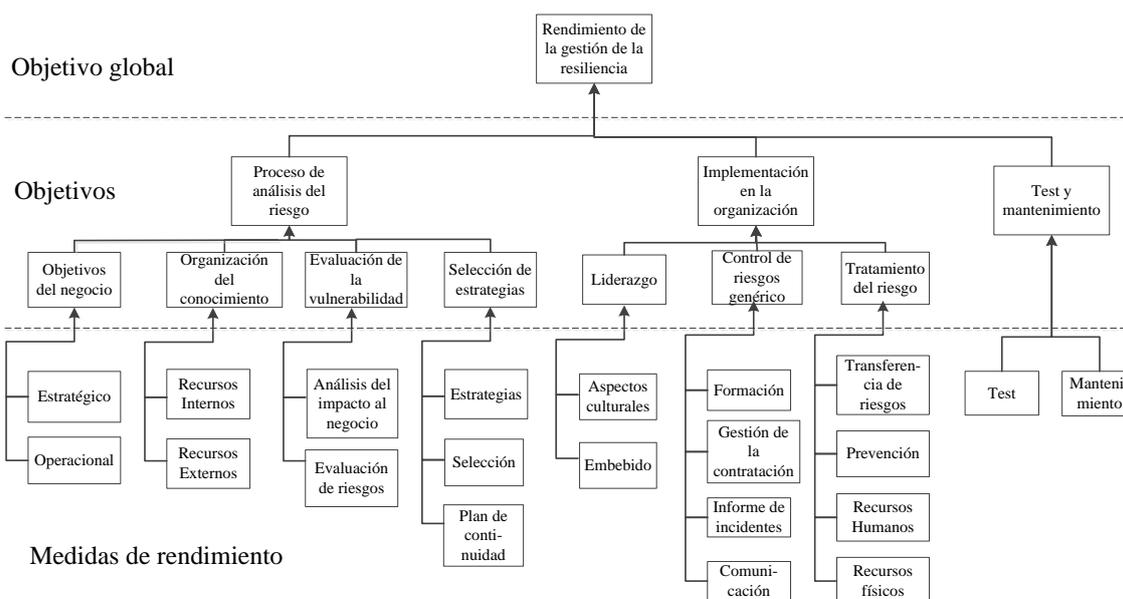


Figura 4.5. Árbol de valores de rendimiento de la gestión de la resiliencia.

En general, el objetivo es obtener una puntuación del rendimiento de la gestión de la resiliencia de la empresa. Las puntuaciones obtenidas en todas las medidas de rendimiento de la parte inferior del árbol de valores y los pesos asignados a los atributos y objetivos determinan la puntuación global de la resiliencia.

Cada objetivo de nivel más bajo se puede medir por una o más medidas de rendimiento. En total hay 21 medidas de rendimiento, que miden los ocho objetivos de nivel superior. Un ejemplo de la medida del rendimiento de la gestión de contrataciones, que está ligada al objetivo de "Control Genérico de Riesgo", es el que muestra la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Ejemplo de los elementos de la medida de rendimiento para la gestión de contrataciones.

¿Son los proveedores bien elegidos y monitorizados?
<input type="checkbox"/> ¿Los proveedores deben tener también un programa de continuidad del negocio?
<input type="checkbox"/> ¿Hay alguien en la organización responsable de controlar las circunstancias presentes y futuras de los proveedores y de su rendimiento?
<input type="checkbox"/> ¿La organización trata de evitar el uso de la externalización para los procesos críticos? Si la respuesta es no, ¿Hay medidas para prevenir fallos y interrupciones de los procesos externalizados?

La puntuación que se puede obtener es diferente para cada empresa. Esto depende de la asignación de pesos a los atributos/objetivos que se lleva a cabo dependiendo del interés o importancia de los mismos. La puntuación de cada medida de rendimiento puede ser obtenida en % a través del número total de elecciones, por ejemplo a las preguntas de la Tabla 4.4. Sin embargo, se pueden utilizar otras escalas para obtener una puntuación de las medidas de rendimiento.

Análisis Crítico

Una de las mayores limitaciones del enfoque propuesto por los autores es la independencia aditiva entre las medidas de rendimiento. Esto significa que no puede haber dependencia entre las medidas de rendimiento porque entonces los elementos se pueden medir dos veces. Sin embargo, que siempre exista independencia entre las medidas de rendimiento, es un hecho cuestionable. Los autores lo justifican explicando que pese a ser una limitación importante, en algunas ocasiones, su enfoque puede ser aplicado al mundo real y además afirman que su enfoque es un primer intento para descomponer y medir la capacidad de resiliencia, y que su objetivo es obtener una indicación de la capacidad de resiliencia. Sin embargo, las empresas actuales no precisan de indicaciones sino de perfiles de resiliencia completos que ayuden en su proceso de toma de decisiones para de esta forma, tomar las decisiones oportunas y ser más resilientes que sus competidores con el objetivo de garantizar su supervivencia. Se ha realizado una revisión bibliográfica exhaustiva para analizar investigaciones futuras de los autores y conocer cómo se ha hecho frente a la limitación de la independencia entre las medidas de rendimiento. Sin embargo, no se han encontrado evidencias de enfoques futuros más perfeccionados.

Por otra parte, el árbol de valores puede variar de una compañía a otra, y debería ser caracterizado según la especificidad, naturaleza y características de cada empresa. Por tanto, no engloba un enfoque general y global para ser aplicado directamente a cualquier empresa.

4.4.2.3 Herramienta de Gestión de la Resiliencia Empresarial en Cadenas de Suministro (Pettit, Fiksel y Croxton, 2010)

El marco conceptual de gestión de resiliencia de Pettit et al., (2010), descrito en la sección 4.4.1.3, trata de buscar el equilibrio entre los riesgos de las vulnerabilidades y las capacidades empresariales. Para ello, los autores crean la herramienta SCRAM™: “Evaluación y Gestión de la Resiliencia de la Cadena de Suministro” basándose en la taxonomía de la Tabla 4.5, que engloba tanto de las vulnerabilidades como de las capacidades.

Tabla 4.5. Resumen de los factores de vulnerabilidad y capacidades empresariales considerados en el marco conceptual de Pettit (2008)

Factores de vulnerabilidad	Definición
Turbulencia	Entorno caracterizado por cambios frecuentes en factores externos que se escapan del control de la empresa.
Amenazas deliberadas	Ataques intencionados que interrumpen las operaciones o causan daño humano o financiero.
Presiones externas	Influencias, que no tiene por qué tener un impacto directo sobre la empresa, sino que crean barreras o restricciones.
Recursos limitados	Restricciones en las “salidas” de la empresa debido a la disponibilidad de los factores de producción.
Sensibilidad	Importancia de las condiciones cuidadosamente controladas para la integridad de los productos y los procesos.
Conectividad	Grado de interdependencia y confianza entre las entidades de la cadena de suministro.
Disrupciones de proveedores / clientes	Susceptibilidad de proveedores y clientes a fuerzas externas o disrupciones.
Factores de capacidad	Definición
Flexibilidad en el aprovisionamiento	Habilidad para rápidamente cambiar las “entradas” o el modo en el que se reciben dichas entradas
Flexibilidad en la cumplimentación de pedidos	Posibilidad de cambiar rápidamente las “salidas” o el modo de obtención de productos.
Capacidad	Disponibilidad de activos que permitan unos niveles de producción sostenibles.
Eficiencia	Capacidad para generar productos con los mínimos recursos mínimos.
Visibilidad	Conocimiento del estado de los activos operativos y del entorno.
Adaptabilidad	Capacidad para modificar las operaciones en respuesta a desafíos u oportunidades.
Anticipación	Capacidad para discernir eventos o situaciones potenciales futuras.
Recuperación	Capacidad para volver al estado de funcionamiento normal rápidamente.
Dispersión	Distribución amplia o descentralización de los activos.
Colaboración	Habilidad para trabajar de manera efectiva con otras entidades para obtener beneficio mutuo.
Organización	Engloba las estructuras de recursos humanos, políticas, habilidades y cultura empresarial.
Posicionamiento mercado	Estado de una compañía o de sus productos en mercados específicos.
Seguridad	Defensa contra la intrusión o ataque deliberado.
Fortaleza financiera	Capacidad para absorber fluctuaciones en el flujo de caja.

La herramienta consta de un cuestionario con preguntas valoradas según la escala Likert de 1 a 5, que representa las respuestas de "totalmente en desacuerdo" a "totalmente de acuerdo".

Las respuestas para cada elemento se promedian para obtener las puntuaciones de los 7 factores de vulnerabilidad y de los 14 factores de capacidad. El análisis de los resultados del cuestionario

proporciona, lo que los autores denominan, vacíos de resiliencia, que se obtienen comparando los promedios del equilibrio entre la vulnerabilidad y las capacidades.

Pettit et al., (2010 y 2013) representan dichos vacíos de resiliencia según los colores de un semáforo (Figura 4.6) del siguiente modo:

- Vacío de resiliencia negativo. Significa que hay muy pocas capacidades para una cierta vulnerabilidad y ello da lugar a que la empresa esté expuesta al riesgo (mostrado en rojo).
- Vacío de resiliencia positivo. Significa que hay demasiadas capacidades para una cierta vulnerabilidad que resulta en recursos potencialmente desperdiciados (mostrado en amarillo).
- Conexiones balanceadas. En este caso existen las capacidades y vulnerabilidades están equilibradas, en otras palabras existe el mismo número de vulnerabilidades que de capacidades (mostrado en verde).

	Turbulencia	Amenazas deliberadas	Presiones externas	Límites de recursos	Sensibilidad	Conectividad	Disrupciones clientes / proveedores
Flexibilidad en el suministro	-26%			-10%		-7%	-18%
Flexibilidad la cumplimentación de pedidos	10%			-15%		-47%	-46%
Capacidad	18%			18%			
Eficiencia				-3%	5%		
Visibilidad	-36%					-10%	-29%
Adaptabilidad	-12%	-3%	-13%	-8%	-5%	14%	
Anticipación	15%	-21%		-12%		-14%	
Recuperación	-11%	-18%					-35%
Dispersión	-46%			-18%	-13%		-8%
Colaboración	-28%					-17%	-27%
Organización						-12%	
Posición en el mercado				39%		-10%	-8%
Seguridad		-38%					
Fortaleza financiera				29%		2%	-8%

	ROJO -Exposición al riesgo
	VERDE - Resiliencia balanceada
	AMARILLO - Erosión de beneficios

Figura 4.6. Representación de los vacíos de resiliencia (Pettit et al., 2013).

Análisis Crítico

El enfoque de Pettit et al. (2010) tan sólo tiene en cuenta 7 factores de vulnerabilidad, con lo cual el ámbito del estudio queda limitado. Como avance, en el capítulo 5, en la sección 5.2 se define el marco conceptual sobre el cual se asienta el desarrollo de la herramienta SATIER de la presente investigación, marco conceptual que incluye 71 eventos disruptivos como factores de vulnerabilidad de las empresas y 312 acciones preventivas, como capacidades de mejora de la anticipación a las vulnerabilidades. Además, la diferenciación entre factores de vulnerabilidad y eventos disruptivos, es el grado de intangibilidad de los mismos.

El concepto de factor de vulnerabilidad, es un concepto abstracto, y las empresas se enfrentan a cierta indeterminación, mientras que el término de evento disruptivo, presenta mayor concreción. La precisión de los elementos analizados facilitará a las empresas el proceso de recopilación de la información necesaria para el análisis de la capacidad de resiliencia así como su cumplimentación. Por ejemplo, las empresas presentan mayores dificultades cuando tienen que estimar cómo les afectaría un factor de vulnerabilidad como es por ejemplo una turbulencia que cuando tiene que estimar el impacto de un evento disruptivo concreto como por ejemplo, que se produjese un incendio.

La resiliencia es una capacidad que se ve afectada tanto por el dinamismo del entorno como por el propio de la empresa. Por ello, las herramientas deben poseer una estructura abierta que permite ser fácilmente actualizable en cualquier momento con la adición de nuevas vulnerabilidades y/o capacidades.

Por último, destacar que la herramienta propuesta por Pettit et al., (2013) proporciona recomendaciones para equilibrar la resiliencia, pero no proporciona rendimiento o predicciones financieras. Por ello, sería

interesante que la herramienta de análisis y mejora de la resiliencia empresarial basara su análisis en aspectos monetarios pues las empresas poseen recursos limitados.

4.4.2.4 Ampliación del Modelo de Resiliencia Relativa Total de McManus et al. (2007) (Lee, Vargo y Seville, 2013)

Lee et al. (2013) amplían el modelo de McManus et al. (2007), introduciendo un factor más aparte de la situación/nivel de conocimiento sobre resiliencia, la gestión de las vulnerabilidades clave de una organización y la capacidad adaptativa. El nuevo factor es el “ethos” de la resiliencia y definen dicho factor como la cultura de resiliencia que está embebida dentro de la organización en todos los niveles jerárquicos y disciplinas, en los que la organización es un sistema que gestiona su presencia como parte de una red, y donde los aspectos de resiliencia son consideraciones clave para todas las decisiones que se toman en la organización.

De la definición de *ethos* de resiliencia, los autores proponen dos indicadores: el compromiso con la resiliencia y la perspectiva de red. Además también amplían el modelo de McManus et al. (2007) mediante la inclusión de dos nuevos indicadores por cada factor del modelo. Por lo tanto, la ampliación supone la adición de 6 nuevos indicadores para los factores originales de McManus et al. (2007) y la definición de un nuevo factor con dos indicadores tal y como se detalla en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6. Ampliación de los indicadores propuestos en el enfoque de McManus et al. (2007)

Ethos de resiliencia	
Compromiso con la resiliencia	Creencia en la falibilidad de los conocimientos existentes, así como la capacidad de aprender de los errores en lugar de centrarse exclusivamente en la forma de evitarlos. Es evidente que, a través de la cultura empresarial, la formación es vital para hacer frente a las disrupciones.
Perspectiva en red	Cultura que reconoce las interdependencias organizativas y reconoce la importancia de la gestión de esas interdependencias para prevenir, mejorar o responder a las disrupciones. Es una cultura en la que los impulsores de la resiliencia están continuamente presentes en la organización.
Situación/nivel de conocimiento sobre resiliencia	
Supervisión y reporte de la situación interna y externa	Creación, gestión y seguimiento del personal y de los sensores mecánicos que identifican y caracterizan el entorno, tanto interno como externo, de la organización de forma continua. Reporte proactivo del conocimiento de toda la organización para identificar las señales de posibles disrupciones.
Toma de decisiones informadas	La medida en que la organización ve su entorno interno y externo de forma que obtienen información relevante para sus actividades y utiliza esa información para informar de las decisiones a todos los niveles de la organización con el objetivo de prevenir o responder a las crisis o emergencias de forma más eficiente.
Gestión de las vulnerabilidades clave	
Procesos robustos para la identificación y análisis de vulnerabilidades	Procesos integrados en el funcionamiento de la organización que identifican y analizan las vulnerabilidades emergentes e inherentes del entorno y que permitirán gestionar eficazmente las vulnerabilidades, para promover la resiliencia en toda la red.
Compromiso y participación del personal	Compromiso y participación del personal de la organización de manera que sean responsables, consecuentes y comprometidos con el desarrollo de la resiliencia de la organización a través de su trabajo, porque entienden las relaciones entre la capacidad de resiliencia de la organización y su éxito a largo plazo.
Capacidad adaptativa	
Innovación y creatividad	Un sistema organizacional, donde se fomenta y se recompensa la innovación y la creatividad, y donde la generación y evaluación de nuevas ideas es reconocida como clave para el rendimiento de la organización durante las disrupciones.
Toma de decisiones responsable	Estructura organizativa, formal o informal, que se desarrolla durante la respuesta ante una disrupción, donde el personal tiene la autoridad para tomar decisiones directamente relacionadas con su trabajo y que, cuando se requiere una autoridad superior, se puede acceder a ella de forma rápida y sin excesiva burocracia.

El resultado final del modelo ampliado de McManus et al. (2007) es muy similar al inicial, pues ofrece un perfil de resiliencia, donde la organización puede observar cuán resiliente es, e incluso comparar su perfil de resiliencia con otras organizaciones. Dicho modelo fue testeado en una muestra representativa de organizaciones (no solo empresas sino también organizaciones de otra índole como entidades dedicadas a proporcionar servicios, salud, ...) de la ciudad de Auckland (Nueva Zelanda).

Análisis Crítico

El presente análisis es muy similar al realizado a McManus et al. (2007). Del mismo modo que en el caso anterior, no se tiene en cuenta la capacidad de recuperación ante eventos disruptivos, con lo cual, ante la ocurrencia inminente de un evento disruptivo no se tienen ni elementos de evaluación ni guía acerca de las acciones llevar a cabo para minimizar los efectos de la disrupción y facilitar la fase de recuperación.

Finalmente, destacar que existen otros muchos autores que trabajan en el análisis de la resiliencia empresarial pero cuyas investigaciones están muy acotadas a un problema determinado. Por ejemplo es el caso de Heinecke, Migge, Kunz, Lamparter y Lepratti, (2012) que utilizan un modelo de simulación para analizar la criticidad de un evento, tratando de minimizar el nivel de inventario y el tiempo de entrega y maximizando la utilización de las máquinas y el nivel de servicio al cliente. Para modelar el sistema de producción se utiliza la herramienta de simulación de eventos discretos Matlab Simulink. El modelo se basa en un sistema productivo real de Siemens AG en Nuremberg, Alemania. Debido a que su enfoque trata de determinar la criticidad del evento, a las diferentes variables se les aplica un factor de priorización basado en la información disponible en la empresa. Pero es tan acotado su alcance debido a la especificidad del problema que no se ha considerado relevante su análisis detallado.

4.4.3 Metodologías relacionadas con la Resiliencia Empresarial

4.4.3.1 Metodología para la Evaluación y Mejora de la Resiliencia de las Organizaciones. (McManus, Seville, Brunson y Vargo, 2007)

McManus et al. (2007) detalla que el proceso de gestión de la resiliencia abarca los siguientes pasos:

- Paso 1: Construir entendimiento/conocimiento sobre aspectos resilientes. Para que la gestión de la resiliencia sea efectiva en una organización, se debe tener un claro entendimiento de todos los factores que contribuyen a mejorar la capacidad de resiliencia. Para ello, McManus (2007) utiliza las siguientes herramientas:
 - Entrevistas y cuestionarios: Mediante entrevistas y cuestionarios tanto del personal interno de una organización, como de las partes externas a la misma (clientes, proveedores), se obtiene información para analizar cuál es la situación inicial de la organización frente a su capacidad de resiliencia.
 - Escenarios de consecuencias: Esta técnica es utilizada por McManus et al. (2007) para analizar cómo de bien la organización entiende los diferentes tipos de disrupciones a la que está expuesta y los impactos potenciales que dichas perturbaciones pueden tener sobre la organización.
- Paso 2: Selección de los componentes organizacionales esenciales. Son aquellos elementos críticos para el funcionamiento de las operaciones y funciones de una organización. La técnica utilizada para describir dichos componentes es mediante modelado, tanto desde una perspectiva interna como externa, incluyendo la identificación de responsables de dichos elementos.
- Paso 3: Autoevaluación de la vulnerabilidad. La organización evalúa cada uno de los componentes esenciales seleccionados en el paso 2, teniendo en cuenta los siguientes factores:
 - Criticidad. Para evaluar la criticidad, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo de importante es un componente particular en la habilidad de la organización para responder y recuperarse ante una perturbación?
 - El proceso de evaluación de la criticidad se aplica desde dos enfoques: respuesta y recuperación. La fase de respuesta empieza durante o inmediatamente después de la disrupción, mientras que una organización se mueve hasta la recuperación, cuando empieza a pensar en retornar a las condiciones usuales y normales pre-perturbación.
 - Preparación. La pregunta a responder para evaluar la preparación sería: ¿Qué nivel de planificación o redundancia existe para permitir una respuesta y recuperación adecuada si un componente determinado no es funcional?

- Por ejemplo, en el caso de una interrupción en el servicio de electricidad, una organización puede tener un alto nivel de preparación si la organización posee un generador. Sin embargo, en el caso de una organización sin generador, su nivel de planificación sería es baja.
 - Susceptibilidad. La evaluación de la susceptibilidad fomenta a una organización a aislar los impactos potenciales de disrupciones específicas. Para cada componente, la pregunta sería: ¿cómo de severo es el impacto en el rendimiento de un componente de encontrarse en una situación particular de disrupción?
- Paso 4: Priorización de las vulnerabilidades claves. La información obtenida mediante la evaluación del paso 3 se utiliza para el desarrollo de matrices de vulnerabilidad que permiten a la organización poder visualizar los componentes que presentan un mayor potencial de perturbación. Las matrices de vulnerabilidad evalúan los tres factores (criticidad, preparación y susceptibilidad) de perturbaciones específicas. Una vez analizada la matriz de vulnerabilidad, se priorizan aquellas vulnerabilidades claves.
- Paso 5: Mejora de la capacidad adaptativa. La técnica que se utiliza es el simulacro de desastres y ejercicios de preparación ante dichos desastres. De esta forma, las empresas pueden hacer diferentes *tests* para poner a prueba su disposición ante disrupciones, sus habilidades de liderazgo, toma de decisiones y habilidades de comunicación y de gestión de los recursos en los plazos establecidos y de forma eficiente. McManus et al. (2007) define diferentes fases para desarrollar el objetivo del paso 5. Se selecciona a un grupo/s participante/s y se presenta un escenario en el cual la organización ha sido sometida a una disrupción. A partir de ahí, al grupo se le va guiando para ir desarrollando una serie de actividades: respuesta ante la disrupción, análisis desde una perspectiva externa, descanso y revisión por parte de los facilitadores del proceso, definición de la recuperación ante la disrupción y descripción de los planes de reflexión y acción.

Análisis Crítico

La metodología de McManus et al. (2007) tiene en cuenta tres factores, pero no considera la capacidad de recuperación ante eventos disruptivos, ni en su enfoque de análisis ni en su propuesta metodológica, con lo cual, ante la ocurrencia inminente de un evento disruptivo no se tienen elementos de evaluación ni de guía para orientar a la empresa acerca de qué acciones llevar a cabo para minimizar los efectos de la disrupción y facilitar la fase de recuperación.

Por otra parte, en la propuesta metodológica, más particularmente en la mejora de la capacidad adaptativa, la técnica que se utiliza es el simulacro de desastres y ejercicios de preparación ante dichos desastres. Dicha técnica requiere la participación de expertos ajenos a la organización como facilitadores de todo el proceso, con lo cual se priva de autonomía a las empresas, para ser ellas mismas, con sus recursos, las precursoras del análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

4.4.3.2 Metodología para Mejorar la Resiliencia en Cadenas de Suministro mediante la Técnica del Mapeado del Flujo de Valor (Barroso, Machado y Machado, 2011).

Barroso et al., (2011) propone una metodología para mejorar la resiliencia en cadenas de suministro de forma proactiva y para ello utiliza la técnica del mapeado del flujo de valor. Dicha metodología está diseñada para su aplicación en cadenas de suministro aunque podría ser aplicada a una empresa específica teniendo en cuenta los factores de disrupción de la cadena de suministro a la que pertenece.

Los autores se basan en que la resiliencia de una cadena de suministro frente a una disrupción se puede lograr mediante el rediseño de la cadena de suministro, lo que a su vez, se puede hacer, mediante su mapeado. Desarrollan un mapa de la cadena de suministro en su estado actual de forma que obtengan una visión global de la cadena de suministro y se identifiquen las áreas problemáticas. Tras la identificación de los eventos disruptivos potenciales que pueden producir cambios en el funcionamiento normal de la cadena de suministro, es necesario rediseñar la cadena (a través de la adopción de políticas proactivas y / o reactivas), desarrollando un nuevo mapa por cada evento disruptivo identificado. La metodología consta de seis fases:

1. Mapeado del estado actual de la cadena de suministro. El mapeado ofrece una visión transparente y global de todas las entidades y procesos que conforman la cadena de suministro, para poder ser descritos y visualizados. El mapeado de la cadena de suministro se desarrolla de forma gráfica mediante diagramas. La información más importante para cada entidad debe ser capturada, como los flujos de productos y materiales, costes y precios, cantidades, tiempos de entrega y reposición, si existe o no una sola fuente de abastecimiento o si es un cliente clave o no.

2. Identificación de una disrupción potencial en la cadena de suministro. Esta fase se centra principalmente en la identificación de disrupciones potenciales que se pueden producir en la cadena de suministro en un futuro próximo, considerando aquellas que tengan una mayor probabilidad de ocurrencia y un mayor impacto negativo sobre la cadena de suministro.
3. Mapeado de la cadena de suministro considerando el impacto de la disrupción potencial identificada en la fase 2. Se formula un mapa del estado futuro de la cadena de suministro, partiendo del análisis del mapa actual (realizado en la fase 1) y teniendo en cuenta la disrupción (identificada en la fase 2). Mediante el mapa desarrollado en la fase 3, es posible visualizar los efectos negativos de la disrupción en el rendimiento de la cadena de suministro y verificar si la cadena de suministro es resiliente frente a dicha disrupción. Si la cadena de suministro no es resiliente ante la disrupción, es necesario proceder a la fase 4 para seleccionar las acciones que permitan dotarla de resiliencia.
4. Identificación del conjunto de políticas reactivas y/o proactivas para mitigar los problemas de gestión de la cadena de suministro causados por la disrupción de la fase 2. La cuarta fase permite, como primer paso, decidir qué tipo de políticas de mitigación adoptar, y como paso posterior, elegir las políticas a implementar para conferir a la cadena de suministro, la resiliencia suficiente para hacer frente a la disrupción identificada (fase 2).
5. Para cada política de mitigación, se precisa el mapeado de la cadena de suministro considerando el impacto negativo de la disrupción potencial identificada en la fase 2. En la quinta fase, partiendo de las diferentes políticas de mitigación seleccionadas en la fase anterior, se desarrollan mapas que muestran los diferentes escenarios. Esto permite investigar los diferentes escenarios dependiendo de la elección de las diferentes políticas de mitigación de forma que se pueda analizar qué políticas influyen más en la mejora de la capacidad de resiliencia ante la disrupción identificada.
6. Informe sobre la medida del rendimiento de todos los escenarios de modelado de la cadena de suministro. Por último, en la sexta fase de la metodología, se desarrolla un informe para cada escenario con las medidas de rendimiento. Este informe permite realizar un análisis comparativo de los diversos escenarios, para poder seleccionar el más adecuado, teniendo en cuenta algunos parámetros como clientes finales (nivel de servicio y tiempo de entrega), costes (costes asociados con la adopción / implementación de las políticas de mitigación), etc.

Análisis Crítico

La metodología de Barroso et al. (2011) engloba el análisis y mejora de la resiliencia empresarial en cadenas de suministro. No obstante, es completamente aplicable a empresas.

La metodología está focalizada en la parte más operativa de la resiliencia, y se centra primordialmente en la técnica de mapeado y obvia otras fases de gran interés para que un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia sea exitoso. Se precisa de una metodología que guíe a las empresas desde el inicio de un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, y no tan solo en las fases de uso de la técnica utilizada para analizar la resiliencia. Además, los autores afirman que hay que mapear la cadena de suministro en su estado actual y futuro para determinar el rendimiento en ambos escenarios, lo cual puede llegar a resultar tedioso pues la técnica de mapeo, aunque es sencilla, requiere de mucho tiempo para su desarrollo y de una gran cantidad de recursos. Además, se debe especificar cuál es el nivel de detalle de los mapas, pues se corre el riesgo de desarrollar mapas muy detallados, pero que sean completamente ininteligibles y que por tanto no ofrezcan ningún tipo de información valiosa para el análisis del rendimiento. Además, el mapeo se debe hacer del estado actual y futuro para cada evento disruptivo que la empresa desea analizar, con lo cual, aparte de que la técnica de mapeo es laboriosa por sí misma, la metodología se vuelve ardua con el mapeo de cada uno de los eventos disruptivos sobre los cuales la empresa está interesada.

Asimismo, si resiliencia es medida como una evaluación de su estado actual y futuro, al ser una capacidad dinámica con propiedades emergentes, la metodología debe estar preparada para que fácilmente y de manera periódica, la información sobre resiliencia sea actualizada, pues, de manera habitual, la información deberá ser representada de nuevo.

La metodología no presenta orientación alguna acerca de cuáles son los medibles de rendimiento para posteriormente analizar el estado actual y futuro.

Finalmente, fases como la 2 y 4, con la identificación de una disrupción potencial en la cadena de suministro y del conjunto de políticas reactivas y/o proactivas para mitigar los problemas identificados en la fase 2, advierten de qué se deben adoptar medidas pero no ofrecen los medios adecuados, ni siquiera los identifican, para cumplir con éxito los propósitos de dichas fases.

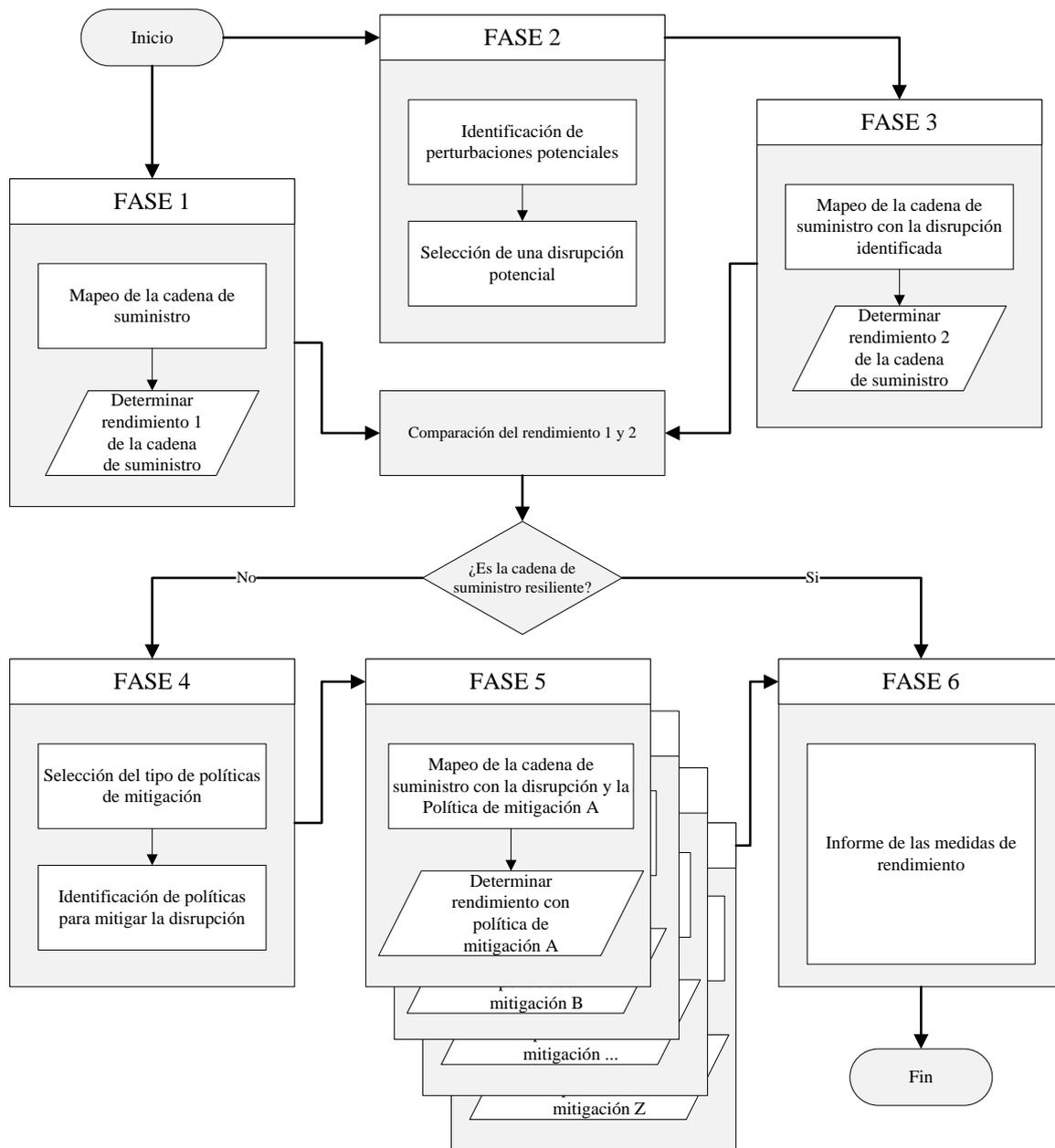


Figura 4.7. Resumen de la metodología de Barroso et al. (2011).

4.4.3.3 Proceso de Implementación para Asegurar la Resiliencia de la Cadena de Suministro (Pettit, Croxton, Fiksel, 2013).

Los autores proponen un proceso de implementación, basado en el desarrollo de su herramienta SCRAM_{TM}, para el análisis de la resiliencia empresarial. El proceso de implementación se divide en 6 pasos:

1. Definición del alcance: El primer paso en el proceso de evaluación dirigido a través de la herramienta SCRAM_{TM} es definir el alcance del estudio. La razón para evaluar una unidad de negocio puede incluir aspectos tales como patrones de demanda turbulentos o impredecibles, cambios inesperados en los proveedores o en la base de suministro en general, aspectos cambiantes del entorno, entre otros. Los resultados son mejores si una línea o una familia de productos es evaluada por separado. Los productos incluidos en el ámbito de evaluación deben tener niveles similares de complejidad, patrones de demanda y una base estable de proveedores / consumidores.

2. Selección de participantes. Para el análisis de la resiliencia se requiere de gran cantidad de información, particularmente desde la perspectiva de las operaciones de una empresa. Por ello, los participantes deben ser seleccionados de múltiples áreas funcionales de la empresa para abarcar el alcance de las operaciones

y proporcionar una visión completa del estado de resiliencia. Proporcionando información desde múltiples unidades funcionales, una empresa es capaz de identificar debilidades y fortalezas particulares y la relación entre estas funciones. A continuación, se muestra un resumen genérico de las principales funciones a considerar para la selección de participantes: investigación y desarrollo, marketing, ventas, aprovisionamiento, sistemas de información, gestión de riesgos, planificación y programación, producción, logística, planificación financiera y contabilidad, y control de calidad. Para el estudio también se requiere la representación de participantes desde múltiples niveles dentro de la organización: altos directivos con una perspectiva amplia y estratégica, así como personal operativo con un enfoque más táctico. Los autores advierten que es necesaria la participación de al menos dos personas por cada área funcional. El equipo que participe en el estudio debe ser al menos de 20 personas, pero puede ser tan mayor para abarcar el alcance de los objetivos.

3. Evaluación. La evaluación de SCRAM_{TM} está disponible como una encuesta segura en línea que tomará aproximadamente unos 30 minutos por persona para completar el estudio. La encuesta consta de tres partes: Parte I-Vulnerabilidades: las respuestas están en el formato de "Totalmente en desacuerdo" a "Totalmente de acuerdo" con cada declaración presentada. También existe la alternativa de poder elegir "No sabe/no contesta" si no están expuestos a esa parte particular del negocio. Parte II-Capacidades: esta sección evalúa cada una de las 16 capacidades en el mismo formato que la sección anterior. Parte III-Importancia: SCRAM_{TM} aborda la importancia relativa de cada vulnerabilidad y capacidad. Se les pide a los participantes que califiquen cada factor de "Importancia Menor" a "Crítico".

4. Análisis: Después de que todos los participantes hayan completado el paso anterior, se realizan los cálculos de las puntuaciones obtenidas y se identifican los vacíos de resiliencia. Se precisa de una sesión de validación donde el equipo de SCRAM_{TM} discute los resultados antes de continuar. Esta sesión debe revisar:

- Ranking de vulnerabilidades
 - Identificación de las mayores amenazas relativas a la cadena de suministro.
 - Presentación de los componentes más significativos para cada factor de vulnerabilidad.
 - Resultado: Proporciona información sobre las áreas más vulnerables.
- Ranking de capacidades
 - Identificación de las fortalezas y debilidades relativas a la cadena de suministro.
 - Presentación de los componentes más fuertes y más débiles a cada factor de capacidad.
 - Resultado: Proporciona información acerca de áreas que poseen sobreinversiones y áreas que precisan ser gestionadas para ser reforzadas.
- Priorización de factores
 - Vulnerabilidades: comparación de la puntuación relativa del factor con la puntuación de importancia, mediante un gráfico visual 2x2 que muestra las amenazas potenciales que se consideran más importantes para la cadena de suministro.
 - Capacidades: una comparación similar resalta las capacidades según su nivel de importancia.
 - Resultado: Refuerza aquellas capacidades fuertes que son importantes para la empresa, destaca las áreas vulnerables que son críticas para las operaciones de la empresa debido a que posee capacidades débiles.

- Vacíos de Resiliencia

A través de las conexiones potenciales entre una vulnerabilidad específica y una capacidad específica, se identifican los vacíos de resiliencia. Los vacíos de resiliencia existen cuando hay un desequilibrio entre la vulnerabilidad y la capacidad conectada. Para realizar una representación más visual, los vacíos de resiliencia se presentan de forma gráfica a través de los colores de un semáforo (Figura 4.6): (i) Vacío de resiliencia negativo – rojo, (ii) Vacío de resiliencia positivo – amarillo y (iii) conexiones balanceadas – verde.

5. Validación del caso de negocio. SCRAM_{TM} proporciona recomendaciones para equilibrar la resiliencia, por lo tanto, es necesario realizar un análisis de casos de negocio para cada iniciativa de resiliencia específica. Para ello deben emplearse modelos estándares; sin embargo, debido a la dinámica inherente de las operaciones, los autores señalan que el mejor método para evaluar múltiples escenarios y una variedad

de condiciones. Es a través de la simulación AS IS de modelos de operaciones variando diferentes aspectos relacionados con la mejora de la resiliencia.

6. Mantener la resiliencia equilibrada. Las organizaciones y los mercados son inherentemente dinámicos, por lo tanto, la reevaluación periódica es imprescindible. Los autores indican que el estudio de resiliencia con este enfoque debería de realizarse al menos una vez cada 6 meses o a lo sumo, una vez al año. Otra recomendación es promocionar y fomentar que los proveedores o incluso clientes de la empresa analicen sus vacíos de resiliencia a través de la herramienta SCRAM_{TM} para equilibrar realmente la cadena de suministro.

Análisis Crítico

Tal y como se describe en el título de la sección 4.4.3.3, la propuesta de Pettit et al., (2013) no es una metodología en sí, sino que representa una breve descripción de los pasos a seguir para poder identificar los vacíos de resiliencia a través de herramienta SCRAM_{TM}. Por lo tanto, la mayor limitación que presenta es que tan sólo es aplicable cuando la herramienta SCRAM_{TM} es utilizada. Podría haber sido una metodología en la que pese a utilizar dicha herramienta para la evaluación de la resiliencia empresarial, se realizase una descripción más universal de las fases y etapas a seguir para emprender un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Sin embargo, los autores han descrito su propio proceso de implementación sin englobar un enfoque completo.

Por otra parte, respecto al paso 2 de selección de participantes, que podría ser aplicado a cualquier metodología, pues se presume que cualquier proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, precisará de un grupo de personas de la empresa que participen en dicho estudio, da la impresión que se centra fundamentalmente en describir el número de participantes que deben estar involucradas en el estudio y de qué áreas, más que en fomentar el entendimiento de que lo realmente importante es proporcionar información a la herramienta SCRAM_{TM} lo más fidedigna y veraz posible.

Respecto al alcance, la herramienta da la posibilidad de realizar el estudio tan sólo en aquellas áreas en las cuales la empresa tenga interés. Sin embargo, los autores afirman que los resultados del estudio son mejores en el caso de que una sola familia de productos es evaluada por separado, con lo cual en el caso en que la empresa deseara obtener información de diferentes familias de productos, se da por supuesto que los resultados ofrecidos no serán tan buenos como en el caso de un análisis aislado por cada línea de producto, con lo cual es una limitación de la herramienta pero también de la metodología pues se acota de manera importante el estudio. Además, también se afirma que los productos incluidos en el ámbito de evaluación deben tener niveles similares de complejidad, patrones de demanda y una base estable de proveedores / consumidores, con lo cual los autores presumen que tanto el entorno como la empresa son estáticas, lo cual es una presunción inválida ya que la gran complejidad en el análisis de la resiliencia empresarial es su gran dinamismo.

4.5 Identificación de Limitaciones y Definición de las Necesidades de Investigación

A pesar de la importancia de analizar y mejorar la resiliencia empresarial, para garantizar la continuidad de los negocios en este contexto global y dinámico, pocos son los enfoques en la literatura dirigidos a la mejora de la capacidad de resiliencia de las empresas y además los enfoques existentes presentan ciertas limitaciones. Tan sólo existe una contribución (la de Pettit et al., 2008, 2010 y 2013) que proporciona un enfoque que integra una solución completa (marco conceptual, herramienta y metodología) de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. En base a la revisión bibliográfica desarrollada en este capítulo, la Tabla 4.7 muestra un resumen de las principales limitaciones en el área de la gestión de la resiliencia y las necesidades de investigación como indicación acerca de hacia dónde se debe dirigir la investigación en resiliencia empresarial, necesidades sobre las cuales, la presente investigación, tratará de dar respuesta. También cabe mencionar que cuanto más conceptuales son los enfoques, mayores limitaciones e inconvenientes presentan debido a la poca concreción en la descripción de cómo analizar y mejorar la resiliencia empresarial.

Tabla 4.7. Limitaciones de los enfoques actuales y necesidades de investigación para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

Enfoque	Limitación (L)	Necesidad de Investigación (NI)
Enfoque conceptual	L.W.1. Alertar a la alta dirección sobre la necesidad de ser resiliente.	NI1. Enfoque que fomente la importancia estratégica de la capacidad de resiliencia.
	L.W.2. Necesidad de herramientas de visualización de los efectos secundarios de las decisiones en cuanto a disrupciones.	
	L.P. 3. La información de salida no ofrece detalles de qué debe hacer la empresa para mejorar su capacidad de resiliencia. Ofrece información acerca de qué capacidad mejorar pero no qué acciones implementar para mejorar dicha capacidad.	NI2. Enfoque que proporcione una solución óptima acerca de cuáles son las mejores acciones a implementar para mejorar la resiliencia empresarial.
	L.W.4. Una vez tomadas ciertas decisiones acerca de cómo la empresa debe enfrentarse a una disrupción se precisan de herramientas de retroalimentación.	NI3. Enfoque de análisis de la resiliencia empresarial autónomo y sencillo. Autónomo, para que pueda ser implementado por la propia empresa sin necesidad de agentes externos y sencillo, para que el análisis pueda ser realizado periódicamente.
	L.W.5. Se precisan de herramientas que recopilen información acerca de las señales de disrupciones potenciales.	NI4. Enfoque que fomente el almacenamiento del conocimiento tanto de la situación adversa como de los procedimientos a ejecutar para volver al estado normal de operación.
	L.W.6. Se deben proporcionar a las empresas los medios para rastrear las fuentes de resiliencia.	NI5. Enfoque abierto y actualizado que permita analizar de forma permanente las disrupciones del entorno.
	L.D.7. Definición de indicadores basados en la misión de la empresa de forma que cada empresa tienen diferentes medibles.	NI6. Generalidad del enfoque para poder ser aplicado a cualquier tipo de empresa, de cualquier tamaño, sector, etc.
Herramienta	L.S.8. Asunción que las medidas de rendimiento son independientes entre sí.	NI7. Enfoque que considere la igualdad entre medidas o acciones que se vayan a tomar a cabo para la mejora de la resiliencia empresarial.
Enfoque conceptual Herramienta	L.P.9. El ámbito del análisis es limitado por la definición de un número acotado de factores de vulnerabilidad.	NI8. Enfoque que ofrezca gran cantidad de disrupciones que afecten a la empresa y que también posea una estructura abierta para que pueda ser actualizado de forma constante con la inclusión de nuevas fuentes y/o eventos disruptivos a través de las propias necesidades y requerimientos del mundo empresarial.
	L.P.10. Intangibilidad de la información requerida para el análisis de la resiliencia lo que supone mayor dificultad a las empresas a la hora de facilitar la información de entrada necesaria para el desarrollo del análisis	NI9. Enfoque cuya información de entrada se caracterice por ser concisa y concreta.

Tabla 4.7. Limitaciones de los enfoques actuales y necesidades de investigación para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial (Cont.)

Enfoque	Limitación (L)	Necesidad de Investigación (NI)
Metodología	L.M.11. Participación de expertos ajenos en el análisis y mejora de la resiliencia empresarial.	NI10. Se requiere de una metodología autónoma que no necesite de recursos expertos ni especialistas para poder llevar a cabo el análisis y mejora de la resiliencia empresarial
	L.B.12. Metodología centrada en la parte más operativa del análisis de la resiliencia.	NI11. Se precisa de una metodología global que guíe a las empresas desde el inicio de un proyecto de esta envergadura por todas sus fases y etapas.
	L.B.13. Desarrollo de un mapa por cada evento disruptivo que se desee analizar con lo cual las actividades de mapeo resultan muy laboriosas.	NI12. Se requiere de un enfoque sencillo pero a la vez potente en el cual la información de entrada para el análisis de la resiliencia empresarial, aunque sea cuantiosa, no suponga un gran esfuerzo ni una gran cantidad de recursos para la empresa
	L.B.14. Metodología estática que no fomenta la actualización de una capacidad en constante cambio, como es la resiliencia empresarial.	NI13. Se requiere de una metodología flexible que permita ser actualizada para obtener una propuesta metodológica en evolución, tal y como es la resiliencia empresarial. Y para ello que posea de una fase de mejora e innovación continua para que se fomente una constante actualización.
	L.P.15. Metodología centrada en la utilización de una herramienta de medición de la resiliencia empresarial específica	NI14. Se precisa de herramientas y metodologías caracterizadas por la propiedad de generalidad para, de esta forma, poder ser aplicado a cualquier tipo de empresa, de cualquier tamaño, sector, etc.
Herramienta Metodología	L.M.16. Definición de indicadores identificados a través de investigaciones que se limitan a las organizaciones de los casos de estudio.	
	L.M.-L. 17. No hay consideración de la capacidad de recuperación ante eventos disruptivos como una de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial.	NI15. Se requiere de herramientas y metodologías, que en su fase de análisis, considere la capacidad de recuperación pues es una de las capacidades fundamentales de la resiliencia empresarial desde la perspectiva reactiva.
	L.P.18 Análisis acotado y delimitado, pues de lo contrario los resultados no son tan satisfactorios	NI16. Se requiere de metodologías y herramientas que mediante los cuales se obtengan resultados óptimos, sea cual sea el alcance del estudio.

W, P, D, S, M, Bx: Iniciales de los autores de los enfoques analizados (Woods, Pettit, Dalziel, Stolker, McManus o Barroso), siendo x, el número de la limitación.

La disciplina de la resiliencia empresarial es una nueva área de gestión, sin embargo, basa parte de su gestión, en enfoques tradicionales de disciplinas afines como la gestión de riesgos. Es por ello, que la gestión de la resiliencia empresarial precisa de un enfoque innovador a la vez que tradicional para hacer frente a los nuevos requerimientos de las empresas que operan en un entorno cada vez más globalizado y complejo. En la presente investigación, se proporciona un enfoque integrador que engloba un marco conceptual, una herramienta de mejora de la resiliencia empresarial complementada por una propuesta metodológica que guía a las empresas en el análisis y mejora de su capacidad resiliente.

En el capítulo 1 se definían las diferentes cuestiones de investigación y en la presente sección se han identificado las limitaciones de los enfoques actuales junto con las necesidades de investigación para guiar a las líneas de investigación hacia la dirección adecuada.

4.6 Conclusiones

Tras la revisión bibliográfica del capítulo 3 se concluyó que el concepto de resiliencia empresarial era un concepto incipiente y que el área de resiliencia aplicada al mundo empresarial es considerada como una nueva área de gestión, con lo cual, los intentos de investigación para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial son también muy iniciales.

Existen numerosos enfoques que tratan la gestión de la resiliencia en otras áreas, pero son pocas las evidencias definidas y aplicadas al mundo empresarial e industrial. En el presente capítulo, se han analizado otras aproximaciones que tratan la resiliencia desde el punto de vista sistémico, infraestructuras, redes y para hacer frente ante desastres naturales. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos, la especificidad de estas aproximaciones, hace que su aplicación quede muy limitada al mundo empresarial.

La revisión bibliográfica dirigida hacia la capacidad de resiliencia en empresas ha desvelado que existen tres tipos de investigaciones, aquellas centradas en contribuir de forma conceptual a esta nueva área mediante enfoques conceptuales que tratan de asentar una base científica teórica. Basándose en dichos enfoques, algunos autores definen indicadores y medibles, incluso algunas herramientas como mecanismos de análisis para poder analizar la capacidad de resiliencia de las empresas. Siguiendo esta tendencia, algunas metodologías lincadas con los enfoques conceptuales y de análisis son propuestas. Sin embargo, las soluciones analizadas presentan limitaciones que son examinadas a través de un análisis crítico. La identificación de dichas limitaciones, sirve a su vez, para la definición de necesidades futuras acerca de hacia dónde se debe dirigir la investigación en resiliencia empresarial. Los capítulos 5 y 6 de la presente investigación tratan de dar respuesta a las necesidades de investigación para vencer las limitaciones de las investigaciones actuales analizadas en este capítulo.

4.7 Referencias

- Allen, J. H., & Davis, N. (2010). Measuring Operational Resilience Using the CERT Resilience Management Model.
- Attoh-Okine, N. O., Cooper, A. T., & Mensah, S. A. (2009). Formulation of resilience index of urban infrastructure using belief functions. *IEEE Systems Journal*, 3(2), 147-153.
- Ayyub, B. M. (2014). Systems resilience for multihazard environments: Definition, metrics, and valuation for decision making. *Risk Analysis*, 34(2), 340-355.
- Barroso, A. P., Machado, V. C., & Machado, V. H. (2011). Supply chain resilience using the mapping approach. In P. Li (Eds.), *Supply Chain Management* (pp. 162-184). INTECH Open Access Publisher.
- Bruneau, M., & Reinhorn, A. (2007). Exploring the concept of seismic resilience for acute care facilities. *Earthquake Spectra*, 23(1), 41-62.
- Craighead, C. W., Blackhurst, J., Rungtusanatham, M. J., & Handfield, R. B. (2007). The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities. *Decision Sciences*, 38(1), 131-156.
- Dalziell, E. P., & McManus, S. T. (2004). Resilience, vulnerability, and adaptive capacity: implications for system performance. International Forum for Engineering Decision Making (IFED). Christchurch: University of Canterbury.
- Falasca, M., Zobel, C. W., & Cook, D. (2008, May). A decision support framework to assess supply chain resilience. In *Proceedings of the 5th International ISCRAM Conference* (pp. 596-605).

- Garbin, D. A., & Shortle, J. F. (2007). Measuring resilience in network-based infrastructures. *Critical Thinking: Moving from infrastructure protection to infrastructure resilience*.
- Gilbert, S. W. (2010). Disaster resilience: A guide to the literature. *NIST special publication, 1117*.
- Grabowski, M., Ayyalasomayajula, P., Merrick, J., Harrald, J. R., & Roberts, K. (2007). Leading indicators of safety in virtual organizations. *Safety Science, 45* (10), 1013-1043.
- Grant, R. M. (1991). *The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation* (pp. 114-135). California Management Review, University of California
- Heinecke, G., Migge, B., Kunz, A., Lamparter, S., & Lepratti, R. (2012). Measuring the performance-related effect of supply chain events on manufacturing operations. In *P&OM World Conference*.
- Herrera, I. A., & Hovden, J. (2008, October). Leading indicators applied to maintenance in the framework of resilience engineering: a conceptual approach. In *Paper presented at The 3rd Resilience Engineering Symposium* (Vol. 28, p. 30).
- Kjellén, U. (2000). *Prevention of accidents through experience feedback*. CRC Press.
- Laakso, K., Holmberg, J., Lehtinen, E., & Johansson, G. (1994). *Safety evaluation by living probabilistic safety assessment and safety indicators* (No. NEI-DK--2375). Nordisk Ministerraad.
- Labaka, L., Hernantes, J., Comes, T., & Sarriegi, J. M. (2014). Defining Policies to Improve Critical Infrastructure Resilience. In *Proceedings of the 11th International ISCRAM Conference*.
- Labaka, L., Hernantes, J., & Sarriegi, J. M. (2015). Resilience framework for critical infrastructures: An empirical study in a nuclear plant. *Reliability Engineering & System Safety, 141*, 92-105.
- Lee, A. V. (2010). Benchmarking the resilience of organisations. (Doctoral dissertation, University of Canterbury).
- Lee, A. V., Vargo, J., & Seville, E. (2013). Developing a tool to measure and compare organizations' resilience. *Natural hazards review, 14*(1), 29-41.
- McManus, S., Seville, E., Brunson, D., & Vargo, J. (2007). *Resilience management: a framework for assessing and improving the resilience of organisations*. Resilient organisations research report.
- Miles, S. B., & Chang, S. E. (2003). Urban disaster recovery: A framework and simulation model. Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER) of the State University of New York at Buffalo, 2003.
- Omer, M., Nilchiani, R., & Mostashari, A. (2009, March). Measuring the resilience of the global internet infrastructure system. In *Systems Conference, 2009 3rd Annual IEEE* (pp. 156-162). IEEE.
- Park, R. E., Goethert, W. B., & Florac, W. A. (1996). *Goal-Driven Software Measurement. A Guidebook* (No. CMU/SEI-96-HB-002). Carnegie-Mellon Univ Pittsburgh Pa Software Engineering Inst.
- Pettit, T. J. (2008). *Supply chain resilience: development of a conceptual framework, an assessment tool and an implementation process* (Doctoral dissertation, The Ohio State University).
- Pettit, T. J., Fiksel, J., & Croxton, K. L. (2010). Ensuring supply chain resilience: Development of a conceptual framework. *Journal of Business Logistics, 31*(1), 1-21.
- Pettit, T. J., Croxton, K. L., & Fiksel, J. (2013). Ensuring supply chain resilience: development and implementation of an assessment tool. *Journal of Business Logistics, 34*(1), 46-76.
- Rose, A., & Liao, S. Y. (2005). Modeling regional economic resilience to disasters: a computable general equilibrium analysis of water service disruptions. *Journal of Regional Science, 45*(1), 75-112.
- Salguero, A. (2001). *Indicadores de Gestión y Cuadro de Mando*. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.
- Sandia National Laboratories (2010). A Resilience Assessment Framework for Infrastructure Systems. Retrieved from http://www.sandia.gov/CasosEngineering/resilience_assess_framework.html
- Stolker, R. J. M., Karydas, D. M., & Rouvroye, J. L. (2008, October). A comprehensive approach to assess operational resilience. In *Proceedings of the third resilience engineering symposium* (No. 2005, pp. 247-253).

Tierney, K., & Bruneau, M. (2007). Conceptualizing and measuring resilience: A key to disaster loss reduction. *TR news*, (250).

Vugrin, E. D., Warren, D. E., & Ehlen, M. A. (2011). A resilience assessment framework for infrastructure and economic systems: Quantitative and qualitative resilience analysis of petrochemical supply chains to a hurricane. *Process Safety Progress*, 30(3), 280-290.

Wang, J. W., Gao, F., & Ip, W. H. (2010). Measurement of resilience and its application to enterprise information systems. *Enterprise Information Systems*, 4(2), 215-223.

Woods, D., & Wreathall, J. (2003). *Managing risk proactively: the emergence of resilience engineering*. Columbus: Ohio University.

PARTE III. PROPUESTA

Capítulo 5. Herramienta para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial

La herramienta SATIER (Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience) – Herramienta de Autoevaluación para la Mejora de la Resiliencia Empresarial es una herramienta que aborda el estudio de la capacidad de resiliencia desde sus dos ejes principales: (i) la capacidad de preparación; partiendo de la idea de “más vale prevenir que curar” y (ii) la capacidad de recuperación; considerando la gestión del conocimiento como un área vital en el estudio de la resiliencia empresarial.

El estudio de la capacidad de preparación, está focalizado en el análisis de la situación actual de la empresa en cuanto a cuán preparada está para hacer frente eventos disruptivos potenciales. Respecto a la capacidad de recuperación, se considera que una vez que un evento disruptivo ha acontecido y ha impactado en la empresa, el registro del conocimiento del histórico de eventos pasados dotará a la empresa de una capacidad de respuesta mayor que aquellas empresas que no dispongan de esta valiosa información.

La herramienta está compuesta por un cuestionario de autoevaluación que es cumplimentado por las empresas. Con la información proporcionada, SATIER calcula el índice de resiliencia actual y ofrece una serie de recomendaciones sobre qué acciones preventivas implementar para mejorar la capacidad de preparación y el diseño de un módulo de registro del conocimiento para almacenar y gestionar el conocimiento relacionado con la resiliencia empresarial con el objetivo de mejorar la capacidad de recuperación. Con todo ello, SATIER calcula el índice de resiliencia futuro para mostrar a las empresas cómo de resilientes podrían llegar a ser, implementando las recomendaciones aportadas por la herramienta e implementando un sistema de registro del conocimiento basado en el diseño del módulo de la presente investigación.

5.1 Introducción

Pese a que las compañías son conscientes de la importancia de la resiliencia en el contexto actual en el que vivimos, son pocas las herramientas y/o metodologías, tal y como se vio en la revisión de la literatura mostrada en el capítulo 4, que sustentan emprender un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Normalmente las empresas desean gestionar su capacidad de resiliencia empresarial, pero argumentan falta de recursos o medios para evaluar dicha capacidad. Por ello, en la presente tesis se proporciona una metodología guiada (capítulo 6), paso a paso, con recomendaciones así como una herramienta que ofrece de manera sencilla, un análisis sobre la situación de la empresa en relación a aquellas disrupciones críticas con recomendaciones de qué hacer y dónde centrar esfuerzos para mejorar la capacidad de resiliencia empresarial. Además señalar, que en algunas ocasiones, el deseo de gestionar la resiliencia empresarial no viene determinada por la misma empresa focal sino que son otros agentes externos (inversores que demandan una mayor capacidad resiliente o por presión de clientes) los que la estimulan a realizar el proceso de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. También el entorno, en ocasiones hace que empresas que no se habían ni planteado la gestión de la capacidad de resiliencia, se embarquen en un proyecto de esta envergadura, debido a factores como la volatilidad de la economía, la inestabilidad política, etc.

La herramienta de autoevaluación de la resiliencia empresarial, que está disponible de manera *online* a través de la página web: <http://satier.blogs.upv.es/>, está dirigida a cualquier empresa, tanto grandes empresas como Pequeñas y Medianas Empresas (PYMEs), con el objetivo de calcular el índice de resiliencia empresarial desde las dos perspectivas que conforman la capacidad de resiliencia: la capacidad de preparación de la empresa para hacer frente a eventos disruptivos y su capacidad de recuperación, una vez que los eventos disruptivos ya han acontecido. Para el análisis de la capacidad de preparación, la herramienta ofrece una recopilación de eventos disruptivos sobre los cuales el usuario define la probabilidad de ocurrencia, el horizonte temporal, la severidad y coste del impacto en el caso que aconteciese (situación actual - AS IS) y una estimación del nivel al que disminuiría la probabilidad y/o severidad del evento estudiado si se implementasen ciertas acciones preventivas específicas y predefinidas en la herramienta junto con el coste de dichas acciones (situación futura - TO BE).

Para el análisis de la capacidad de recuperación, el usuario proporciona a la herramienta información acerca del registro de acciones de recuperación que se ejecutaron en el pasado para devolver a la empresa a su estado normal de operación (situación actual - AS IS) así como la intención de registrar nuevos eventos disruptivos futuros que vayan aconteciendo y las acciones de recuperación que se ejecuten para que la empresa siga funcionando normalmente (situación futura - TO BE).

La herramienta tiene una naturaleza estratégica pues ayuda a la alta dirección en el proceso de toma de decisiones sobre las diferentes acciones a ejecutar para mejorar la capacidad resiliente de la empresa. Para ello, aunque su naturaleza es estratégica por el tipo de información de salida que proporciona, precisa de datos de entrada desde cualquier nivel de la empresa, operativo, táctico y estratégico. La información que proporciona la herramienta SATIER está destinada a la mejora de forma individualizada de una empresa determinada, sin embargo se precisa información que proviene de su red de suministro.

La herramienta de autoevaluación para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial se denomina SATIER (*Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience*), cuyo significado en latín es SATISFECHO. Mediante la herramienta SATIER, se pretende que la empresa quede **satisfecha** con su análisis y mejora de la resiliencia empresarial para hacer frente a eventos disruptivos potenciales.

El capítulo se organiza en las siguientes secciones. La sección 5.2 define el marco conceptual sobre el que se sustenta la herramienta SATIER. La sección 5.3 describe la información de entrada a la herramienta que es utilizada para el cálculo del índice de resiliencia mostrado en la sección 5.4, junto con la información de salida de la herramienta descrita en la sección 5.5. En la sección 5.6, se realiza una descripción detallada de la herramienta. Por último, la sección 5.7 muestra las conclusiones del capítulo.

5.2 Marco Conceptual de la Herramienta SATIER.

El marco conceptual de la herramienta SATIER está compuesto por: (i) los dos ejes principales de la resiliencia empresarial según la presente investigación, que son las capacidades de preparación y recuperación, (ii) los elementos constituyentes de las disrupciones como detonantes de la falta de resiliencia empresarial y (iii) los elementos de transición desde la situación actual de la empresa hacia la situación ideal futura, en la cual la empresa es más resiliente para hacer frente a los elementos de las

disrupciones. Los elementos de transición engloban principalmente las acciones preventivas y las acciones de registro.

Señalar que el marco conceptual de la herramienta SATIER, se basa en la revisión bibliográfica realizada en los capítulos 3 y 4, y en la revisión de la literatura desarrollada en el presente capítulo, tal y como detallan las siguientes secciones. La revisión bibliográfica del presente capítulo viene motivada por el hecho de que la definición del marco conceptual de la herramienta SATIER, de sus elementos constituyentes y de la información de entrada a la misma, requiere de un análisis detallado de publicaciones para desarrollar la herramienta y por ello, se expone en el presente capítulo, para no avanzar el resultado en capítulos previos.

5.2.1 Capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial según SATIER

La herramienta SATIER se basa en que la capacidad de resiliencia empresarial es función de las dos capacidades pre-y post- evento disruptivo tal y como ya se indicó en el capítulo 3 (Figura 5.1):

- La capacidad de preparación que posee la empresa para estar lista y preparada ante la amenaza de que se materialicen los eventos disruptivos (capacidad pre-evento disruptivo y proactiva). En la presente investigación se parte de la presunción de que, para que una empresa sea resiliente, se debe actuar desde una perspectiva preventiva de forma eficiente para así minimizar las actuaciones de recuperación. Es por ello, que la mejora de la capacidad de preparación de la empresa y por ende, de su capacidad de resiliencia, viene determinada por la activación y ejecución de acciones preventivas que preparen a la empresa ante la ocurrencia de eventos que tengan efectos negativos en la misma. La herramienta SATIER analiza el estado actual de la capacidad de preparación ante eventos disruptivos de la empresa, que será una de las entradas para el cálculo del índice de resiliencia empresarial para posteriormente proporcionar información acerca de qué acciones preventivas se deberían ejecutar para incrementar de forma óptima dicha capacidad.
- La capacidad de recuperación que posee la empresa como respuesta ante un evento disruptivo que ya ha acontecido (capacidad post-evento disruptivo y reactiva). En la presente investigación, un factor esencial en la capacidad de recuperación es la gestión de la información y del conocimiento que posee la empresa del evento disruptivo que ha acontecido y de las medidas para recuperarse lo antes posible y de la forma más eficiente. Por ello, la mejora de la capacidad de recuperación, y por tanto de la resiliencia empresarial, pasa por promover el registro del conocimiento, de forma que cuando el evento disruptivo acontezca, dicho conocimiento esté disponible de forma clara y sencilla para recuperarse. La herramienta SATIER analiza el estado actual de la capacidad de recuperación basándose en las acciones de registro que actualmente realiza la empresa y que será dato de entrada para el cálculo del índice de resiliencia así como en la voluntad futura de registro para mejorar la capacidad de recuperación y por consiguiente la resiliencia empresarial.



Figura 5.1. Capacidades de la resiliencia empresarial (adaptada de Sanchis y Poler, 2013).

En la herramienta SATIER, cada una de las capacidades que componen la resiliencia empresarial será analizada desde la perspectiva actual de la empresa para, posteriormente, estudiar aquellas mejoras que produzcan un aumento en las capacidades constituyentes de la resiliencia y establecer los resultados desde una perspectiva futura. Por tanto, la Figura 5.2 muestra como la capacidad de resiliencia se compone de la capacidad de preparación, la cual será estudiada desde la perspectiva actual (AS IS). Posteriormente, mediante la introducción de mejoras, que en este caso será la ejecución de acciones preventivas que optimicen la capacidad de preparación, se conseguirá la transición al estado futuro (TO BE). Del mismo modo, SATIER examina la capacidad de recuperación, mediante el análisis de la situación actual (AS IS), y a través de la introducción de mejoras, en forma de acciones de registro del conocimiento, se alcanza la situación futura (TO BE).

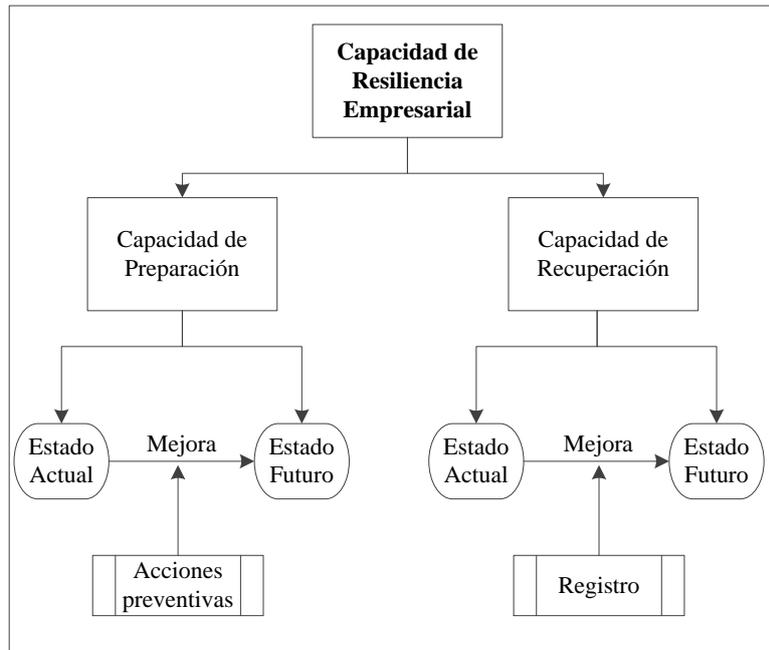


Figura 5.2. Marco conceptual de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial.

5.2.2 Elementos Constituyentes de las Disrupciones según SATIER

El proceso de análisis y mejora de la resiliencia empresarial es un proceso muy complejo. Los eventos disruptivos pueden ser predecibles pero también pueden acontecer de forma inesperada y pueden llegar desde diferentes ámbitos, y por ello, el análisis de la resiliencia empresarial a través de la herramienta SATIER se basa, en un marco conceptual que clasifica las fuentes de disrupción, para que sean, diferentes responsables de la empresa, los que se hagan cargo de proporcionar la información a la herramienta y que el estudio esté más focalizado (ver Etapas I.2 y I.4 del Capítulo 6). Además, la división de la herramienta SATIER en las diferentes fuentes de disrupción, hará que la información obtenida sea más veraz, pues el personal envuelto en cada subdivisión, será experto en dicho campo, debido a la gran experiencia obtenida mediante su trabajo y operatividad diaria. Además destacar que los elementos constituyentes de las disrupciones según SATIER está basado en el marco de categorización de disrupciones de Sanchis y Poler (2014a).

Tal y como se ha indicado, el problema entraña una gran complejidad, por ello, se ha acotado su ámbito de estudio, considerando las siguientes fuentes de disrupción: aprovisionamiento, clientes, distribución, energía, entorno, finanzas, inventarios, legislación, producción, aspectos sociales y tecnología, dejando para líneas futuras de investigación otras fuentes como: I+D+i, ingeniería, proyectos, medio ambiente, productos, etc. Aunque la herramienta SATIER trata dar soporte a las empresas en el análisis y mejora de su capacidad de resiliencia, no garantiza que cualquier evento disruptivo esté actualmente predefinido en la herramienta. Sin embargo, el marco conceptual que sustenta la herramienta tiene una configuración abierta que permite incluir nuevos eventos disruptivos que las empresas usuarias de SATIER identifiquen como críticos. Para ello, la herramienta posee campos, donde las empresas pueden añadir aquellos eventos disruptivos que consideren oportunos, y de esta forma, analizar con mayor nivel de detalle el impacto de dichos eventos, que no se encuentran predefinidos en la versión actual de la herramienta. Las aportaciones que hagan las empresas durante el uso de SATIER para calcular su índice de resiliencia

empresarial, serán incluidas en la herramienta, para de esta forma, ir extendiendo el listado predefinido de eventos disruptivos y acciones preventivas (ver sección 5.6.3).

SATIER se centra por tanto, en el estudio de las disrupciones en forma de eventos disruptivos potenciales que pueden acontecer e impactar en la empresa. SATIER está basada en la clasificación de las causas que provocan las disrupciones, mediante la definición de la tipología de fuentes que hace que se produzca el evento disruptivo, el evento disruptivo por sí mismo y las consecuencias (impacto y efectos) que producen los eventos disruptivos. Por tanto, se considera que una disrupción está compuesta por los siguientes tres elementos:

- Fuente: Origen que causa y acarrea la disrupción.
- Evento disruptivo: evento/situación que causa una perturbación esperada o inesperada y que tienen efectos negativos sobre la empresa.
- Consecuencia: Alteración de la operatividad normal de las empresas.

5.2.2.1. Fuentes de disrupción

SATIER considera dos aspectos en relación a las fuentes de disrupción: el nivel de la fuente de disrupción y su origen (y sub-órigenes).

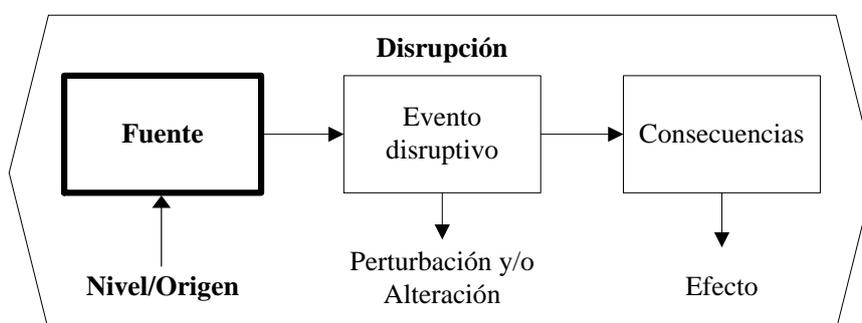


Figura 5.3. Marco de análisis de las fuentes de disrupción de SATIER

Nivel de la fuente de disrupción

El primer aspecto relacionado con las fuentes de disrupción de la herramienta SATIER es el nivel en el cual se produce el evento disruptivo, para reconocer si es en la propia empresa focal, donde se produce el evento disruptivo o si los efectos del evento, que impactan en la empresa focal, se producen debido a un evento disruptivo de otras entidades de la red de suministro e incluso de fuentes de disrupción externas a la red de suministro en la que opera la empresa.

Las tendencias actuales de globalización, trabajo colaborativo y externalización guían a los investigadores no solo a centrarse en una empresa focal, ni tan siquiera en las diferentes entidades que conforman una red de suministro, sino que se extiende más allá de la relación de la empresa focal con las entidades de su red.

Sanchis y Poler (2008) en su estudio sobre gestión del conocimiento, introducen un nuevo concepto, un nuevo nivel de gestión del conocimiento colaborativo denominado extra-. Dicho nivel engloba a entidades de otras redes de suministro que aunque no trabajen de forma colaborativa con la empresa focal, pueden provocar efectos negativos en la empresa si dichas entidades externas sufren un evento disruptivo. La razón de los autores para justificar la utilización del prefijo extra- es debido a la evolución de los prefijos de los niveles inferiores: Intra- (dentro), Inter- (entre) y Extra- (fuera).

Por ello, la herramienta considera tres niveles:

- Intra-empresa. El nivel intra-empresa se refiere a que la disrupción se origina dentro de la empresa focal. En otras palabras, el evento se produce en la empresa que va a utilizar la herramienta y que desea analizar su resiliencia empresarial.
- Inter-empresa. Este nivel engloba a todas las entidades de la red de suministro. Por lo tanto, la fuente de disrupción puede encontrarse en cualquier entidad de la red de suministro estudiada.
- Extra-empresa. Este nivel engloba fuentes de disrupción originadas en otras entidades de fuera de la red de suministro de la empresa focal o incluso debido a fenómenos naturales, políticos, ...

La clasificación de los eventos disruptivos según los 3 niveles de fuente de interrupción se utilizará para fines informativos acerca de si la capacidad de preparación de la empresa se ve mermada por eventos disruptivos que se materialicen en la propia empresa o bien por eventos disruptivos que acontezcan en entidades de su red de suministro o en entidades ajenas incluso a la red de suministro en la que la empresa opera.

Origen y sub-origenes de las fuentes de interrupción

La herramienta SATIER también clasifica las fuentes de interrupción según su origen. De esta forma se asegura que:

- Los diferentes perfiles del personal de la empresa que poseen la información apropiada para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial, están involucrados en el proyecto (Etapas I.4, I.5 y II.2 de la Propuesta Metodológica – Capítulo 6).
- Se acota el análisis de la resiliencia empresarial a las áreas que la empresa desee (Etapa I.2 de la Propuesta Metodológica – Capítulo 6). La empresa puede decidir hacer un análisis global de todos los eventos disruptivos desde todas las fuentes de interrupción o bien puede delimitar el análisis a las áreas que desee, por ejemplo si la empresa está preocupada por los eventos disruptivos relacionados con sus clientes, en este caso tiene la posibilidad de analizar cuán resiliente es con respecto a la fuente de interrupción de clientes.
- Además, el origen de las fuentes de interrupción, a su vez, también se clasifica en sub-origenes, de forma que quede de forma detallada la estructura de la herramienta para facilitar la identificación, búsqueda y cumplimentación de la información necesaria a proporcionar para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial (Etapa II.3 de la Propuesta Metodológica – Capítulo 6).

La Tabla 5.1 muestra un ejemplo de diferentes eventos disruptivos de las fuentes de interrupción de aprovisionamiento y clientes que a su vez siguen categorizados según sus sub-origenes para de esta forma clasificarlos de manera detallada.

Tabla 5.1. Ejemplo de la clasificación de los eventos disruptivos en según su origen y sub-origen.

Origen	Suborigen	Evento disruptivo	
Aprovisionamiento	Calidad	Mala calidad de las materias primas o componentes aprovisionados	
	Capacidad	Cambios limitantes en la capacidad de los proveedores	
	Localización	Dispersión geográfica de nuestros proveedores (diferencia horaria, idioma, proximidad)	
	Materias primas y componentes		Retraso en el aprovisionamiento de materias primas o componentes
			Escasez de materias primas
	Precios	Fluctuaciones en el precio de los materiales aprovisionados	
Proveedor	Desaparición de un proveedor clave		
Clientes	Demanda	Cambios impredecibles en la demanda	
		Errores en la predicción de la demanda	
	Fidelización	Uno de nuestros clientes clave cambia de fabricante	
	Financiero	Problemas financieros de nuestros clientes	
	Localización	Dispersión geográfica de nuestros clientes	
	Plazos de entrega	Nuestros clientes requieren de tiempos de entrega cada vez más exigentes	
	Innovación/ requerimientos		Nuevos requerimientos de nuestros clientes para personalizar productos
		Cambios críticos en los requerimientos de nuestros clientes	
		Falta de innovación para satisfacer las necesidades del cliente	

En el Anexo 5.1, accesible a través de <https://goo.gl/VqRcSf> se muestra la definición y descripción de cada una de las 11 fuentes de interrupción, junto con los sub-origenes de los eventos disruptivos que la herramienta analizará.

5.2.2.2 Eventos disruptivos

Los eventos disruptivos son el segundo elemento del marco conceptual de definición de elementos de una disrupción.

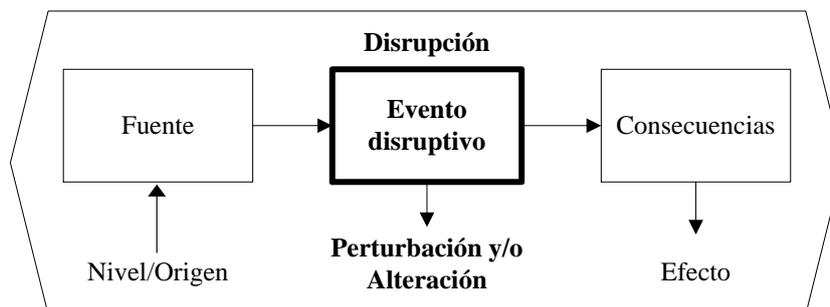


Figura 5.4. Marco de análisis de los eventos disruptivos de SATIER

Los eventos disruptivos, se consideran las situaciones y realidades que provocan una perturbación y/o alteración en la operatividad diaria de las empresas. Algunos autores (Hu, Li y Holloway, 2008; Natarajathinam, Capar y Narayanan, 2009; Barroso, Machado y Machado, 2011) argumentan que un evento disruptivo siempre interrumpe la actividad de las empresas. Sin embargo, en la presente investigación, un evento disruptivo se considera cualquier alteración en el flujo de materiales, monetarios, de información, etc., que provocan una caída del rendimiento empresarial.

La herramienta SATIER, proporciona un listado eventos disruptivos que sufren las empresas, clasificados según las 11 fuentes de disrupción. Dicha enumeración se basa en una exhaustiva revisión de la literatura acerca de aquellos eventos disruptivos que más preocupan a las empresas y que son más comunes en el estudio de los investigadores. El listado predefinido de eventos disruptivos es el origen tanto para el análisis de la capacidad de preparación como para la de recuperación.

La revisión bibliográfica para conformar el Listado predefinido de eventos disruptivos de SATIER, se centra principalmente en dos tipos de fuentes de información. Por un lado, documentación desarrollada por importantes firmas consultoras como Deloitte, Ernst & Young, Price Waterhouse Cooper, ... que suelen desarrollar de forma anual informes con los rankings de las situaciones o riesgos que más preocupan al mundo empresarial. Estos rankings son desarrollados mediante cuestionarios, por ejemplo en el caso de Deloitte, la consultora realizó una encuesta a 600 ejecutivos de empresas fabricantes y minoristas con un mínimo de \$ 100 millones en ingresos anuales para conformar el top de los riesgos a los que se enfrentan dichas empresas y sus cadenas de suministro. La encuesta se llevó a cabo tanto a través de entrevistas telefónicas como de forma *online* entre julio y octubre de 2012, dando lugar a la *Deloitte Consulting's 2013 Global Supply Chain Risk Survey*, que ha servido de referencia en la presente tesis para conformar el listado predefinido de eventos disruptivos de la herramienta SATIER.

Por otro lado, durante la revisión bibliográfica también se han analizado publicaciones científicas en revistas de prestigio y en actas de congresos, como por ejemplo *Harvard Business Review* (Factor de impacto: 2.249, 2015), *MIT Sloan Management Review* (Factor de impacto: 2.114, 2015), *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* (Factor de impacto: 2.101, 2015), ... según la *Web of Science*. En dichas publicaciones también se identifican eventos disruptivos habituales a los que las empresas tienen que hacer frente regularmente.

Con ambas fuentes de información se ha conformado el listado predefinido de eventos disruptivos de la herramienta SATIER. La Tabla 5.2 muestra el listado, junto con un resumen de las principales fuentes de las que se ha obtenido la información:

Tabla 5.2. Resumen de la revisión bibliográfica del listado de eventos disruptivos de la herramienta SATIER.

		Informes consultoras										Publicaciones científicas										
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	
Aprovisionamiento	A1	Mala calidad de las materias primas o componentes aprovisionados	✓			✓				✓											✓	
	A2	Cambios limitantes en la capacidad de los proveedores							✓							✓				✓		
	A3	Dispersión geográfica de nuestros proveedores (diferencia horaria, idioma, proximidad)	✓														✓					
	A4	Retraso en el aprovisionamiento de materias primas o componentes								✓												✓
	A5	Escasez de materias primas															✓				✓	
	A6	Fluctuaciones en el precio de los materiales aprovisionados	✓	✓	✓		✓	✓									✓				✓	
	A7	Desaparición de un proveedor clave																	✓			
Clientes	C1	Cambios impredecibles en la demanda	✓		✓	✓						✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	
	C2	Errores en la predicción de la demanda	✓													✓						
	C3	Uno de nuestros clientes clave cambia de fabricante							✓													
	C4	Problemas financieros de nuestros clientes	✓							✓												
	C5	Falta de innovación para satisfacer las necesidades del cliente	✓						✓								✓				✓	
	C6	Dispersión geográfica de nuestros clientes															✓					
	C7	Nuestros clientes requieren de tiempos de entrega más exigentes							✓													
	C8	Nuevos requerimientos de los clientes para personalizar productos	✓						✓			✓										
	C9	Cambios críticos en los requerimientos de nuestros clientes	✓						✓			✓										
Distribución	D1	Capacidad limitada de la distribución	✓																			
	D2	Aumento en los precios de los combustibles		✓	✓			✓									✓				✓	
	D3	Disrupciones relacionadas con el transporte ferroviario			✓					✓	✓										✓	
	D4	Disrupciones relacionadas con el transporte por carreteras			✓					✓	✓										✓	
	D5	Disrupciones relacionadas con el transporte aéreo			✓					✓	✓										✓	
	D6	Disrupciones relacionadas con el transporte marítimo			✓					✓	✓										✓	
Energético	E1	Interrupción en el suministro de agua, gas, electricidad, etc.			✓			✓	✓	✓												
	E2	Aumento en los precios de los suministros de agua, gas, electricidad...	✓		✓			✓	✓								✓				✓	

[1]: CMP (2008); [2]: EIU (2008); [3]: WEF (2012); [4]: Deloitte (2013), [5]: E&Y (2013); [6]: WEF (2014); [7]: Aon (2015); [8]: BCI (2011); [9]: CR (2015); [10]: PwC (2015); [11]: Svennson (2000); [12]: Christopher y Rutherford (2004); [13]: Peck (2005); [14]: Sheffi y Rice (2005); [15]: Barroso, Machado y Cruz Machado (2008); [16]: Pettit, (2008); [17]: Madni y Jackson (2009); [18]: Hamel y Valikangas (2010); [19]: Pettit, Fiksel y Croxton (2010) y [20]: Barroso, Machado y Cruz Machado (2011).

Tabla 5.2. Resumen de la revisión bibliográfica del listado de eventos disruptivos de la herramienta SATIER (Cont. I).

			Informes consultoras								Publicaciones científicas												
			[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	
Entorno	ET1	Fuego						✓		✓													
	ET2	Aumento de la competencia							✓			✓											
	ET3	Entrada de nuevos competidores de países emergentes		✓								✓											
	ET4	Las instalaciones de nuestros clientes están expuestas a desastres naturales graves			✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
	ET5	Las instalaciones de nuestros proveedores están expuestas a desastres naturales graves			✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
	ET6	Nuestras instalaciones están expuestas a desastres naturales graves		✓	✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
	ET7	Inestabilidad geopolítica en países donde se encuentran nuestras instalaciones		✓	✓		✓	✓		✓	✓				✓	✓		✓	✓	✓	✓		
	ET8	Inestabilidad geopolítica en países donde se encuentran nuestros clientes		✓	✓		✓	✓		✓	✓				✓	✓		✓	✓	✓	✓		
	ET9	Inestabilidad geopolítica en países donde se encuentran nuestros proveedores			✓		✓	✓		✓	✓				✓	✓		✓	✓	✓	✓		
	ET10	Espionaje industrial	✓		✓			✓										✓				✓	
	ET11	Sabotaje, robos, vandalismo, secuestro y extorsión			✓			✓							✓	✓		✓	✓			✓	
Financiero	F1	Acceso restringido a crédito	✓		✓		✓	✓		✓										✓			
	F2	Cambios en las tasa de interés									✓							✓	✓			✓	
	F3	Tipo de cambio en las divisas con las que la empresa opera						✓		✓	✓							✓				✓	
	F4	Problemas de liquidez			✓		✓	✓															
Inventario	I1	Capacidad limitante del almacén																✓					
	I2	Pérdidas de tiempo en la gestión de inventarios por desconfianza del sistema																				✓	
	I3	Rotura de los equipos de manutención																✓		✓			
	I4	Errores en la identificación de productos							✓														
	I5	Altos tiempos en la búsqueda de materias, componentes y/o productos necesarios para fases sucesivas																				✓	
	I6	Reiteración de movimientos a la hora de preparar <i>picking</i>																					✓
	I7	Pérdida de la trazabilidad de producto y de sus respectivos movimientos dentro de la zona de almacenamiento																					✓

Tabla 5.2. Resumen de la revisión bibliográfica del listado de eventos disruptivos de la herramienta SATIER (Cont. II).

		Informes consultoras										Publicaciones científicas									
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]
Legislación	L1	Legislación nueva y más restrictiva sobre importaciones / exportaciones			✓		✓		✓	✓	✓			✓			✓		✓	✓	
	L2	Cambios legislativos que impliquen modificaciones en los procesos	✓				✓		✓	✓	✓			✓			✓		✓	✓	
	L3	Cambios legislativos que impliquen modificaciones en l productos	✓				✓		✓	✓	✓			✓			✓		✓	✓	
Producción	P1	Cambios limitantes en la capacidad de producción														✓	✓				✓
	P2	Rotura/fallos de máquinas y/o equipos clave														✓		✓			
	P3	El proceso de desarrollo de nuevos productos no cumple los requerimientos de nuestros clientes														✓					
	P4	Operaciones de producción que se vuelven cada vez más complejas														✓	✓				✓
	P5	Nuestros productos pasan a tener restricciones estrictas de almacenamiento para mantener sus características														✓	✓				
	P6	Producción de productos defectuosos o de mala calidad	✓			✓				✓											✓
	P7	Entrega de productos defectuosos a nuestros clientes				✓				✓											✓
	P8	Innovaciones significativas de los productos de competidores										✓			✓		✓		✓	✓	
	P9	Repentina y fuerte competición en precios de nuestros productos			✓		✓										✓			✓	
Social	S1	Absentismo							✓												
	S2	Huelgas															✓				✓
	S3	Cambios en la cultura organizacional de la empresa								✓				✓		✓				✓	
	S4	Pandemia que afecta al personal de nuestra empresa			✓			✓		✓						✓				✓	
	S5	Errores graves del personal en las operaciones de la empresa						✓								✓					
	S6	Ambiente hostil en la empresa				✓				✓	✓		✓		✓	✓		✓			✓
	S7	Personal clave que abandona la empresa	✓		✓		✓		✓	✓		✓					✓				
Tecnología	TEC1	Falta de infraestructura tecnológica					✓	✓													
	TEC2	Salto tecnológico de nuestros competidores									✓										
	TEC3	Delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos)					✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓		✓			✓	
	TEC4	Fallos de comunicación internos y/o con clientes y/o proveedores			✓		✓		✓	✓							✓				✓
	TEC5	Fallos imprevistos en nuestras aplicaciones software			✓		✓		✓								✓				✓
	TEC6	Obsolescencia de nuestros equipos y sistemas informáticos									✓										

Los eventos disruptivos más mencionados en los últimos 15 años pertenecen a las categorías que muestra la Figura 5.5. En el caso de por ejemplo, desastres naturales graves, el listado de SATIER posee tres eventos disruptivos que pertenecen a esta categoría: las instalaciones de (i) la empresa que realiza el estudio, (ii) sus proveedores o (iii) sus clientes están expuestos a desastres naturales graves.

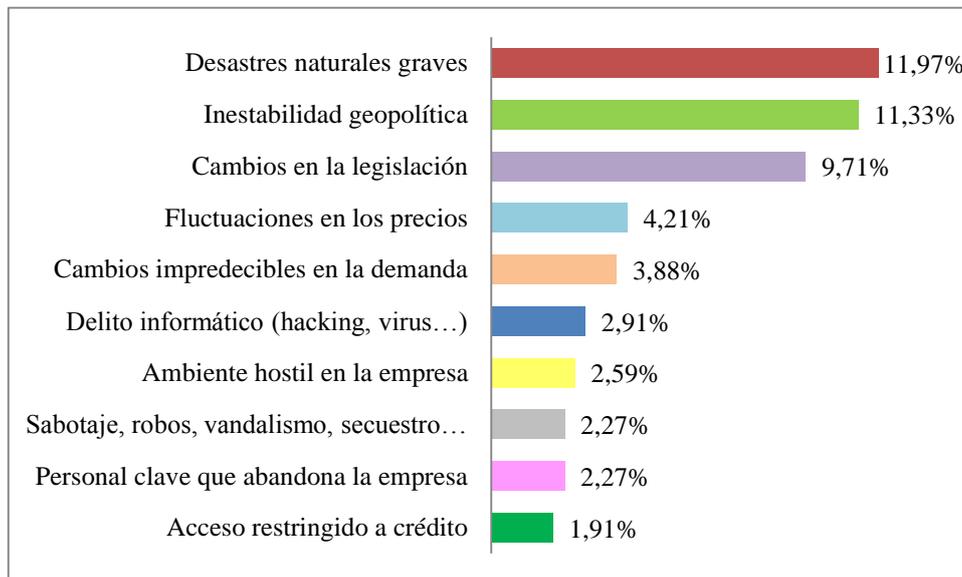


Figura 5.5. Las 10 disrupciones más mencionadas en la revisión bibliográfica.

5.2.2.3 Consecuencias de las disrupciones

El último elemento del marco conceptual de la herramienta SATIER (Figura 5.6) son las consecuencias del evento disruptivo. Se trata de analizar el impacto/efecto que dicho elemento disruptivo tendrá sobre la empresa en estudio. Para ello, la herramienta SATIER precisa como dato de entrada el coste del evento disruptivo para valorar las consecuencias del mismo.

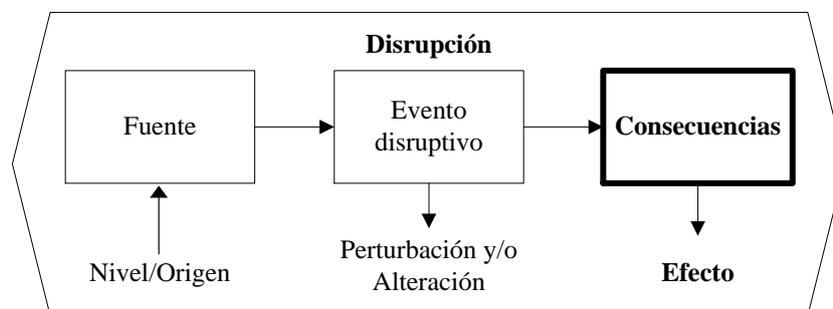


Figura 5.6. Marco de análisis de las consecuencias de los eventos disruptivos de SATIER

SATIER tiene en cuenta el efecto del evento disruptivo a través del coste del mismo y su probabilidad de ocurrencia pero no considera el tipo de consecuencias por cada evento disruptivo. Sanchis y Poler (2014a) en su marco de categorización de disrupciones, clasifican las consecuencias de los eventos disruptivos en: interrupción de la operación de la empresa; daños en la reputación / marca; retrasos e incumplimiento de fechas de entrega; incapacidad para atraer o retener a los mejores talentos; incumplimiento para satisfacer las necesidades del cliente; inventarios excesivos; imposibilidad de pagar al personal, proveedores, impuestos; aumento del precio de los productos finales; aumento en los costes de producción; perjuicio a clientes finales; lesiones a los trabajadores; pérdida de propiedad intelectual; pérdida de comunicaciones; daño físico; disminución de ventas; falta de personal e incumplimiento de órdenes. El *Business Continuity Institute* en su encuesta anual sobre resiliencia de la cadena de suministro señala que las consecuencias más relevantes, ordenadas según su importancia son: pérdida de productividad, quejas de los clientes, aumento de los costes de producción, pérdida de ingresos, incorrecta prestación de servicios, preocupación en los grupos de interés / accionistas, daño a la reputación, imagen y marca, retrasos en la entrega de productos, retrasos en los flujos de caja, retirada de productos, aumento esperado de normativa, escrutinio, pérdida de clientes regulares, pago de créditos de servicio, multa por incumplimientos reiterados y caída en el precio de las acciones (BCI, 2015).

Independientemente del tipo de consecuencias que el evento disruptivo produzca, SATIER analiza las consecuencias según el coste, probabilidad y severidad del evento disruptivo

5.2.3 Elementos de Transición para Alcanzar la Resiliencia Empresarial según SATIER

El marco conceptual de la herramienta SATIER, se basa en que para la transición del estado AS IS (situación actual) al estado TO BE (situación ideal futura), se precisa de una serie de mejoras que facilitarán el proceso de transición. En la capacidad constituyente de la resiliencia empresarial, que abarca la preparación de la empresa ante eventos disruptivos, la mejora se alcanza a través de la activación e implementación de acciones preventivas, mientras que en la capacidad constituyente post-evento disruptivo de la resiliencia empresarial, que engloba a la capacidad de recuperación, la transición viene determinada por la implementación de acciones de registro.

5.2.3.1 Acciones preventivas

Las acciones preventivas son políticas y/o acciones que tratarán de disminuir la probabilidad de ocurrencia y/o severidad del evento disruptivo. Las acciones preventivas son iniciativas que se llevan a cabo de manera anticipada para evitar que suceda un evento disruptivo o en el caso de que suceda que su severidad sea la menor posible. Barroso et al. (2011) afirma que las medidas que se deben aplicar para limitar los efectos negativos de un evento disruptivo pueden dirigirse hacia: i) reducir la probabilidad de ocurrencia de la perturbación, ii) reducir el impacto negativo de la perturbación o iii) ambas.

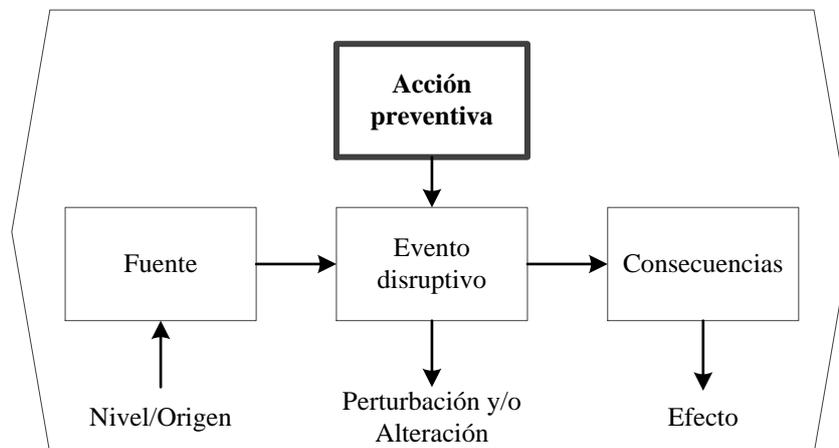


Figura 5.7. Acciones preventivas como elementos de transición de la situación AS IS a la situación TO BE de la capacidad de preparación.

El marco conceptual de la herramienta SATIER ofrece un listado de acciones preventivas personalizadas a cada tipo de evento disruptivo en estudio. La propuesta de acciones preventivas, desarrollada en base a un revisión bibliográfica, ha sido contrastada por parte de un panel de expertos experimentados en cada fuente de disrupción en dos rondas consecutivas. Inicialmente la propuesta incluía 310 acciones preventivas, de la cuales, un 3% fueron eliminadas tras la primera ronda de revisión y se incluyeron 103 acciones preventivas a petición de los mismos expertos. En la segunda ronda de análisis, los expertos valoraron la nueva situación con las acciones preventivas eliminadas y la inclusión de las nuevas, configurando el listado de acciones preventivas definitivas que conforman el listado predefinido de la herramienta SATIER para cada evento disruptivo. Actualmente, la herramienta presenta un total de 403 acciones preventivas, pero cabe destacar que la misma acción preventiva puede aplicar a varios eventos disruptivos, por consiguiente el número de acciones preventivas distintas es de 312.

Cada evento disruptivo tiene de media unas 5 acciones preventivas predefinidas. En el Anexo 5.2, accesible a través de: <https://goo.gl/pHBt4I> se muestran las 312 acciones preventivas definidas en el marco conceptual y que han sido incluidas en la herramienta SATIER con el código de cada acción preventiva. Las letras de la codificación indica la fuente de disrupción, por ejemplo A: Aprovechamiento, S: Sociales, TEC: Tecnología, etc., el primer número indica el evento disruptivo al que aplica y el segundo número es el código de la acción preventiva. Por ejemplo, la acción preventiva C8.3, es la acción preventiva número 3, que pertenece a la fuente de disrupción de “Clientes” (C), y aplica al evento disruptivo 8 que es: “Nuevos requerimientos de los clientes para personalizar productos”. La Tabla 5.3 muestra una pequeña muestra de las acciones preventivas de la fuente de disrupción de aspectos sociales.

Tabla 5.3. Ejemplo de la fuente de disrupción de origen social con algunos eventos disruptivos y sus acciones preventivas.

# Dis	Evento disruptivo	# Acc	Acciones preventivas
S1	Absentismo	S1.1	Establecimiento de sistemas de información acerca de las causas (sanciones y acciones legales) que la empresa tomaría en caso de absentismo para que todas las partes sean conocedoras.
		S1.2	Fomento de políticas de responsabilidad social.
		S1.3	Implementar cambios en las políticas de gestión de recursos humanos para involucrar más a los trabajadores y sus opiniones.
		S1.4	Investigación de las causas del absentismo implementando un seguimiento y control del capital humano.
S2	Huelgas	S2.1	Definición e implementación de políticas de negociación con el capital humano de la empresa.
		S2.2	Definición e implementación de "servicios de seguridad y mantenimiento".
		S2.3	Definición e implementación de "servicios mínimos".
		S2.4	Definición e implementación de estrategias de fomento de la cultura organizacional de la empresa y su bienestar.
		S2.5	Fomento de políticas que promuevan la afiliación de trabajadores a sindicatos laborales.
		S2.6	Implementación de políticas de actuación para suplir la carencia de personal (horas extras perfectamente remuneradas, ...).
		S2.7	Stock de seguridad tanto materias primas y/o componentes como de productos acabados.
S3	Cambios en la cultura organizacional de la empresa	S3.1	Definición clara e implementación de los valores de empresa a través de la misión y la visión.
		S3.2	Definición e implementación de estrategias de fomento de la cultura organizacional de la empresa y su bienestar.
		S3.3	Definición e implementación de políticas que generen mejores relaciones tanto con los empleados como con los clientes.
		S3.4	Gestión de crisis de manera participativa.
		S3.5	Implementación de líderes fuertes que marquen las pautas de empresa y que deleguen en otros empleados dotándoles de responsabilidad.
		S3.6	Implementación de medidas que fomenten la autonomía y responsabilidad de los trabajadores.
S4	Pandemia que afecta al personal de nuestra empresa	S4.1	Definición e implementación de políticas de protección del capital humano y de conciliación de la vida laboral.
		S4.2	Definición e implementación del calendario laboral anual con la determinación de vacaciones y días festivos.
		S4.3	Establecimiento de políticas de promoción de comportamientos saludables.
		S4.4	Implementación de líderes fuertes que marquen las pautas de empresa y que deleguen en otros empleados dotándoles de responsabilidad.
		S4.5	Implementación de políticas de prevención de riesgos laborales/accidentes laborales.
		S4.6	Implementación de protocolos y herramientas de información / entrenamiento para limitar la propagación de la pandemia.
		S4.7	Limitación de la utilización de horas extras del capital humano.

Las acciones preventivas propuestas en la herramienta SATIER presentan la característica de igualdad de acciones. Hay acciones iguales que pueden ser implementadas ante diferentes eventos disruptivos y su coste tan sólo se contabiliza una vez pero sus beneficios son aplicados a todos los eventos disruptivos en los que dicha acción aplica y sobre los que la empresa ha facilitado información relativa al coste del evento disruptivo. Por ejemplo, ante el evento disruptivo de mala calidad de las materias primas o componentes aprovisionados, una de las acciones preventivas propuestas por SATIER es la búsqueda de proveedores alternativos. Dicha acción preventiva también se presenta ante el evento disruptivo de retraso

en el aprovisionamiento de materias primas o componentes. Si la empresa realiza la búsqueda de proveedores alternativos para todas las materias primas y componentes, independientemente de que lo haga para uno u otro evento disruptivo, la herramienta SATIER considerará el coste de la acción preventiva una sola vez y con un solo coste beneficiará a ambos eventos disruptivos y se podrá cuantificar siempre y cuando la empresa haya proporcionado información acerca del coste de ambos eventos.

5.2.3.2 Acciones de registro

Las acciones de registro engloban las actividades de archivado de información relevante para conformar un fondo documental de conocimiento del que hacer uso en caso que sea necesario. El objetivo primordial de las acciones de registro es la de que el conocimiento esté fácilmente disponible y accesible para ser buscado, identificado y reutilizado cuando sea necesario. Las acciones de registro pretenden, basándose en el histórico de eventos disruptivos acontecidos, archivar toda la información relativa a dichos eventos para que esté disponible de forma sencilla y hacer uso de ella cuando se precise.

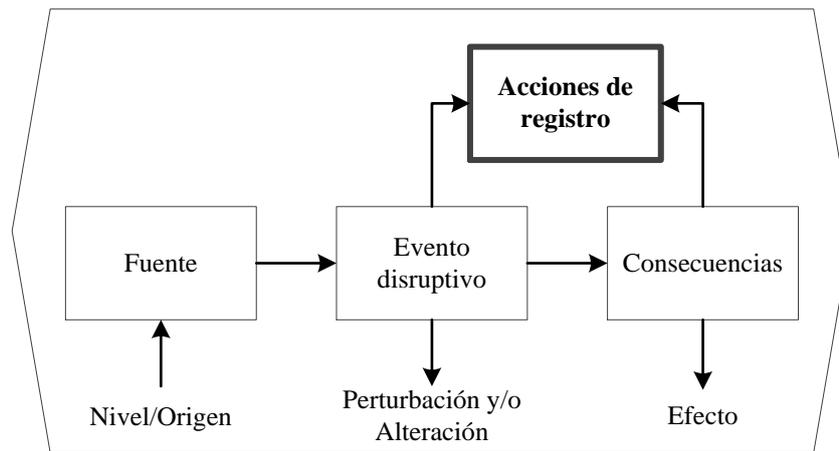


Figura 5.8. Acciones de registro como elementos de transición de la situación AS IS a la situación TO BE de la capacidad de recuperación.

SATIER considera el registro de la información según 4 niveles de detalle:

- Registro de los eventos disruptivos acontecidos, con la finalidad de tener información acerca de qué ocurrió.
- Registro de las acciones de recuperación ejecutadas, con la finalidad de archivar las acciones que se ejecutaron para sobreponerse del evento disruptivo.
- Registro del análisis detallado del evento disruptivo y de la acción de recuperación ejecutada. Este registro engloba la definición detallada de lo que ha ocurrido y de lo que se ha ejecutado para solucionarlo, además de un análisis sobre la idoneidad de las acciones de recuperación ejecutadas con el objetivo de identificar mejoras que sirvan de información de entrada en la definición del protocolo de actuación.
- Registro de un protocolo de actuación, con la finalidad que sirva de guía estándar de actuación ante la ocurrencia del mismo evento disruptivo en un futuro. El protocolo ofrece una descripción detallada sobre la situación que ha acontecido, así como una exposición precisa y minuciosa de los pasos a seguir para minimizar los efectos negativos de la ocurrencia de dicha situación en caso de que vuelva a acontecer.

Por ello, el diseño del módulo de registro del conocimiento que ofrece SATIER, proporciona:

- El bloque de *¿Qué ha ocurrido?*, para registrar la información acerca de los eventos disruptivos acontecidos.
- El bloque de *¿Qué, quién, cuándo y por qué se hizo?*, mediante el cual se registra la información relativa (i) a las acciones de recuperación y (ii) también proporciona el punto de partida para realizar un análisis detallado sobre la idoneidad de las acciones ejecutadas.
- El bloque de *Protocolo de actuación*, que ofrece una serie de instrucciones, en forma de pasos, que se definen para guiar el desarrollo de un procedimiento en concreto y cómo se debe actuar ante eventos disruptivos.

5.3 Información de Entrada de SATIER

5.3.1 Análisis de la Capacidad de Preparación

5.3.1.1 Análisis del Estado Actual

Tal y como se muestra en la Figura 5.9, la información de entrada para el análisis de la capacidad de preparación de la herramienta SATIER, se detalla a continuación:

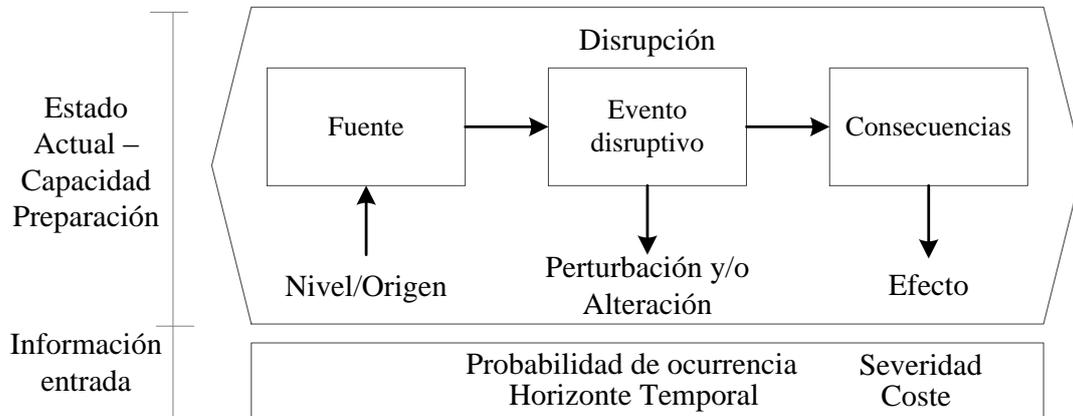


Figura 5.9. Marco de análisis del estado actual de la capacidad de preparación.

Probabilidad de ocurrencia

La probabilidad de ocurrencia de un evento disruptivo define qué tan posible es que dicho evento disruptivo acontezca. La herramienta SATIER diferencia 5 niveles de probabilidad de ocurrencia: muy baja, baja, media, alta y muy alta. Los usuarios de la herramienta pueden estimar la probabilidad con la que creen que los diferentes eventos disruptivos pueden acontecer mediante la escala de niveles anteriormente definida. Sin embargo, se precisa convertir dichos niveles en valores numéricos, para el tratamiento posterior de la información.

Hillson (2005) realiza una revisión de estudios previos que tratan de determinar los valores numéricos asociados a los términos relacionados con diferentes situaciones de probabilidad. Dicha revisión se basa en los siguientes autores: Moore (1987), Boehm (1989), Hamm (1991), Lichtenstein y Newman (1967), y Conrow (2003).

Sin embargo, Hillson (2005) afirma que la metodología de investigación utilizada en dichos estudios difiere de unos a otros y que por tanto, los resultados son inconsistentes y no concluyentes. Por ejemplo, el cuestionario del estudio de Moore (1987) consta de 10 términos relacionados con la probabilidad y los encuestados tienen que hacer una clasificación a modo de ranking de dichos 10 términos mientras que el resto de autores presentan a los encuestados una serie de términos relacionados con la probabilidad, pero en este caso no tienen que hacer un ranking sino asignar valores numéricos a cada término de probabilidad.

En el caso de Conrow (2003), a los encuestados tan solo se les permite elegir entre un conjunto predeterminado de valores. Por ello, Hillson (2005) lanza un cuestionario a 5000 personas, obteniendo 507 respuestas, en el cual solicita que estimen el rango de valores de probabilidad (máximo y mínimo) para 15 términos relacionados con la probabilidad obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4. Resultados obtenidos en la investigación de los términos relativos a la probabilidad (Valores expresados como %) (adaptada de Hillson,2015)

		Mínimo	Media	Máximo
Muy Alta	Definitivo	76,6	80,1	83,5
	Casi cierto	73,6	78,9	84,1
	Altamente probable	64,2	71,4	78,3
Alta	Una buena oportunidad	54,3	64,5	74,3
	Verosímil	49,9	59,3	68,4
	Bastante probable	51,8	59,2	66,4
Media	Probable	47,5	57,2	66,7
	Mejor que antes	47,1	56,5	65,6
	Posible	28,8	43,3	57,5
Baja	Improbable	10,6	18	25,3
	Altamente improbable	9,8	16,6	23,3
	Poco Probable	6,6	13,6	20,4
Muy Baja	Pocas veces	6,2	11,7	17,1
	Imposible	5,5	8,5	11,4
	Raro	3,9	8,1	12,2

Tomando como base la investigación realizada por Hillson, se ha dividido el listado de los 15 términos relacionados con la probabilidad en 5 bloques diferentes, para hacer que se alineen con los 5 niveles de probabilidad de ocurrencia definidos en SATIER. Para los niveles extremos, de probabilidad Muy Alta y Muy Baja se han tomado los valores superior e inferior: definitivo y raro, siendo por tanto las probabilidades: 80,1% y 8,1%, respectivamente. En el caso de las probabilidades Alta y Baja de SATIER, se han tomado los valores superiores, mientras que en el caso del nivel de probabilidad Media, se ha tomado el valor inferior, para que las diferencias entre niveles sean numéricamente lo más homogéneas posible. Por lo tanto, SATIER considera los siguientes valores numéricos para sus diferentes niveles de probabilidad:

Tabla 5.5. Descripción de los niveles de probabilidad de ocurrencia de eventos disruptivos según la herramienta SATIER.

	Descripción
Probabilidad Muy Baja (MB)	La posibilidad de que un evento disruptivo acontezca es muy baja y se sitúa entre el 3,9% y el 12,2%, con una media de 8,1%
Probabilidad Baja (B)	La posibilidad de ocurrencia de un evento disruptivo es baja y se sitúa entre el 10,6% y el 25,3%, con una media de 18%.
Probabilidad Media (M)	La posibilidad de que un evento disruptivo ocurra es media y ronda el 57,5% de ocurrencia en un intervalo definido entre el 28,8% y el 43,3%.
Probabilidad Alta (A)	La posibilidad de ocurrencia de un evento disruptivo es alta y se sitúa entre el 54,3% y el 74,3%, con un valor medio de 64,5%.
Probabilidad Muy Alta (MA)	La posibilidad de que ocurra un evento disruptivo es muy alta y se enmarca en un intervalo de probabilidades entre el 76,6% y el 83,5%, con un valor medio de 80,1%.

Horizonte temporal

El horizonte temporal está directamente relacionado con la probabilidad de ocurrencia del evento disruptivo. La empresa debe estimar si la probabilidad de ocurrencia del evento disruptivo acontecerá en el largo (más de 10 años), medio (entre 5 y 10 años) o corto plazo (en el próximo año). La cuantificación del horizonte temporal se utiliza para diferenciar los eventos disruptivos que se encuentran en el mismo valor de probabilidad, entre más y menos habituales. Ello hace que un evento disruptivo que se estima que tiene una probabilidad muy baja, dependiendo del horizonte temporal en el que se estime la probabilidad, dicha probabilidad aumentará o disminuirá.

Ejemplo

Uno de los eventos disruptivos que tiene que analizar la empresa es la posibilidad de que haya un incendio. Seguramente el propietario de la información basándose en su propia experiencia y en los históricos pasados de ocurrencia de este evento disruptivo, presume que la probabilidad de ocurrencia es muy baja. Por otro lado, imaginemos que la empresa también tiene que valorar la probabilidad de ocurrencia del evento disruptivo de desaparición de un proveedor clave y la empresa estima que su probabilidad es también muy baja. Por tanto, la empresa considera que la probabilidad de ambos eventos disruptivos es muy baja, sin embargo, estima que, dentro del rango de probabilidad muy baja, la probabilidad de que en su empresa se produzca un incendio es todavía mucho menor que la probabilidad de que desaparezca un proveedor clave. Es por ello que se introduce el concepto de horizonte temporal para diferenciar numéricamente ambas probabilidades y hacer que la probabilidad de ocurrencia de un incendio sea menor que la probabilidad de ocurrencia de desaparición de un proveedor clave. Y por consiguiente, el horizonte temporal de que se produzca un incendio será mayor que el horizonte temporal de desaparición de un proveedor clave.

Severidad del evento disruptivo

En SATIER, la severidad se define como las consecuencias/resultados más probables de un posible evento disruptivo. En otras palabras, el valor asignado a dichas consecuencias en el caso de que el evento disruptivo se materializase. Del mismo modo que en el caso de la probabilidad, la herramienta SATIER considera 5 niveles de severidad.

Se ha realizado una revisión bibliográfica, para determinar los valores numéricos de cada uno de los niveles de severidad. Pero, a diferencia del caso anterior, se han encontrado pocos estudios que determinen los valores numéricos de los diferentes niveles de severidad. La literatura muestra descripciones cualitativas para cada nivel de severidad en diferentes dominios, como por ejemplo: qué impacto se produce sobre las personas o en la imagen y reputación de la empresa si la severidad es por ejemplo baja. Curtis y Carey (2012) explican que cuanto más descriptivos sean los diferentes niveles de severidad, más consistentes será su interpretación por los usuarios. Por ello y siguiendo el análisis realizado por NHS (2008), se realiza una descripción de cada nivel de severidad de la herramienta SATIER para los diferentes dominios, tal y como se muestra en la Tabla 5.6.

La Tabla 5.6 muestra la descripción cualitativa de cada nivel, sin embargo es necesario definir la escala numérica para cada nivel, que servirá de base para el cálculo del índice de resiliencia en la herramienta SATIER. En la literatura, diversos autores utilizan el método de William T. Fine (1971) que permite obtener un ratio de peligrosidad en función de tres factores básicos: consecuencias, exposición y probabilidad. Dicho método consiste en valorar los tres criterios anteriores y multiplicar las notas obtenidas en cada uno. Así, el grado de peligrosidad se obtendrá al multiplicar el factor "consecuencias" por el de "exposición" y el de "probabilidad". El factor de "consecuencias" es equivalente a la severidad de la herramienta SATIER. En el estudio de Fine (1971), se definen diferentes niveles de consecuencias con los siguientes valores numéricos tal y como se observa en la Tabla 5.7:

Tabla 5.6. Valores numéricos para los diferentes niveles de severidad (Fine, 1971).

Nivel de severidad	Descripción	Valor
Catastrófica	Catástrofe con numerosas muertes, daños por encima de los 1.000.000\$ y disrupciones mayores de las actividades.	100
Desastrosa	Varios fallecimientos con daños materiales desde los 500.000\$ a los 1.000.000\$.	50
Muy seria	Muerte con daños desde los 100.000\$ a los 500.000\$.	25
Seria	Lesiones graves con riesgos de invalidez permanente o daños de entre 1.000\$ y 100.000\$.	15
Importante	Lesiones que precisen baja médica, con daños hasta 1.000\$.	5
Leve	Lesiones sin baja y daños menores.	1

Tabla 5.7. Significado de los 5 niveles de severidad.

Dominios	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Impacto sobre las personas	Lesiones mínimas que no requieran intervención o tratamiento.	Lesiones pequeñas cuya intervención o tratamiento sea mínimo.	Lesiones moderadas que requieran la intervención de profesionales.	Lesiones graves que llevan a incapacidad laboral temporal a largo plazo.	Lesiones muy graves. Lesiones irreversibles.
Imagen/Reputación	La imagen y reputación de la empresa no queda dañada.	La imagen y reputación de la empresa queda dañada mínimamente.	La imagen y reputación de la empresa queda dañada de forma moderada.	La imagen y reputación de la empresa queda gravemente dañada.	El impacto en la imagen y reputación de la empresa es catastrófico.
Interrupción de la producción	Interrupción de la producción < 1 hora.	Interrupción de la producción < 8 horas.	Interrupción de la producción > 1 día.	Interrupción de la producción > 1 semana.	Pérdida permanente del servicio/instalaciones.
Impacto en los objetivos de negocio	Existen diferencias casi inexistentes entre los objetivos planificados y su consecución.	Las diferencias entre los objetivos planificados y su consecución son muy reducidas.	La consecución de los objetivos queda a medias.	Los objetivos son alcanzados parcialmente.	Los objetivos clave no son alcanzados.
Impacto en el medio ambiente	Impacto mínimo o sin consecuencias sobre el medio ambiente.	Impacto muy pequeño sobre el medio ambiente.	Impacto limitado sobre el medio ambiente.	Impacto importante/peligroso sobre el medio ambiente.	Impacto trágico sobre el medio ambiente.
Ejemplos adicionales	Absentismo laboral o huelga secundada por parte de un número muy limitado de empleados y que no son personal clave de la empresa.	Las materias primas aprovisionadas no tienen la calidad esperada y se detecta en una inspección de calidad previa a producción y la empresa posee stock de seguridad.	Delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos) que hace que la empresa esté con sus sistemas informáticos inoperativos durante al menos 1 día.	Rotura/fallos de máquinas y/o equipos clave durante más de 1 semana.	Fuego o desastres naturales que arrasaron las instalaciones y que provoquen daños a las personas.

Otros autores basan sus investigaciones en la escala numérica desarrollada por Fine (1971), aunque se encuentran discrepancias en los valores numéricos (Romero, 2005), o en la estimación monetaria de los daños en la descripción de los diferentes niveles de severidad (Dickson, 2001) tal y como muestra la Tabla 5.8:

Tabla 5.8. Diferencias entre Fine (1971) y otros autores.

Nivel de severidad	Fine (1971)		Dickson (2001)		Romero (2005)		BBVA (2012)	
	Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
Catastrófica	>1.000.000\$	100	>7.000.000\$	100	> 600.000€	100	> 900.000€	100
Desastrosa	500.000\$ - 1.000.000\$	50	2.800.000\$ - 7.000.000\$	50	300.000€ - 600.000€	40	450.000€ - 900.000€	50
Muy seria	100.000\$ - 500.000\$	25	700.000\$ - 3.500.000\$	25	60.000€ - 300.000€	15	90.000€ - 450.000€	25
Seria	1.000\$ - 100.000\$	15	7.000\$ - 700.000\$	15	600€ - 60.000€	7	9.000€ - 90.000€	15
Importante	< 1.000\$	5	< 7.000\$	5	60€ - 600€	3	900€ - 9.000€	5
Leve	Daños menores	1	Daños menores	1	<60€	1	<900€	1

Estas diferencias pueden ser debidas a que el estudio de Fine (1971), se realizó hace más de 40 años y por tanto autores como Dickson (2001) ha intentado actualizar los valores monetarios a la actualidad o estudios como el de Romero (2005) o BBVA (2012), que han cambiado de divisas de \$ a €.

Conforme sugirió Fine, se recomienda que los usuarios potenciales de este método compilen y desarrollen sus propias escalas numéricas a partir de su experiencia. Es útil para generar situaciones hipotéticas (pero razonables) y ser utilizado como una guía para la evaluación comparativa de los nuevos peligros que se producen. Por ello se intuye que, las diferencias tanto en los valores numéricos de cada nivel de severidad, como en los valores monetarios, son debido a actualizaciones, cambio de divisas y también al desarrollo propio basado en la experiencia y en información histórica de los diferentes autores.

Bestraten y Pareja (1993) definieron tan sólo 4 niveles de consecuencias y asignaron a cada uno, los siguientes valores numéricos: catastrófico: 100; muy grave: 60; grave: 25 y leve: 10.

Además por cada nivel, también describen su significado desde el punto de vista de daños personales y materiales. Por ejemplo, el nivel de consecuencias: catastrófico, significa que provoca 1 muerto o más (daños personales) y una destrucción total del sistema (daños materiales), por ejemplo la destrucción total de las instalaciones de la empresa.

Tummala, Leung, Mok, Burchett y Leung (1997) afirman que, la misma persona a cargo de evaluar los riesgos, sea la que determine los diferentes niveles de severidad, muchos de los cuales son determinados mediante creencias y juicios subjetivos en vez de información objetiva. Patterson y Neailey (2002) afirman que el uso de juicios subjetivos y su valoración mediante las escalas del tipo: muy alta, alta, media, baja y muy baja, puede proporcionar una buena estimación y por lo tanto consideran, que la valoración subjetiva de la severidad según la escala anterior, es aceptable, siempre y cuando el usuario conozca los orígenes. Dichos autores asignan un rango numérico (valores máximos y mínimos) para cada nivel de severidad tal y como se muestra en la Tabla 5.9. Basándose en el estudio de Smith (1991), consideran que, en general, se tiende a subestimar tanto la probabilidad como el impacto de los riesgos.

Tabla 5.9. Niveles de severidad junto con sus escalas numéricas según Patterson y Neailey (2002).

Nivel de severidad	Valores numéricos (%) (Tiempo/Coste)
Muy Alta	91-100
Alta	51-90
Media	21-50
Baja	6-20
Muy Baja	0-5

Por ello, los valores numéricos de la Tabla 5.9 están distorsionados para representar esta subestimación. Por lo tanto, el valor numérico para el nivel de “Medio” tiene valores de entre el 21% y 50%, ya que si el valor numérico para el nivel de severidad “Medio” fuera 50%, no se tendría en cuenta la subestimación

que comentaba Smith (1991). Además, también hay que considerar que por ejemplo, si el rango para el nivel de “Muy Alto” es demasiado grande, entonces la mayoría de los riesgos encajarían en este nivel. Los autores entonces afirman que, esto daría lugar a que un gran número de riesgos fueran clasificados en las primeras posiciones de severidad. Por lo tanto, si no hubiera recursos suficientes para reducir y/o mitigar todos los riesgos clasificados en las primeras posiciones, entonces los usuarios tendrían que volver a realizar la evaluación, con el fin de determinar cuáles de esos riesgos tienen mayor importancia. Aunque el usuario que realice la evaluación de la resiliencia empresarial clasifique los eventos disruptivos en las primeras posiciones (severidad muy alta), la herramienta SATIER, ofrecerá de todos modos, la solución óptima teniendo en cuenta la limitación de recursos definida por la empresa y por lo tanto se salvaguarda de este tipo de inconveniente.

SATIER considera para sus niveles de severidad, los promedios de los valores numéricos definidos por Patterson y Neailey (2002), siendo estos MB: 2,5%; B: 13,0%; ME: 35,5%; A: 70,5% y MA: 95,5%; y además ofrece una descripción del significado de cada uno de los niveles de severidad, tal y como se muestra en la Tabla 5.9.

Coste anual del evento disruptivo

El coste anual representa la cantidad monetaria que le supondría a la empresa que se materializase un evento disruptivo en concreto. Si la empresa está trabajando en un nivel normal de operación y se produce un evento disruptivo que la perturba, el coste será la cantidad de dinero que la empresa tendrá que invertir para volver del estado de perturbación al estado normal de operación. Para proporcionar este tipo de información, los responsables de cada unidad funcional en la que se analizan los eventos disruptivos, junto con el departamento de finanzas, serán los más apropiados para obtener la información sobre el coste anual de los eventos disruptivos de la forma más fidedigna y realista posible.

A modo de resumen, el análisis de la capacidad de preparación de la empresa para afrontar eventos disruptivos, teniendo en cuenta, aspectos intra-, inter- y extra- empresariales, proporcionará información relevante a la empresa de su estado actual (AS IS), así como de aquellos eventos disruptivos que pueden ser críticos y amenacen la supervivencia de la empresa en caso de que acontezcan.

Cabe destacar que no todos los eventos disruptivos serán examinados en el análisis del estado futuro de la capacidad de preparación. De los eventos disruptivos que el usuario haya deseado analizar, aquellos con severidad muy baja y probabilidad muy baja, no serán analizados por la herramienta SATIER, ya que tanto su rango de probabilidad como de severidad no puede ser disminuido.

El análisis del estado futuro de la capacidad de preparación de la empresa cuantificará en qué medida disminuye la probabilidad y/o severidad del evento disruptivo al ejecutar acciones preventivas en la empresa. Como dichos eventos disruptivos ya han sido evaluados con una probabilidad y severidad muy baja, no pueden moverse hacia un nivel más bajo dentro de la herramienta SATIER y por ello no se consideran en el análisis del estado futuro.

5.3.1.2 Análisis del Estado Futuro

El análisis del estado futuro de la capacidad de preparación de la empresa engloba el estudio de las acciones preventivas que pueden disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos disruptivos y/o la severidad de los mismos. Para ello, la empresa cuantificará en qué medida disminuye dicha probabilidad y/o severidad al ejecutar determinadas acciones preventivas.

La Figura 5.10 muestra el marco de análisis del estado futuro de la capacidad de preparación, analizando la disminución de la probabilidad y/o severidad al ejecutar una o más acciones preventivas así como su coste.

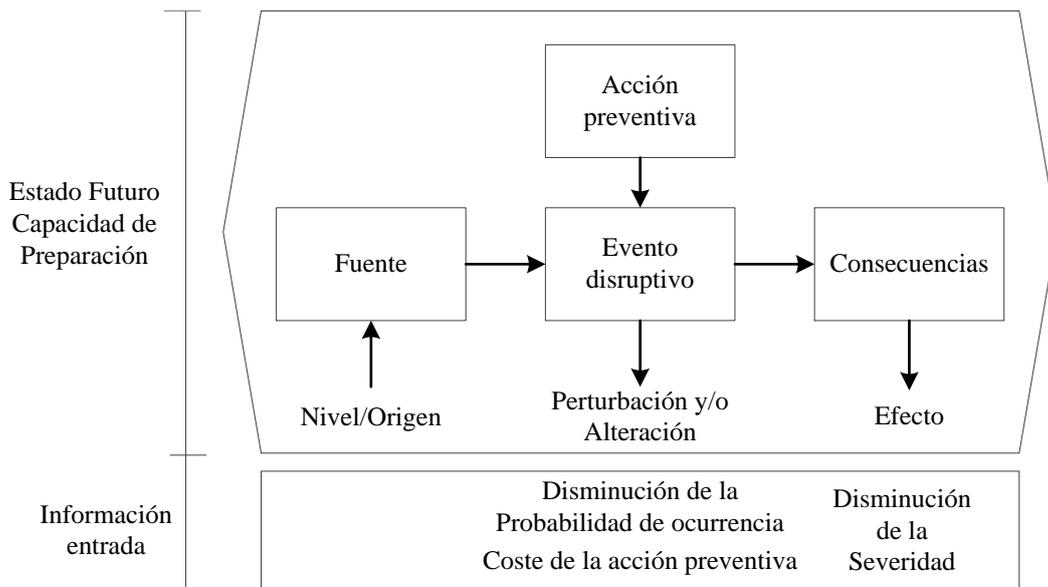


Figura 5.10. Marco de análisis del estado futuro de la capacidad de preparación.

Disminución de la probabilidad de ocurrencia del evento disruptivo

En la definición de acción preventiva, se describe que las acciones tratan de evitar en la medida de lo posible, que el evento disruptivo acontezca. Por lo tanto, la herramienta SATIER, requiere que el usuario cuantifique a que rango de probabilidad de ocurrencia del evento disruptivo se disminuye, tras haber ejecutado una o varias acciones preventivas.

La Figura 5.11 muestra la diferencia entre una situación en el que se han implementado acciones preventivas de otra situación en la que ninguna acción se ha llevado a cabo.

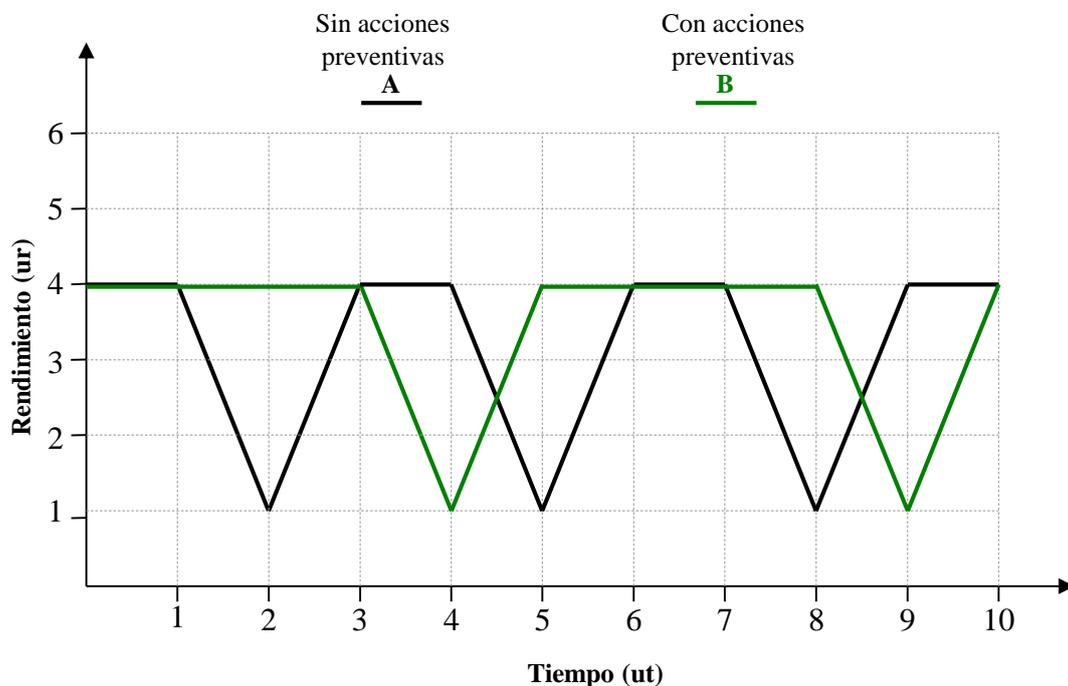


Figura 5.11. Representación de cómo influye la adopción de medidas preventivas en la frecuencia de ocurrencia de un evento disruptivo.

Teniendo en cuenta que la probabilidad se ha definido como la frecuencia de ocurrencia de un evento en particular, en la situación A, no se han implementado acciones preventivas y la interrupción se repite de manera cíclica con una frecuencia de 1 unidad de tiempo (ut) después de que la empresa recupere su nivel

de operación estable. En la situación B, ya se han implementado acciones preventivas que provocan una disminución en la frecuencia de ocurrencia del evento disruptivo, produciéndose cada 3 ut.

En este punto, se presume que la probabilidad de ocurrencia de un evento disruptivo debe ser mayor o igual que la probabilidad de ocurrencia después de haber ejecutado una acción preventiva. Esta presunción se debe a que la acción preventiva tiene un impacto positivo en la probabilidad de ocurrencia de un evento disruptivo, reduciéndola o no tiene ningún tipo de efecto y por lo tanto el rango de probabilidad antes y después de haber ejecutado la acción preventiva es el mismo. Por tanto, se presume que la acción no tiene un efecto negativo sobre la probabilidad aumentándola, ya que sino no tendría sentido ejecutar la acción preventiva ya que empeoraría la frecuencia de acontecimiento del evento disruptivo.

La herramienta SATIER, en su versión *offline*, posee un mecanismo de control para garantizar que la probabilidad después de haber ejecutado una acción preventiva es igual o menor que la probabilidad antes de haberla ejecutado y así evitar errores en la cumplimentación de la información en la herramienta.

Disminución de la severidad del evento disruptivo

La Figura 5.12, muestra un ejemplo del efecto de incluir o no medidas preventivas ante eventos disruptivos de forma proactiva y previamente a que el evento disruptivo acontezca. Las acciones preventivas, del mismo modo que en el caso anterior, también pueden reducir la severidad del evento disruptivo que tiene consecuencias en el rendimiento de la empresa. La Figura 5.12 muestra cuatro tipos diferentes de situaciones. En todas ellas, la empresa se encuentra funcionando en un estado estable de operatividad, cuando es sacudida por un evento disruptivo. La diferencia entre la situación A y el resto de situaciones (B, C y D), es que en A, no se han adoptado todavía acciones preventivas.

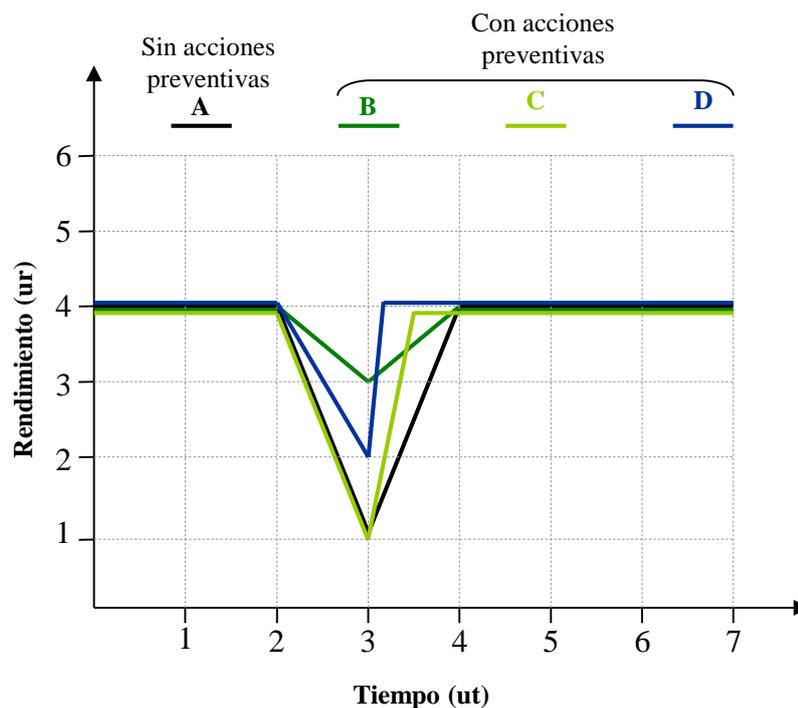


Figura 5.12. Representación de cómo influye la adopción de medidas preventivas en el rendimiento de la empresa.

La Tabla 5.10 muestra la comparativa entre las 4 situaciones anteriores. Cualquier evento disruptivo significativo tiene consecuencias en el rendimiento de la empresa, ya sea medido en ventas, nivel de producción, beneficios, servicio al cliente u otra métrica relevante. Y las consecuencias serán mayores o menores dependiendo de la severidad del impacto de dicho evento disruptivo.

Tabla 5.10. Descripción en valores de las diferentes situaciones de la Figura 5.12.

	Caída del rendimiento	Tiempo
Situación A	3 ur	2 ut
Situación B	1 ur	2 ut
Situación C	3 ur	1,5 ut
Situación D	2 ur	1,2 ut

En la situación A en la que no se han adoptado de manera proactiva acciones preventivas, la empresa no está preparada ante la nueva situación y provoca una caída de 3 unidades de rendimiento (ur) y se precisa de 2 ut para volver a su estado normal de operación.

En las situaciones con medidas preventivas ya ejecutadas, el efecto es diferente:

- B: la caída del rendimiento es menor y se mantiene el mismo tiempo para volver al nivel de operación normal comparándolo con la situación A (sin medidas preventivas).
- C: el rendimiento de la empresa cae del mismo modo que en la situación A, sin embargo se reduce el tiempo de volver al nivel de operación estable.
- D: se reduce tanto el tiempo para volver el nivel de operación estable así como la caída en el rendimiento, que no es tan brusca si se compara con la situación A.

Del mismo modo que en el caso de la probabilidad, la versión *offline* de la herramienta SATIER posee mecanismos de comprobación para asegurar que la acción preventiva tiene efectos positivos sobre la severidad del evento disruptivo, disminuyendo su impacto, y de este modo asegurar que la severidad del evento disruptivo siempre va a ser mayor o igual a la severidad después de haber ejecutado la acción preventiva.

La Figura 5.13 muestra diferentes ejemplos antes y después de haber ejecutado acciones preventivas. En la situación A, la empresa no ha ejecutado ninguna acción preventiva y se parte de la situación actual en la que hay una frecuencia de ocurrencia del evento disruptivo de 3 ut y una caída del rendimiento de también 3 ur.

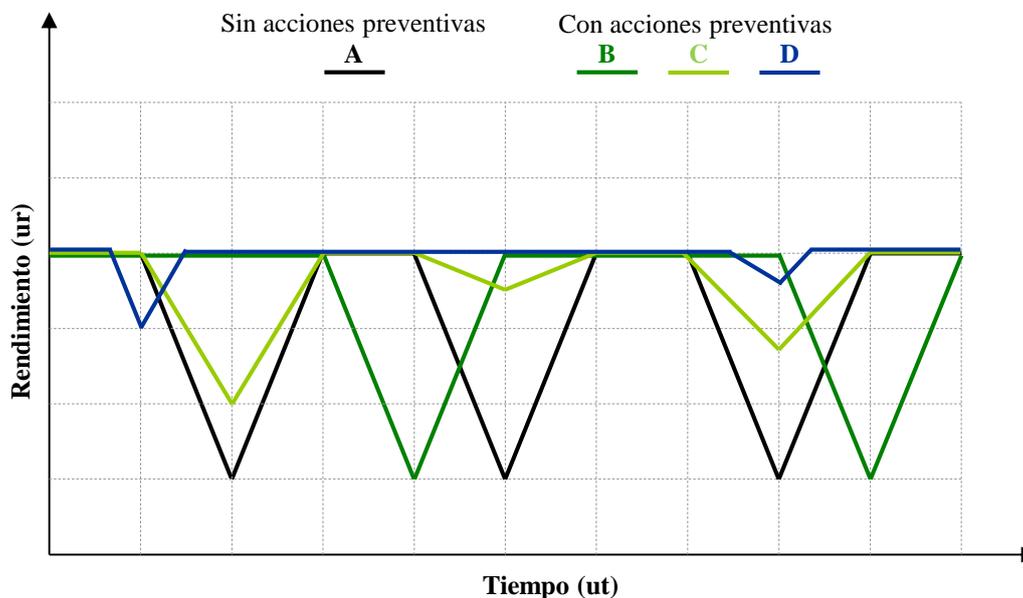


Figura 5.13. Representación de cómo influye la adopción de medidas preventivas en la frecuencia de ocurrencia de un evento disruptivo y en el rendimiento de la empresa.

En las situaciones, en las cuales ya se han ejecutado medidas preventivas, el efecto es diferente ya que se experimenta bien una disminución en la frecuencia de ocurrencia del evento disruptivo (probabilidad) y las consecuencias del impacto no son tan severas (severidad) pues la caída del rendimiento no es tan brusca:

- B: la caída en el rendimiento de la empresa es la misma que antes de implementar la acción preventiva, por lo tanto la severidad del evento se mantiene, sin embargo, la frecuencia de ocurrencia de dicho evento es menor que en la situación A.
- C: la caída en el rendimiento empresarial es menor que antes de la implementación de la acción preventiva, con lo cual la severidad de su impacto, también es menor, mientras que la frecuencia de ocurrencia del evento es la misma que en la situación A.
- D: la frecuencia de ocurrencia del evento disruptivo es menor y la severidad del mismo también disminuye tras implementar una o más acciones preventivas pues la caída en el rendimiento de la empresa no es tan brusca.

Coste anual de las acciones preventivas.

La herramienta SATIER, considera los siguientes supuestos:

- El coste de las acciones preventivas siempre será menor que el coste del evento disruptivo, porque de lo contrario, las empresas nunca implementarían acciones preventivas que redujeran la probabilidad y/o severidad de una disrupción sino que les sería más rentable dejar que aconteciera el evento disruptivo sin tomar ningún tipo de medidas de preparación.
- Las medidas preventivas siempre reducirán la probabilidad de ocurrencia y/o severidad de la disrupción, porque en caso contrario, no sería necesario invertir en acciones preventivas, sino que sería mejor esperar a que impactara el evento disruptivo y entonces aplicar políticas de recuperación.
- El coste de una acción preventiva específica será anual. Las empresas usuarias de la herramienta SATIER deberán ser cuidadosas a la hora de estimar el coste anual. Por ejemplo, la acción preventiva de implementación de sistemas de co-diseño, es una acción que requiere una inversión inicial elevada, para luego, en las anualidades posteriores, ser mucho menor, pues simplemente se requiere de un mantenimiento del sistema. Por lo tanto, a la hora de especificar el coste de la acción preventiva, si la empresa estima que el coste total de la implementación será de 200.000 € y que dicho sistema será válido para los próximos 5 años, el coste anual de dicha acción preventiva sería de 40.000€/año. En el caso de otras acciones preventivas, que deben ser implementadas año tras año (son repetitivas a lo largo de las diferentes anualidades), la estimación del coste de la acción de manera anual es mucho más sencilla, ya que a la empresa le resulta más fácil, estimar costes anuales cuando la acción preventiva a implementar lo hace de forma anual.

Por lo tanto, la herramienta SATIER, se basa, para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial, en el deseo de las empresas de invertir recursos para mejorar la situación actual de la empresa con vistas a estar más preparada ante eventos disruptivos que puedan acontecer, y de esta forma mejorar su resiliencia empresarial.

En este caso, la versión *offline* de la herramienta SATIER también posee mecanismos de comprobación para garantizar que el coste de la acción preventiva es menor que el coste del evento disruptivo. En caso contrario, aparece automáticamente un mensaje en las columnas de control (Figura 5.14) para que se revisen los costes introducidos. Del mismo modo, hay otras dos columnas de control de la probabilidad y severidad, en las cuales aparece el mensaje de “Revisar” cuando tampoco se cumple el principio de que, los valores de probabilidad y severidad después de la implementación de las acciones preventivas sean menores o iguales que antes de la implementación de las mismas. De esta forma se asegura que no haya errores en la cumplimentación e introducción de datos en la herramienta SATIER.

Cód. Dis	Evento disruptivo	Cód. Acc	Acciones preventivas	Control Probabilidad	Control Severidad	Control Coste
P1	Cambios limitantes en la capacidad de producción	P1.1	Análisis de restricciones en la capacidad de producción	Revisa las probabilidades	Ok	Revisa el coste de la acción preventiva
		P1.2	Estudio del cambio en la estrategia de cumplimentación de pedidos, por ejemplo cambio de MTS a MTO o ATO	Ok	Revisa la severidad	Ok
		P1.3	Implementación de sistemas de previsión de la demanda	Ok	Ok	Revisa el coste de la acción preventiva
		P1.4	Introducción de sistemas avanzados de mantenimiento predictivo para incrementar la disponibilidad de los recursos de producción	Ok	Ok	Ok

Figura 5.14. Mecanismos de control de la exactitud de la información introducida en la herramienta SATIER en su versión *offline*.

5.3.2 Análisis de la Capacidad de Recuperación

En el capítulo 3, ya se señalaba que para diversos autores, la capacidad de recuperación, y por ende la capacidad de resiliencia empresarial, se basa en la capacidad humana para aprender y actuar de forma oportuna con información válida (Comfort, Siciliano y Okada, 2011).

Dalziell y McManus, (2004) también explican que una de las maneras en que un sistema se puede recuperar ante situaciones adversas es mediante la aplicación de respuestas disponibles para afrontar el evento disruptivo. Para ello, se precisa de un conocimiento profundo de las respuestas disponibles ante eventos disruptivos ya acontecidos para poder reutilizar el conocimiento generado en las acciones de recuperación pasadas. Por consiguiente, la disponibilidad de información es básica, y para ello, el registro de información histórica acerca de eventos disruptivos acontecidos y de las medidas implementadas para recuperarse en el menor tiempo y coste posible, es de vital importancia para incrementar y mejorar la capacidad de recuperación, uno de los dos ejes vitales de la resiliencia empresarial.

5.3.2.1 Análisis del Estado Actual

El análisis del estado actual de la empresa en cuanto a su capacidad de recuperación, tal y como se ha indicado anteriormente, se basa en el registro de información histórica acerca de eventos disruptivos que ya hayan acontecido en el pasado y de sus acciones de recuperación (Figura 5.15).

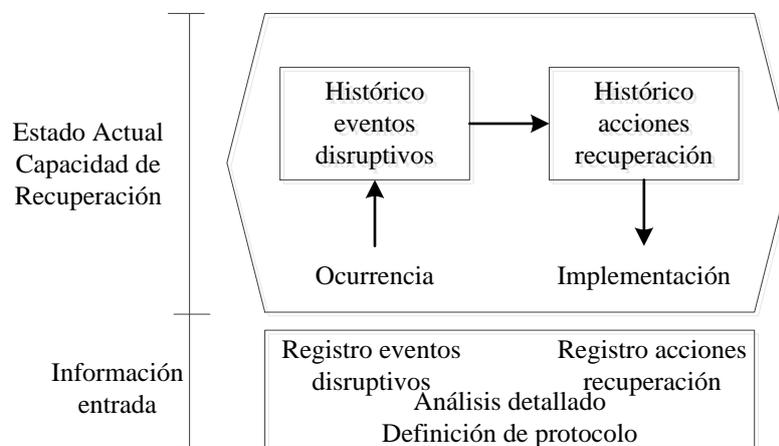


Figura 5.15. Marco de análisis del estado actual de la capacidad de recuperación.

En el caso en que ninguno de los eventos predefinidos en SATIER haya acontecido en la empresa, el análisis de la situación actual de la capacidad de recuperación de la empresa se considera cero y el cálculo del índice de resiliencia se basa tan sólo en el análisis de la capacidad de preparación. Sin embargo, cabe mencionar, que el listado predefinido de eventos disruptivos de SATIER (ver sección 5.2.2.2) ha sido definido de forma minuciosa basándose en las preocupaciones de empresas reales y en los eventos disruptivos más comunes y que más se mencionan en la literatura. Es por esto, que es muy probable que alguno de los eventos disruptivos que se analicen en la herramienta SATIER haya acontecido en la empresa usuaria de la herramienta en algún momento de su ciclo de vida. Otra cosa es que haya constancia de que dicho evento disruptivo realmente se ha producido, pero para ello, en la propuesta metodológica (capítulo 6) en la etapa II.1, se define, con sumo cuidado, las fuentes de información relevantes para identificar los datos de entrada a la herramienta.

Además cabe destacar que las empresas tienen la posibilidad de analizar cualquier tipo de eventos disruptivos, incluso aquellos que no están incluidos en el listado predefinido de la herramienta SATIER (ver sección 5.6.3). La experiencia adquirida durante la utilización de SATIER en pruebas piloto reales (ver capítulo 7) es que las empresas suelen estar interesadas en analizar eventos disruptivos que ya han acontecido y en caso de que no estén incluidos en la versión actual de la herramienta, se pueden analizar siguiendo el proceso de la Figura 5.37. Ello asegura que alguno de los eventos disruptivos analizados ya ha acontecido en el pasado para de esta forma poseer información y poder realizar el análisis actual de la capacidad de recuperación.

Para el análisis del estado actual de la capacidad de recuperación, SATIER analiza diferentes elementos en relación al registro del histórico de eventos disruptivos de la empresa y de las acciones que se ejecutaron para volver al estado normal de operación.

Registro de la ocurrencia del evento disruptivo

En el análisis de la situación actual de la capacidad de recuperación, SATIER no considera la cantidad de veces que un evento disruptivo específico ha acontecido, pues ese dato ya se encuentra indicado mediante la estimación de la probabilidad de ocurrencia en el análisis de la situación actual de la capacidad de preparación, sino que el análisis de SATIER se focaliza en, si ha habido o no, un registro del evento. Dicho registro, puede ser una simple anotación en un papel por parte de un individuo de un departamento de la empresa en el que se señale que en una fecha determinada ocurrió una circunstancia adversa o puede ser que la empresa disponga de un repositorio de información/conocimiento común y colaborativo en el que todo el personal (o los responsables de las áreas) registren la información acerca de la ocurrencia de eventos disruptivos. Respecto al primer caso, el peligro es que al no haber ningún mecanismo formalizado de registro de la información, la ocurrencia del evento disruptivo ha sido registrado, pero nadie más que quien lo registró sabe de su existencia. Por ello, tan importante es definir un procedimiento de registro y que todo el personal sea conocedor del mismo así como tener las herramientas adecuadas para poder realizar un registro de la información de forma colaborativa y que la información esté fácilmente accesible cuando se requiera. Dicha información es muy valiosa, pues la capacidad de recuperación en la herramienta SATIER, se basa en el registro de información y por tanto un registro adecuado de la ocurrencia de los eventos disruptivos hará que la capacidad de recuperación de la empresa sea mayor.

Registro de la acción de recuperación para hacer frente al evento disruptivo

Del mismo modo que en el caso anterior, SATIER también analiza no solo el registro de un evento disruptivo específico, sino también el registro de las acciones que se implementaron para devolver a la empresa a su nivel estándar de operación. Por ejemplo, en el caso de que el evento disruptivo: “problemas financieros de los clientes” haya acontecido en algún momento en la historia de la empresa, SATIER analiza si se registró este evento, es decir si se guardó información acerca de cuándo ocurrió, con qué cliente, etc., pero también de las medidas que se tomaron ante los problemas financieros del cliente. Tan importante para la capacidad de resiliencia es tener un registro de los eventos disruptivos como de la información acerca de las acciones de recuperación que llevaron a cabo para hacer frente a dicho evento disruptivo.

Análisis detallado del evento disruptivo y de la acción de recuperación ejecutada

Cuanto más detallada sea la información registrada, mayor valor tendrá para la empresa si ésta tiene que recuperarse ante un evento disruptivo. Si bien es cierto, que el nivel de detalle del registro de la información tiene que estar en equilibrio con los recursos utilizados para su registro y con el valor que dicho registro proporciona.

El análisis detallado del evento disruptivo y de la acción de recuperación ejecutada no solo engloba una definición breve de lo que ha ocurrido y qué se ha hecho para solucionarlo sino que implica una descripción más afinada que represente con mayor nivel de detalle la situación que ha acontecido, así como una exposición precisa y minuciosa de las acciones que se han llevado a cabo para minimizar los efectos negativos de la ocurrencia de dicha situación. No es lo mismo, registrar que para el evento disruptivo de: “espionaje industrial en el desarrollo de un nuevo producto”, la acción de recuperación, fue la de investigar a todo el personal envuelto en el proceso de desarrollo de nuevos productos, que registrar que el evento disruptivo de: “espionaje industrial” fue cometido en el desarrollo del nuevo cosmético anti-edad para pieles normales y/o mixtas con fecha de 20 de enero de 2016, en el cual ha estado involucrado el personal del departamento de desarrollo de nuevos productos y del departamento de i+D+I, y que se han desarrollado las siguientes acciones: (i) entrevistas con todo el personal involucrado en el desarrollo del nuevo producto junto con las anotaciones de dichas entrevistas (ii) investigación por parte de un agente externo (detective privado), (iii) contacto con los abogados de la empresa para informarse de las acciones legales posibles, etc. En el primer caso, tan solo se describe el evento disruptivo en general y la acción principal que emprendió la empresa. En el segundo caso, se plantea un análisis más preciso para que quede constancia de forma exacta de lo acontecido.

SATIER precisa como dato de entrada si la empresa suele realizar análisis detallados ante la ocurrencia de un evento disruptivo y de las acciones de recuperación que se han llevado a cabo.

Definición de un protocolo de actuación

Un protocolo de actuación consiste en una serie de instrucciones, en forma de pasos, que se definen para guiar el desarrollo de un procedimiento en concreto y cómo se debe actuar en ciertas situaciones. En los protocolos se suele describir aquellas acciones que se han desarrollado o implementado para superar dicha situación. Los protocolos pueden ser documentos, diagramas, bases de datos, etc. Dependiendo de las necesidades empresariales, la empresa definirá el tipo de protocolo que mejor se ajuste a sus

necesidades. El objetivo de un protocolo es recopilar conductas, acciones, técnicas...que se consideran adecuadas ante la ocurrencia, en este caso, de eventos disruptivos.

El objetivo primordial en la definición de un protocolo, radica en el hecho de que quede registrado el conocimiento tácito de forma explícita y de esta forma:

- Normalizar la práctica.
- Disminuir la complejidad, incertidumbre e indecisión en la recuperación ante un evento disruptivo.
- Mejorar la capacidad de recuperación.
- Crear una poderosa fuente de información y conocimiento.
- Disminuir la curva de aprendizaje ante nuevo personal.
- Disminuir el tiempo de respuesta.

Pero no solo es importante definir un protocolo, sino hacer que esté disponible y que sea fácilmente accesible, para servir de guía estándar ante la ocurrencia del mismo evento disruptivo en el futuro.

SATIER precisa información acerca de las prácticas de la empresa en cuanto a la definición de protocolos de actuación ante eventos disruptivos.

5.3.2.2 Análisis del Estado Futuro

El análisis del estado futuro de la capacidad de recuperación de la empresa engloba la voluntad de registro de: (i) los potenciales eventos disruptivos que acontezcan, (ii) las acciones de recuperación ejecutadas para volver al nivel de operación habitual de la empresa, (iii) un análisis detallado de lo que ha ocurrido y qué se ha hecho para recuperarse de dicha situación y (iv) la definición de un protocolo de actuación para tener información disponible y fácilmente accesible de todos los pasos a seguir ante situaciones adversas (Figura 5.16).

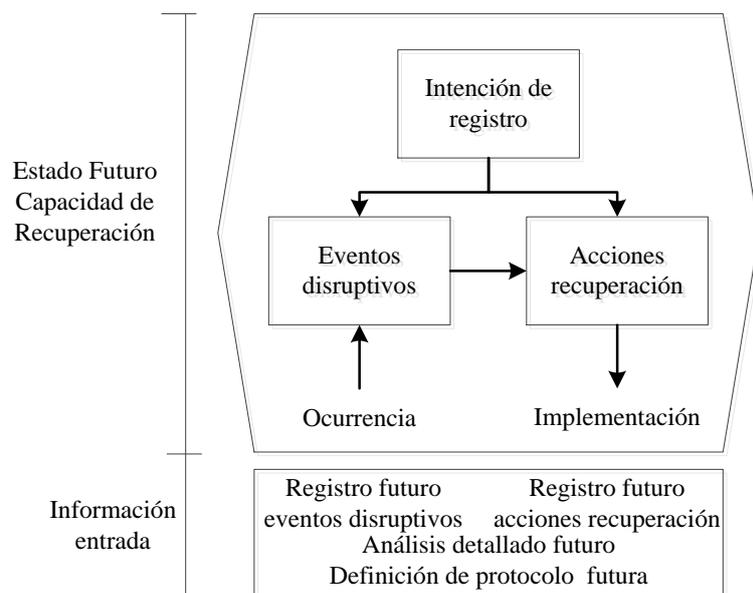


Figura 5.16. Marco del análisis del estado futuro de la capacidad de recuperación.

Intención de registro futuro de la ocurrencia del evento disruptivo

SATIER precisa conocer las intenciones de la empresa en cuanto a su voluntad de registrar eventos disruptivos. Para aquellas empresas, que en la actualidad ya registran la información acerca de la ocurrencia de un evento disruptivo, lo más probable es que continúen registrando la ocurrencia de los eventos disruptivos, sin embargo, para aquellas empresas en las cuales no existe un procedimiento formalizado de registro de eventos disruptivos, deberán estimar su intencionalidad a este respecto.

Intención de registro futuro de la acción de recuperación para hacer frente al evento disruptivo

Del mismo modo que en el caso anterior, la empresa debe expresar su afán de, no solo registrar las situaciones adversas, sino también las acciones que se ejecutaron para sobreponerse al impacto negativo del evento disruptivo, y así asegurar la continuidad del negocio. SATIER analizará la predisposición que

tiene la empresa para llevar a cabo acciones futuras de registro, tanto de los eventos disruptivos como de las acciones de recuperación que se ejecutaron.

Análisis detallado futuro del evento disruptivo y de la acción de recuperación ejecutada

Cuanto mayor cantidad de información y más detallada sea, mayor será el conocimiento registrado de la empresa acerca de qué hacer y cómo actuar ante la ocurrencia de un evento disruptivo, siempre que exista un equilibrio entre los recursos utilizados y el valor que dicho registro proporciona. Además, en el análisis detallado, la empresa también puede analizar otras alternativas, incluso los fallos cometidos durante las acciones de recuperación pasadas, para no volver a cometer los mismos errores. Para ello, SATIER precisa como dato de entrada, que la empresa le proporcione información acerca de su compromiso para realizar dicho análisis detallado en el corto y medio plazo.

Definición de un protocolo de actuación futuro

Como ya se ha ido mostrando a través de los diferentes elementos de análisis de la capacidad de recuperación, SATIER requiere información por parte de la empresa acerca de la intención de registro, pero teniendo en cuenta el nivel de detalle de la información que pretende registrar en el futuro. Con la intencionalidad de registro del evento disruptivo, el nivel de detalle de la información es muy bajo, mientras que la intención en el registro y definición de un protocolo de actuación, es el nivel de información más detallado. Cuanto mayor nivel de detalle (considerando que se registra la información precisa y exacta), más prosperará la capacidad de recuperación y por ende la capacidad de resiliencia.

5.4 Cálculo del Índice de Resiliencia Empresarial

La herramienta SATIER proporciona información acerca de cuán resiliente es la empresa y qué hacer para que sea más resiliente. Para ello, compara los índices calculados de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial del estado AS IS con los índices del estado TO BE, después de la introducción de ciertas mejoras (Figura 5.17) para determinar:

- Respecto a la capacidad de preparación: (i) cuán vulnerable es la empresa actualmente (AS IS), (ii) qué acciones preventivas debería implementar para mejorar su capacidad de preparación ante eventos disruptivos (mejoras) y por tanto su capacidad de resiliencia y (iii) cuán preparada estará si implementa la solución que le proporciona la herramienta SATIER (TO BE)
- Respecto a la capacidad de recuperación: (i) cuán recuperable es la empresa actualmente, basándose en que una empresa poseerá mayor capacidad de recuperación, cuanto más conocimiento tenga de las características de los eventos disruptivos y de las acciones de recuperación llevadas a cabo para mitigar dichos eventos, (ii) cómo registrar conocimiento acerca de eventos disruptivos mediante el diseño del módulo de registro de la herramienta SATIER (mejora) y (iii) cuanto mejorará la capacidad de recuperación si la empresa decide llevar a cabo acciones de registro del conocimiento.



Figura 5.17. Resumen de la herramienta SATIER (Sanchis y Poler, 2016).

5.4.1 Cálculo del Índice de la Capacidad de Preparación

La siguiente notación es la que utiliza la herramienta SATIER para el cálculo del índice de la capacidad de preparación:

Índices

$i = 1 \dots n_{SATIER}$ Indica los diferentes eventos disruptivos que pueden acontecer

$j= 1 \dots m$ Indica las diferentes acciones preventivas que se pueden implementar para hacer frente a los eventos disruptivos

Parámetros

n_{SATIER} : Número total de eventos disruptivos pre-definidos en la herramienta SATIER.

n : Número total de eventos disruptivos analizados por la empresa.

P_i : Probabilidad que acontezca el evento disruptivo i en el horizonte temporal.

P_{ij} : Probabilidad que acontezca el evento disruptivo i después de haber implementado la acción preventiva j en el horizonte temporal.

H_i : Horizonte temporal en la previsión de la ocurrencia del evento disruptivo i (años).

S_i : Severidad con la que acontecería el evento disruptivo i .

S_{ij} : Severidad con la que acontecería el evento disruptivo i después de haber implementado la acción preventiva j .

H_i : Horizonte temporal en la previsión de la ocurrencia del evento disruptivo i (años).

F : Facturación anual (€).

CF_i : Coste del evento disruptivo i como % sobre el coste de facturación anual en caso de que aconteciese dicho evento (%).

CF_j : Coste de la acción preventiva j como % sobre la facturación (%).

I : Inversión en resiliencia (€).

R_{ij} : Parámetro binario que relaciona el evento disruptivo i y las acciones preventivas j .

VC_{emp} : Valor contable de la empresa (€).

C_i : Coste esperado anual del evento disruptivo i (€).

C_j : Coste anual de la acción preventiva j (€).

C_{ij} : Coste esperado anual del evento disruptivo i tras haber implementado la acción preventiva j (€).

A_{ij} : Ahorro anual de un evento disruptivo i que la empresa experimentaría tras haber implementado la acción preventiva j (€).

Utilizando estas notaciones, el coste esperado anual del evento disruptivo i es:

$$C_i = \frac{P_i}{H_i} \cdot \frac{CF_i}{100} \cdot F \tag{5.1}$$

El coste anual de la acción preventiva j partiendo de los datos de entrada de la herramienta SATIER es:

$$C_j = \frac{CF_j}{100} \cdot F \tag{5.2}$$

El coste esperado anual del evento disruptivo i tras haber implementado la acción preventiva j es:

$$C_{ij} = \frac{P_{ij}}{H_i} \cdot \frac{S_{ij}}{S_i} \cdot \frac{CF_i}{100} \cdot F \tag{5.3}$$

Por tanto, si la empresa implementa ciertas acciones preventivas que proporcionen mayor capacidad de preparación a la empresa, el coste del evento disruptivo después de dicha implementación se estima que será menor, lo cual supondrá un ahorro según:

$$A_{ij} = C_i - C_{ij} \tag{5.4}$$

Tal y como se indicaba en la sección 5.3.1.2, se presume que la probabilidad de ocurrencia de un evento disruptivo debe ser mayor o igual que la probabilidad de ocurrencia después de haber ejecutado una acción preventiva y del mismo modo ocurre con la severidad, tal y como se indica en (5.5) y (5.6):

$$P_i \geq P_{ij} \quad (5.5)$$

$$S_i \geq S_{ij} \quad (5.6)$$

Además, el parámetro R_{ij} es un parámetro binario que indica la relación entre el evento disruptivo i y las diferentes acciones preventivas j . Si el valor de R_{ij} es 1, es debido a que la acción preventiva j influye en el evento disruptivo i , reduciendo su probabilidad y/o severidad. Si el valor de R_{ij} es 0, significa que la acción preventiva j no tiene ninguna influencia en el evento disruptivo, tal y como se indica en (5.7):

$$R_{ij} \in \{0,1\}, i = 1 \dots n_{SATIER} \quad (5.7)$$

5.4.1.1 Cálculo del Estado Actual

Para conocer la situación actual de la empresa, el análisis se basa en cuán vulnerable es la empresa ante los potenciales eventos disruptivos y de esta forma, poder analizar el nivel de preparación ante dichos eventos. El índice actual de la capacidad de preparación ante eventos disruptivos viene determinado por la fórmula (5.8):

Índice de la Capacidad de Preparación AS IS

$$I_{PRE_{AS\ IS}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{VC_{emp}} \cdot \frac{n_{SATIER}}{n} \quad (5.8)$$

El índice actual de preparación tiene en cuenta el coste esperado anual de la totalidad de los eventos disruptivos que potencialmente pueden acontecer y que han sido analizados por la empresa, así como el valor contable de la misma, que radica fundamentalmente en su balance o activos. La estimación del valor contable de la empresa es necesaria para calcular $I_{PRE_{AS\ IS}}$, ya que si el valor de la misma perdura en el tiempo, significa que tiene una capacidad de preparación ante eventos disruptivos del 100% y su valor no se ve alterado y se mantiene a largo plazo. En el caso en que la fórmula de cálculo del índice $I_{PRE_{AS\ IS}}$ fuese negativa, se forzaría al índice a ser 0.

5.4.1.2 Cálculo del Estado Futuro

Para el cálculo del estado futuro de la capacidad de resiliencia, se deben ejecutar ciertas mejoras que haga que el índice de preparación ante eventos disruptivos mejore, y de esta forma, poder comparar los índices antes y después, para poder valorar la magnitud de la mejora. Dichas mejoras se basan en la implementación de acciones preventivas que preparen a la empresa para hacer frente a situaciones indeseables. SATIER proporcionará, como información de salida de ayuda al proceso de toma de decisiones, la solución óptima acerca de qué acciones preventivas implementar para mejorar, de forma eficiente, el índice de preparación futuro de la empresa, y por ende, su capacidad de resiliencia. Para ello, la herramienta SATIER utiliza un modelo de programación lineal mixta entera (MILP - *Mixed Integer Linear Programming*) tal y como se detalla a continuación.

Modelo MILP de SATIER

Las variables de decisión del modelo de la herramienta SATIER son las que se resumen a continuación:

E_j : Variable binaria que indica si la acción preventiva j se activa o no (1, si se activa; 0, en caso contrario) tal y como se indica en (5.9):

$$E_j \in \{0,1\}, j = 1 \dots m \quad (5.9)$$

CD_i : Variable que indica el coste esperado anual del evento disruptivo i después de haber implementado una o varias acciones preventivas j (€).

A_i : Variable que indica el ahorro que se produciría tras haber implementado una o varias acciones preventivas j sobre el evento disruptivo i (€).

La función objetivo (5.10) trata de minimizar el coste anual esperado de los eventos disruptivos tras la implementación de las acciones preventivas y el coste de las acciones preventivas a implementar según:

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^n CD_i + \sum_{j=1}^m C_j \cdot E_j \quad (5.10)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^m C_j \cdot E_j \leq I \quad (5.11)$$

$$CD_i \geq C_i - A_i \quad 1 \leq i \leq n \quad (5.12)$$

$$A_i = \sum_{j=1}^m A_{ij} \cdot R_{ij} \cdot E_j \quad 1 \leq i \leq n \quad (5.13)$$

La ecuación (5.11) indica que el coste total de las acciones preventivas que se vayan a implementar debe ser menor a los recursos que dispone la empresa para mejorar su capacidad de preparación, es decir, la inversión en resiliencia empresarial que la empresa esté dispuesta a realizar, la ecuación (5.12) calcula el coste esperado anual del evento disruptivo i tras haber implementado las acciones preventivas, como la diferencia entre el coste esperado anual del evento disruptivo inicial menos los ahorros obtenidos. Este valor no puede ser menor que cero. Y la ecuación (5.13) que indica el ahorro que experimentará la empresa sobre el evento disruptivo i al implementar las acciones preventivas j , identificadas según $E_j = 1$.

Minoración del Ahorro tras Activar dos o más Acciones Preventivas

El modelo presenta características especiales relacionadas con la aplicación de un conjunto combinado de acciones preventivas sobre el mismo evento disruptivo. Cuando esto ocurre, las mejoras, en términos de ahorro no son necesariamente la suma de los ahorros de todas las acciones preventivas implementadas sobre el evento, sino que habitualmente el ahorro es menor a la suma de los ahorros de todas las acciones preventivas implementadas sobre el mismo evento disruptivo. Por lo tanto, la relación entre el ahorro y el efecto que produce en la capacidad de resiliencia de la empresa, debe ser considerada en el modelo. Esta característica presenta sinergias con los estudios farmacológicos de Chou y Talalay (1983 y 1984) que se centran en el análisis de los efectos de medicamentos combinados. Belen'kii y Schinazi (1994) analizan el antagonismo, sinergia y aditivismo de las combinaciones de diferentes medicamentos. El ahorro en el evento disruptivo que se experimenta tras implementar una combinación de acciones preventivas, presenta una especie de "antagonismo". El antagonismo (Berenbaum, 1977) se define como el efecto conjunto de dos o más medicamentos de tal manera que, el efecto combinado es inferior a la suma de los efectos producidos por cada agente por separado (BUSM, 2016).

El ahorro cuando dos o más acciones preventivas son implementadas sobre el mismo evento disruptivo presenta cierto antagonismo, pero difiere del antagonismo definido en los artículos de farmacología, en que la acción preventiva que presenta el mayor ahorro prevalece frente al resto de acciones preventivas que son minoradas. Por ello, el modelo introduce la siguiente fórmula de minoración para todas aquellas acciones preventivas activadas en la solución óptima, que aplican al mismo evento disruptivo y que presentan ahorros menores a aquella acción preventiva que genera el máximo ahorro:

$$\mu_i = \alpha \cdot \frac{\beta}{k_i} \quad (5.14)$$

Siendo,

α : Parámetro entre $0 \leq \alpha \leq 1$.

β : Parámetro entre $0 \leq \beta \leq k_i$.

k_i : Número de acciones preventivas activadas para el mismo evento disruptivo i .

La definición de los valores de α y β dependerán del grado que desee minorar.

Para determinar qué acción preventiva genera el máximo ahorro, se descuenta el coste de la acción preventiva.

Cuando al obtener una solución óptima con el MILP, aparecen dos o más acciones preventivas sobre el mismo evento disruptivo, se aplica la fórmula de minoración, y se vuelve a calcular el MILP, y así sucesivamente, hasta que se obtiene dos soluciones consecutivas iguales.

Índice de la Capacidad de Preparación TO BE

Mediante la variable E_j , el modelo proporcionará la información acerca de qué acciones preventivas se deben implementar para obtener la solución óptima. Con esta nueva información, SATIER calcula el índice futuro de la capacidad de preparación según:

$$I_{PRE_{TO BE}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n CD_i + \sum_{j=1}^m C_j \cdot E_j}{VC_{emp}} \cdot \frac{n_{SATIER}}{n} \quad (5.15)$$

El $I_{PRE_{TO BE}}$ tiene en cuenta el coste esperado anual del evento disruptivo i después de haber implementado una o varias acciones preventivas j , así como el coste anual de las acciones preventivas óptimas activadas en la solución del MILP, todo ello, fundamentado sobre el valor contable de la empresa.

5.4.2 Cálculo del Índice de la Capacidad de Recuperación

Para el cálculo del índice de la capacidad de recuperación, SATIER considera la gestión del conocimiento como un área vital en el estudio de la resiliencia empresarial. Se estima que una vez que un evento disruptivo ha acontecido y ha impactado en la empresa, el registro del conocimiento de eventos pasados, dotará a la empresa de una capacidad de recuperación mayor, que aquellas empresas que no dispongan de esta valiosa información. Por ello, SATIER analiza la base de conocimiento de la empresa, en cuanto al registro de históricos relacionados con aspectos de la resiliencia empresarial para el cálculo de la capacidad de recuperación, tanto de su estado actual como de la voluntad futura de generar dicha base de conocimiento.

Las acciones de registro que analiza la herramienta SATIER son 4:

- Registro del evento disruptivo.
- Registro de la/s acción/es de recuperación para volver al estado normal de operación de la empresa.
- Registro de un análisis detallado sobre la ocurrencia del evento disruptivo y la/s acción/es de recuperación.
- Registro de un protocolo de actuación que sirva de guía estándar ante la ocurrencia del evento disruptivo.

La siguiente notación es la que se utiliza en la herramienta SATIER para el cálculo del índice de la capacidad de recuperación:

n_{pas} : Número de eventos pasados de la empresa. Se refiere al número total de eventos acontecidos en algún momento durante el ciclo de vida de la empresa.

nr_{eve} : Número de registros de eventos disruptivos ya acontecidos en la empresa.

nr_{rec} : Número de registros de acciones de recuperación de eventos disruptivos ya acontecidos en la empresa.

nr_{ana} : Número de registros de análisis detallados en los cuales se ha estudiado de forma precisa los eventos disruptivos ya acontecidos junto con las acciones de recuperación llevadas a cabo.

nr_{pro} : Número de registros de protocolos de actuación de eventos disruptivos ya acontecidos en la empresa.

nr'_{eve} : Número de registros futuros de eventos disruptivos que ya hayan acontecido en la empresa.

nr'_{rec} : Número de registros futuros de acciones de recuperación de eventos disruptivos que ya hayan acontecido en la empresa.

nr'_{ana} : Número de registros futuros de análisis detallados en los cuales se han analizado de forma precisa los eventos disruptivos ya acontecidos en la empresa junto con las acciones de recuperación llevadas a cabo.

nr'_{pro} : Número de registros futuros de protocolos de actuación de eventos disruptivos que ya hayan acontecido en la empresa.

δ : Parámetro utilizado para la ponderación de la importancia del registro de los eventos disruptivos.

φ : Parámetro utilizado para la ponderación de la importancia del registro de las acciones de recuperación.

ω : Parámetro utilizado para la ponderación de la importancia del registro del análisis detallado de los eventos disruptivos acontecidos y de las acciones de recuperación llevadas a cabo.

γ : Parámetro utilizado para la ponderación de la importancia del registro del protocolo de actuación ante eventos disruptivos.

5.4.2.1 Cálculo del Estado Actual

Con la información acerca de las acciones de registro que la empresa actualmente tiene implementadas, se calcula el índice de la capacidad de recuperación actual de la empresa:

$$I_{REC_{ASIS}} = \frac{\delta \cdot nr_{eve} + \varphi \cdot nr_{rec} + \omega \cdot nr_{ana} + \gamma \cdot nr_{pro}}{n_{pas}} \quad (5.16)$$

5.4.2.2 Cálculo del Estado Futuro

Del mismo modo que con el cálculo del índice de recuperación del estado actual, el cálculo del estado futuro se basa en la intención y voluntad de la empresa para, si todavía no se ejecutan, realizar acciones de registro. Por lo tanto, el índice de la capacidad de recuperación futura se basa en la disposición de la empresa para registrar información futura sobre eventos disruptivos, acciones de recuperación, llevar a cabo un análisis detallado y definir un protocolo de actuación, según:

$$I_{REC_{TOBE}} = \frac{\delta \cdot nr'_{eve} + \varphi \cdot nr'_{rec} + \omega \cdot nr'_{ana} + \gamma \cdot nr'_{pro}}{n_{pas}} \quad (5.17)$$

La herramienta SATIER ofrece el diseño del módulo de registro del conocimiento sobre la ocurrencia de eventos disruptivos y las acciones de recuperación. Por ello, SATIER no solo evalúa y compara los índices de la capacidad de recuperación actual y futura para ofrecer a las empresas la visión de dónde se encuentra y dónde podrían llegar a estar, sino que ofrece los medios para convertir sus intenciones de registro futuras en una realidad.

5.4.3 Cálculo del Índice de Resiliencia Empresarial

El principal objetivo de la herramienta SATIER es: (i) ofrecer información a la empresa acerca de la situación actual en cuanto a su capacidad de resiliencia, (ii) proporcionar información acerca de qué acciones preventivas debería implementar para mejorar su capacidad de preparación ante eventos disruptivos y aportar el diseño de un módulo de registro del conocimiento para mejorar la capacidad de recuperación y, (iii) facilitar información a la empresa acerca de si se implementan las acciones preventivas y se realiza un registro de conocimiento, cuál sería su capacidad de resiliencia futura. Por ello, el objetivo de la presente investigación es el cálculo del índice de resiliencia actual y futuro, junto con su comparación, para observar la capacidad de resiliencia que tiene la empresa actualmente y dónde podría llegar sabiendo que es lo que debe hacer. Como ya se ha comentado a lo largo de todo el capítulo, la resiliencia empresarial es función de sus capacidades constituyentes de preparación y recuperación. Por lo tanto el índice actual de resiliencia empresarial es la combinación de ambas capacidades, según:

$$I_{RE_{ASIS}} = \lambda \cdot I_{PRE_{ASIS}} + (1 - \lambda) \cdot I_{REC_{ASIS}} \quad (5.18)$$

$$I_{RE_{TOBE}} = \lambda \cdot I_{PRE_{TOBE}} + (1 - \lambda) \cdot I_{REC_{TOBE}} \quad (5.19)$$

Siendo, λ : Parámetro utilizado para la ponderación de la importancia de las capacidades de preparación y recuperación.

5.5 Información de Salida de SATIER

La información de salida de la herramienta SATIER abarca dos elementos fundamentales. El primer elemento engloba un informe personalizado a cada empresa usuaria de la herramienta en la que se detalla cuán resiliente es y cuán resiliente podría llegar a ser basándose en la información de entrada a la herramienta. El segundo elemento que ofrece SATIER, es el diseño del módulo de registro de conocimiento. Dicho diseño puede ser utilizado de base para desarrollar un propio espacio colaborativo de registro del conocimiento a través de la intranet de las empresas usuarias de SATIER, a través de

aplicaciones de escritorio o directamente a través de cualquier servicio de alojamiento de archivos como por ejemplo Google Drive.

5.5.1 Informe Final para las Empresas Usuarías de SATIER.

La información de salida de la herramienta SATIER, a través del informe personalizado, es diversa, pues a la empresa se le proporciona información acerca de cuán resiliente es actualmente pero también cuánto podría ser en un futuro si aplicase una serie de acciones (preventivas y de registro). La información de salida a través del informe personalizado para las empresas se estructura del siguiente modo:

- Índice de la capacidad de preparación del estado actual (AS IS) y futuro (TO BE). A las empresas se les proporciona el cálculo de cuán preparadas están para hacer frente a eventos disruptivos potenciales que puedan acontecer mediante la evaluación de la información de entrada. Además se les ofrece información de en qué grado podría incrementar su capacidad de preparación si la empresa activase e implementase ciertas acciones.
- Índice de la capacidad de recuperación del estado actual (AS IS) y futuro (TO BE). Del mismo modo que en el caso anterior, la información de salida sobre la capacidad de recuperación de la empresa se centra en proporcionar el índice actual respecto a si la empresa podría recuperarse eficientemente a través de la base actual de conocimiento disponible en la empresa y en qué gradiente de la capacidad de recuperación se situaría la empresa si aumentase su base de conocimiento.
- Acciones a llevar a cabo para la transición del estado AS IS al estado TO BE de la capacidad de resiliencia empresarial. Las acciones propuestas por SATIER para la mejora de la resiliencia empresarial, y por tanto para facilitar la transición del estado actual (AS IS) hacia el estado ideal futuro (TO BE), se basan en la implementación de acciones preventivas, para mejorar la capacidad de preparación de la empresa ante eventos disruptivos y las acciones de registro de conocimiento del histórico de eventos disruptivos, para poder aplicar dicho conocimiento y recuperarse más eficientemente. Por tanto, SATIER ofrece información relevante acerca de:
 - Qué acciones preventivas son las óptimas a implementar con la inversión que está dispuesta a realizar la empresa para la mejora de la capacidad de preparación de empresa.
 - Así como el diseño del módulo de registro de información del histórico de eventos disruptivos que actúe como base de conocimiento para la mejora de la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial.
- Índice de la capacidad de resiliencia del estado actual (AS IS) y futuro (TO BE). Con toda la información anterior, se calcula el índice de resiliencia empresarial, en el cual la empresa puede ponderar la importancia de cada una de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial. Si la empresa pretende ser más proactiva deberá dar más importancia a la capacidad de preparación mientras que si su visión es más reactiva, ponderará con mayor peso, a la capacidad de recuperación. Con todo ello, se calcula el índice de resiliencia de la situación AS IS y TO BE de forma que la empresa posea una visión de en qué situación se encuentra y hasta dónde puede llegar para mejorar su capacidad de resiliencia.

El informe final que reciben las empresas tan sólo ofrece los resultados individuales de las mismas. Sin embargo, en un futuro próximo, cuando la herramienta haya sido utilizada por una mayor cantidad de empresas, se plantea la posibilidad de hacer informes sectoriales (manteniendo la información confidencial salvaguardada), donde aparte de mostrar los resultados específicos a nivel intra-empresarial, también se presenten estudios comparativos de la situación de una empresa específica con respecto a otras empresas del mismo sector.

5.5.2 Diseño del Módulo de Registro del Conocimiento

En la presente investigación se ha diseñado el módulo de registro del conocimiento y se ha implementado en un archivo .xlsx como versión prototipo. El módulo está preparado para ser utilizado por cualquier empresa con la versión actual del mismo. Sin embargo, las empresas también pueden utilizar el diseño y estructura del módulo de registro a través de:

- Aplicaciones web, como por ejemplo la intranet corporativa. Para ello, será necesario realizar ajustes para preparar el módulo de registro de conocimiento de forma que sea compatible con las aplicaciones web y que tenga una conexión con la base de datos donde almacenar la información.

- Aplicaciones de escritorio. Las empresas también pueden desarrollar aplicaciones en entornos Windows, Linux o Mac OS X, tomando como base el diseño y estructura del prototipo del módulo.
- Servicio de alojamiento de archivos. El diseño del módulo de registro del conocimiento de SATIER, también puede estar alojado, en su versión actual, en un servicio de alojamiento de archivos como por ejemplo Google Drive, que ofrece la posibilidad de poder editar información online y compartir la información de forma colaborativa entre diferentes usuarios de la empresa.

El diseño del módulo de registro del conocimiento ofrece a las empresas, la configuración y estructura para registrar la información relevante acerca del histórico de eventos disruptivos, para de esta forma, crear una base de conocimiento que facilite el proceso de recuperación de la información relevante necesaria en caso de nuevo acontecimiento de eventos disruptivos. La estructura y contenido del módulo se encuentra disponible en la sección 5.6.6.

5.6 Herramienta SATIER

5.6.1 Esquema de la Herramienta SATIER

El esquema de la herramienta SATIER es el que se presenta en la Figura 5.18.

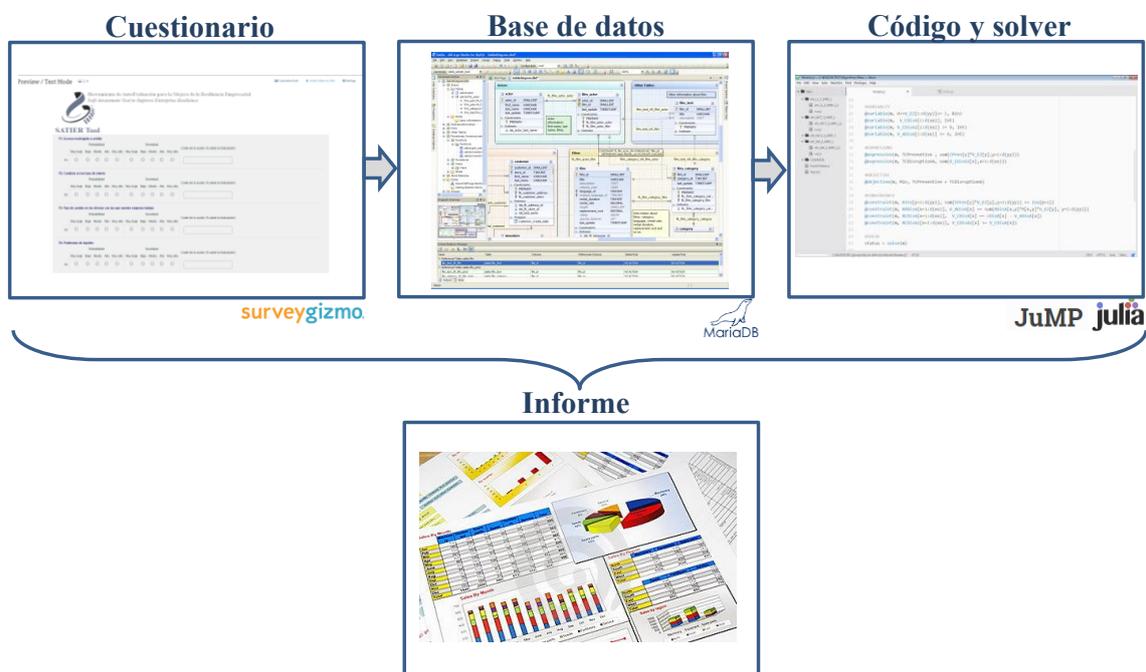


Figura 5.18. Esquema de la herramienta SATIER.

5.6.1.1 Cuestionario de Autoevaluación

Es importante que el proceso de recopilación de los datos necesarios para desarrollar el análisis de la capacidad de resiliencia sea sencillo, así como facilitar al máximo a las empresas usuarias, el proceso de cumplimentación y comprensión del tipo de información que se requiere. La estructura del cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER está basada en el marco conceptual de la herramienta SATIER definido en la sección 5.2. El contenido del cuestionario de autoevaluación en cuanto al listado predefinido de eventos disruptivos y de acciones preventivas está basado en la revisión bibliográfica mostrada en el capítulo 3.

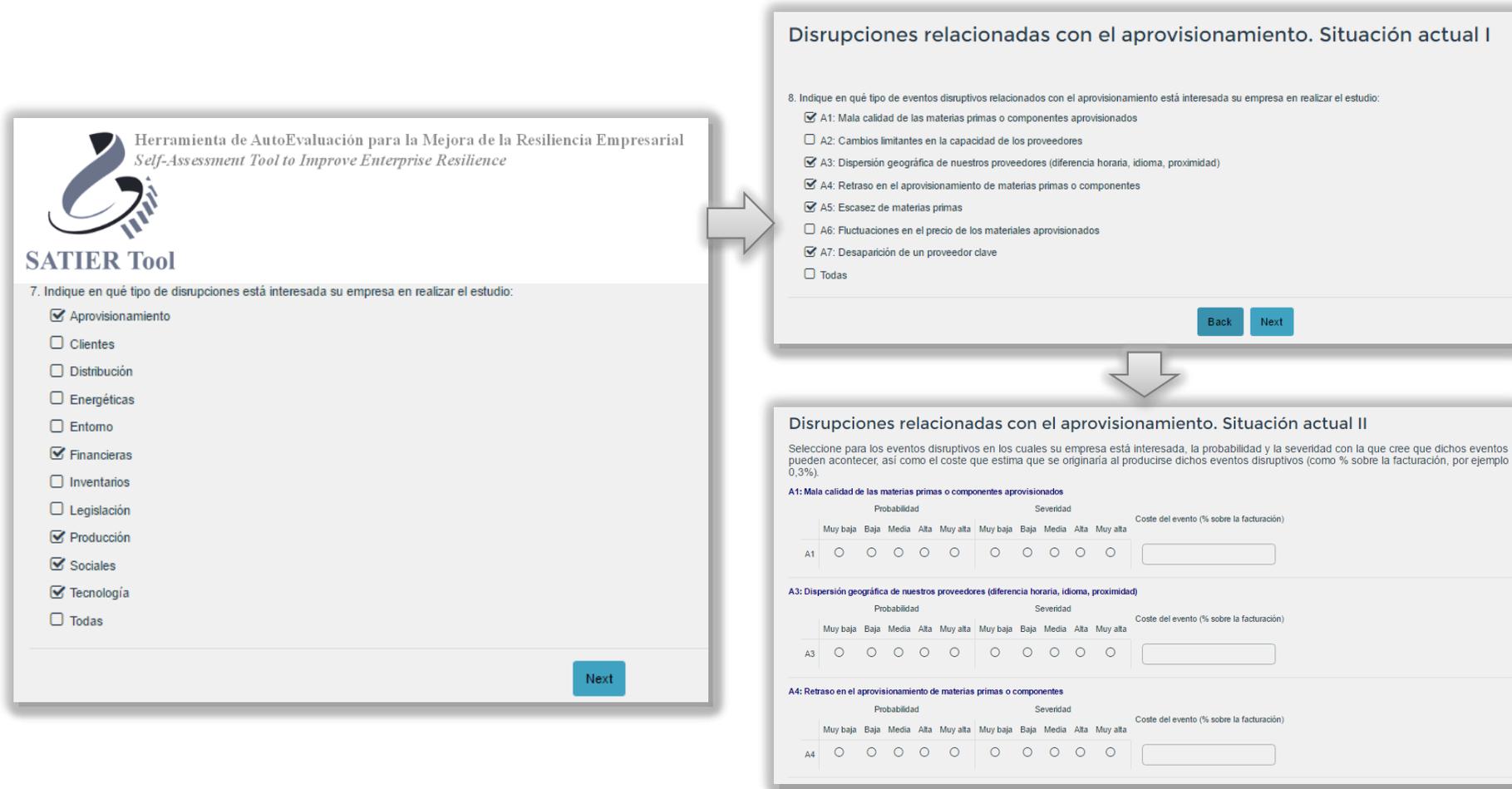


Figura 5.19. Cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER (Survey Gizmo, online).

Cód. Dis	Evento disruptivo	Horizonte temporal			Probabilidad					Severidad					% Coste evento	Cód. Acc	Acciones preventivas	Disminución de la probabilidad al rango...					Disminución de la severidad al rango...					% Coste acción						
		CP	MP	LP	MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA				MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA							
A1	Mala calidad de las materias primas o componentes provisionados															A1.1	Búsqueda de materias primas o componentes alternativos																	
																	A1.2	Búsqueda de proveedores alternativos																
																	A1.3	Homologación/Certificación (auditorías) de la calidad en proveedores																
																	A1.4	Implementación de sistemas de calidad concertada con nuestros proveedores																
																	A1.5	Implementación de sistemas de seguimiento constante de los proveedores/materiales																
																	A1.6	Inspección previa a producción																
																	A1.7	Stock de seguridad de materias primas y/o componentes																
																	A1.8	Otras																
																	A1.9	Otras																
																	A1.10	Otras																
A2	Cambios limitantes en la capacidad de los proveedores															A2.1	Búsqueda de proveedores alternativos																	
																A2.2	Definición de acuerdos contractuales a largo plazo con proveedores																	
																A2.3	Implementación de sistemas de seguimiento constante de los proveedores/materiales																	
																A2.4	Integración vertical hacia atrás de parte o toda la función de aprovisionamiento																	
																A2.5	Otras																	
																A2.6	Otras																	
																A2.7	Otras																	

Indique con una X, las celdas Sí o No para las preguntas 1-8:	1.- ¿Se ha registrado la ocurrencia de dicho evento disruptivo de alguna forma? (si su respuesta es No, responda a partir de la pregunta 5)		2.- ¿Se ha registrado la acción de recuperación utilizada para hacer frente a dicho evento disruptivo? (si su respuesta es No, responda a partir de la pregunta 6)		3.- ¿Se ha realizado un análisis detallado del evento disruptivo y de la acción de recuperación ejecutada? (si su respuesta es No, responda a partir de la pregunta 7)		4.- ¿Se ha definido un protocolo de actuación y se ha registrado para que sirva de guía estandar ante la ocurrencia del mismo evento disruptivo en un futuro? (si su respuesta es No, responda a partir de la pregunta 8)		5.- Si en un futuro volviese a acontecer dicho evento disruptivo, ¿lo registraría?		6.- Si en un futuro aconteciese dicho evento disruptivo, ¿registraría la acción de recuperación ejecutada para hacer frente a dicho evento?		7.- Si en un futuro volviese a acontecer dicho evento disruptivo, ¿realizaría un análisis detallado sobre el evento y la acción de recuperación ejecutada?		8.- Si en un futuro volviese a acontecer dicho evento disruptivo, ¿definiría un protocolo de actuación como guía estándar ante la ocurrencia del evento disruptivo?	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Absentismo	X		X		X		X									
Acceso restringido a crédito	X			X		X		X								
Altos tiempos en la búsqueda de materias, componentes y/o productos necesarios para fases sucesivas		X		X		X		X								
Ambiente hostil en la empresa	X		X		X		X									
Aumento de la competencia		X		X		X		X								
Aumento en los precios de los combustibles	X			X		X		X								
Aumento en los precios de los suministros de agua, gas, electricidad...		X		X		X		X								
Cambios críticos en los requerimientos de nuestros clientes	X		X		X		X									

Figura 5.20. Cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER (.xlsx).

Análisis de los eventos disruptivos y sus acciones preventivas relacionadas con los clientes

A continuación se presentan los eventos disruptivos relacionados con los clientes de la empresa focal. Por cada uno de los eventos disruptivos, la tabla muestra diferentes acciones preventivas que la empresa podría implementar para minimizar los efectos del evento. Por cada acción preventiva, indique:

- El rango de probabilidad (muy baja, baja, media, alta, muy alta, no aplicable) en el que estima que su empresa se situaría tras implementar dicha acción preventiva.
- El rango de severidad (muy baja, baja, media, alta, muy alta, no aplicable) en el que estima que su empresa se situaría tras implementar dicha acción preventiva si la disrupción aconteciese.
- El coste que estima que se originaría de la implementación de dicha acción preventiva, como % sobre la facturación, por ejemplo 0,1% ó 5,6%.

Si además de las acciones preventivas que se presentan a continuación, selecciona "Otras" y en la columna "Descripción", por favor indique en que consistiría la acción preventiva

- **C7: Nuestros clientes requieren de tiempos de entrega cada vez más exigentes**

Información adicional

C7.1: El análisis ABC/XYZ se utiliza como herramienta de control del inventario y para generar estrategias de aprovisionamiento. Resulta útil desde el punto de vista logístico para mejorar al almacenamiento. Este análisis consiste en una clasificación de los artículos según las características del consumo de los mismos. Las referencias con demanda elevada se consideran artículos-A, mientras que los artículos-C son de bajo consumo. Los artículos cuyas ventas son regulares entran en el grupo X y aquellos que se consumen de manera irregular, son considerados Z

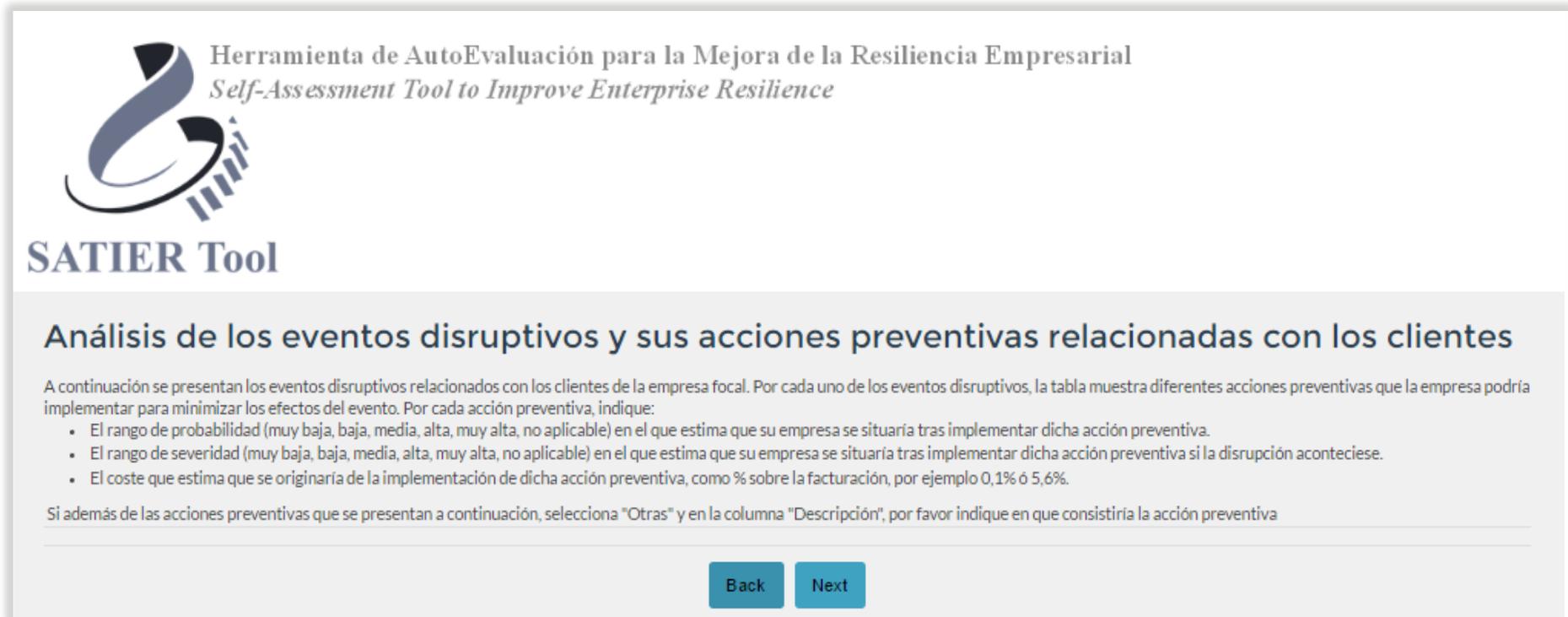
											Coste de la acción (% sobre la facturación)	Descripción	
C7.1: Clasificación ABC-XYZ	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>										
C7.2: Definición de políticas de negociación de plazos de entrega con los clientes	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>										
C7.3: Estudio del cambio en la estrategia de cumplimiento de pedidos, por ejemplo cambio de MTS a MTO o ATO	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>										
C7.4: Estudio e implementación de políticas que fomenten sistemas de producción más flexibles y rápidos	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>										
C7.5: Externalización de parte de la producción	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>										

Figura 5.21. Información adicional en la versión *online* del cuestionario de autoevaluación.

 Herramienta de AutoEvaluación para la Mejora de la Resiliencia Empresarial Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience				Disminución de la probabilidad al rango...					Disminución de la severidad al rango...					% Coste acción		
Cód. Dis	Evento disruptivo	Cód. Acc	Acciones preventivas	MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA			
C7	Nuestros clientes requieren de tiempos de entrega cada vez más exigentes	C7.1	Clasificación ABC-XYZ													
		C7.2	Definición de políticas de negociación de plazos de entrega con los clientes													
		C7.3	Estudio del cambio en la estrategia de cumplimentación de pedidos, por ejemplo cambio de MTS a MTO o ATO													
		C7.4	Estudio e implementación de políticas que fomente sistemas de producción más flexibles y rápidos													
		C7.5	Externalización de parte de la producción													
		C7.6	Stock de seguridad especialmente de productos acabados													
		C7.7	Utilización de horas extras de la mano de obra y de capacidad ociosa de producción													
		C7.8	Valoración del coste del transporte urgente													
		C7.9	Otras													
		C7.10	Otras													
		C7.11	Otras													

El análisis ABC/XYZ se utiliza como herramienta de control del inventario y para generar estrategias de aprovisionamiento. Resulta útil desde el punto de vista logístico para mejorar al almacenamiento. Este análisis consiste en una clasificación de los artículos según las características del consumo de los mismos. Las referencias con demanda elevada se consideran artículos-A, mientras que los artículos-C son de bajo consumo. Los artículos cuyas ventas son regulares entran en el grupo X y aquellos que se consumen de manera irregular, son considerados Z.

Figura 5.22. Información adicional en la versión *offline* del cuestionario de autoevaluación.



 **Herramienta de AutoEvaluación para la Mejora de la Resiliencia Empresarial**
Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience

SATIER Tool

Análisis de los eventos disruptivos y sus acciones preventivas relacionadas con los clientes

A continuación se presentan los eventos disruptivos relacionados con los clientes de la empresa focal. Por cada uno de los eventos disruptivos, la tabla muestra diferentes acciones preventivas que la empresa podría implementar para minimizar los efectos del evento. Por cada acción preventiva, indique:

- El rango de probabilidad (muy baja, baja, media, alta, muy alta, no aplicable) en el que estima que su empresa se situaría tras implementar dicha acción preventiva.
- El rango de severidad (muy baja, baja, media, alta, muy alta, no aplicable) en el que estima que su empresa se situaría tras implementar dicha acción preventiva si la disrupción aconteciese.
- El coste que estima que se originaría de la implementación de dicha acción preventiva, como % sobre la facturación, por ejemplo 0,1% ó 5,6%.

Si además de las acciones preventivas que se presentan a continuación, selecciona "Otras" y en la columna "Descripción", por favor indique en que consistiría la acción preventiva _____

[Back](#) [Next](#)

Figura 5.23. Instrucciones en la versión online del cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER.

La herramienta SATIER dispone de un cuestionario de autoevaluación en dos formatos para la recogida de la información. Uno de los formatos engloba la versión *online*, que ha sido desarrollada con Survey Gizmo. En las primeras secciones de la versión *online*, las empresas deben proporcionar su interés acerca de (i) las fuentes de disrupción (aprovisionamiento, clientes, distribución, energía, finanzas, ...) en las que están interesadas conocer su capacidad de resiliencia, así como (ii) los diferentes eventos disruptivos que pretenden analizar.

El cuestionario presenta una serie de acrónimos, que aunque están definidos en el cuestionario de forma completa, en el Anexo 5.3, se encuentra una tabla resumen, accesible a través de: <https://goo.gl/VYxwjT>

Tal y como muestra la Figura 5.19, dependiendo de la elección realizada, el cuestionario de autoevaluación irá guiando a la empresa por las diferentes secciones de forma que vaya aportando la información necesaria para poder calcular el índice de las capacidades de preparación y recuperación que conforman el índice de la capacidad de resiliencia empresarial.

El otro formato engloba una versión *offline* (Figura 5.20), en formato .xlsx, que se puede descargar a través de la página web de la herramienta SATIER y que puede ser cumplimentada sin necesidad de estar conectado a internet. Diferente personal de diferentes unidades funcionales puede cumplimentar sus secciones de información, para posteriormente integrar la información en un sólo archivo. También cabe la posibilidad de alojar el archivo en la intranet de la empresa (si dispone de ella) o en un espacio compartido como Google Drive para poder ser cumplimentado de forma colaborativa.

Ambas versiones tienen descripciones adicionales, para facilitar a las empresas usuarias la comprensión de la información contenida en SATIER, y de esta forma, simplificar su cumplimentación. En la versión *online*, las descripciones adicionales, aparecen al pasar el ratón por encima del enunciado de “Información adicional” tal y como se muestra en la Figura 5.21.

En el caso de la versión *offline*, las descripciones adicionales vienen en forma de comentarios, para describir con mayor nivel de detalle por ejemplo una acción preventiva específica tal y como muestra la Figura 5.22.

También se han desarrollado instrucciones para cumplimentar el cuestionario de autoevaluación (para las dos versiones). Las instrucciones de la versión online se encuentran dentro del mismo cuestionario de autoevaluación. La Figura 5.23 muestra las instrucciones embebidas en el cuestionario de autoevaluación en su versión *online*. En el caso de la versión offline, las instrucciones están disponibles en el Anexo 5.4, accesible a través de: <https://goo.gl/vfTo0m>

El cuestionario de autoevaluación consta principalmente de 4 secciones, tal y como se muestra en la Figura 6.6 de la etapa II.3 de capítulo 6:

- Análisis general de la empresa (Figura 5.24). En esta sección las empresas deben aportar información general acerca de su empresa como por ejemplo sector, tamaño, email de contacto para poder enviarles los resultados de su análisis, etc.
- Análisis del estado actual de la capacidad de preparación de la empresa (Figura 5.25). SATIER requiere información acerca de diferentes eventos disruptivos que tienen una probabilidad de ocurrencia dentro de un horizonte temporal y que si acontecen, tendrán una severidad determinada. Todo ello supondrá un coste para la empresa.
- Análisis del estado futuro de la capacidad de preparación de la empresa (Figura 5.26). Dicho análisis presenta una serie de acciones preventivas por cada evento disruptivo. En este caso, la empresa tiene que valorar, si se implementase la acción preventiva, a que rango disminuiría la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto (severidad) del evento disruptivo y qué coste le supondría a la empresa ejecutar dicha acción preventiva.
- Análisis del estado actual y futuro de la capacidad de recuperación a través del registro de conocimiento (Figura 5.27). SATIER recopila información acerca del registro de eventos disruptivos que ya han acontecido y de las acciones de recuperación que se ejecutaron. También precisa de información sobre la voluntad futura de la empresa para registrar el conocimiento de aspectos referentes a la capacidad de resiliencia empresarial.

Herramienta de AutoEvaluación para la Mejora de la Resiliencia Empresarial
Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience

SATIER Tool

Perfil de la empresa

Poner aquí una descripción con las instrucciones

- ¿Cuál es el país de origen de su empresa? (en el que tiene su base principal)
- ¿Cuántos empleados tiene su empresa?
 <25
 25-50
 50-100
 100-250
 250-1000
 >1000
- ¿Cuál fue la facturación del año pasado? (en €, por ejemplo: 1.000.000€) *
- ¿Que inversión está dispuesta a realizar su empresa para mejorar la resiliencia? (en €, por ejemplo: 75.000€) *
- ¿Cuál es el ámbito geográfico en el que opera?

	Aprovisionamiento	Producción	Distribución
América Latina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 5.24. Información para el análisis general de la empresa en la versión *online* del cuestionario de autoevaluación.

Eventos disruptivos relacionados con el aprovisionamiento. Situación actual II

A1: Mala calidad de las materias primas o componentes aprovisionados

	Horizonte			Probabilidad					Severidad					Coste del evento (% sobre la facturación)
	CP	MP	LP	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	
A1	<input type="radio"/>	<input type="text"/>												

A2: Cambios limitantes en la capacidad de los proveedores

	Horizonte			Probabilidad					Severidad					Coste del evento (% sobre la facturación)
	CP	MP	LP	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	
A2	<input type="radio"/>	<input type="text"/>												

A3: Dispersión geográfica de nuestros proveedores (diferencia horaria, idioma, proximidad)

	Horizonte			Probabilidad					Severidad					Coste del evento (% sobre la facturación)
	CP	MP	LP	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	
A3	<input type="radio"/>	<input type="text"/>												

Figura 5.25. Información de entrada para el análisis del estado actual de la capacidad de preparación de la empresa en la versión *online* del cuestionario de autoevaluación.

Análisis de eventos disruptivos y sus acciones preventivas relacionadas con el aprovisionamiento

• A1: Mala calidad de las materias primas o componentes aprovisionados

	Probabilidad					Severidad					Coste de la acción (% sobre la facturación)	Descripción de la nueva acción
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta		
A1.1: Búsqueda de materias primas o componentes alternativos	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
A1.2: Implementación de sistemas de seguimiento constante de los proveedores/materiales	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
A1.3: Inspección previa a producción	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
A1.4: Stock de seguridad	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
A1.5: Otras	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
A1.6: Otras	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
A1.7: Otras	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>									

Figura 5.26. Información de entrada para el análisis del estado futuro de la capacidad de preparación de la empresa en la versión *online* del cuestionario de autoevaluación.

Análisis del estado actual de la capacidad de recuperación de los eventos disruptivos

Registro del conocimiento

	¿Se registró el evento?		¿Se registraron las acciones de recuperación?		¿Se registró un análisis detallado?		¿Se registró un protocolo de actuación?	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Absentismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acceso restringido a crédito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Altos tiempos en la búsqueda de materias, componentes y/o productos necesarios para fases sucesivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ambiente hostil en la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumento de la competencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumento en los precios de los combustibles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumento en los precios de los suministros de agua, gas, electricidad...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cambios críticos en los requerimientos de nuestros clientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Análisis del estado futuro de la capacidad de recuperación de los eventos disruptivos

Registro del conocimiento

	Si en un futuro volviese a acontecer dicho evento disruptivo, ¿lo registraría?		¿Registraría la acción de recuperación en un futuro?		¿Registraría un análisis detallado en un futuro?		¿Registraría un protocolo de actuación en un futuro?	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Absentismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acceso restringido a crédito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Altos tiempos en la búsqueda de materias, componentes y/o productos necesarios para fases sucesivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ambiente hostil en la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumento de la competencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumento en los precios de los combustibles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumento en los precios de los suministros de agua, gas, electricidad...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cambios críticos en los requerimientos de nuestros clientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 5.27. Información para el análisis del estado actual y futuro de la capacidad recuperación en la versión *online* del cuestionario de autoevaluación.

El contenido del cuestionario se encuentra en el Anexo 5.5, accesible a través de: <https://goo.gl/wGVrCV>

5.6.1.2 Base de Datos

Todos los datos de entrada del cuestionario de autoevaluación se cargan en una base de datos MariaDB.

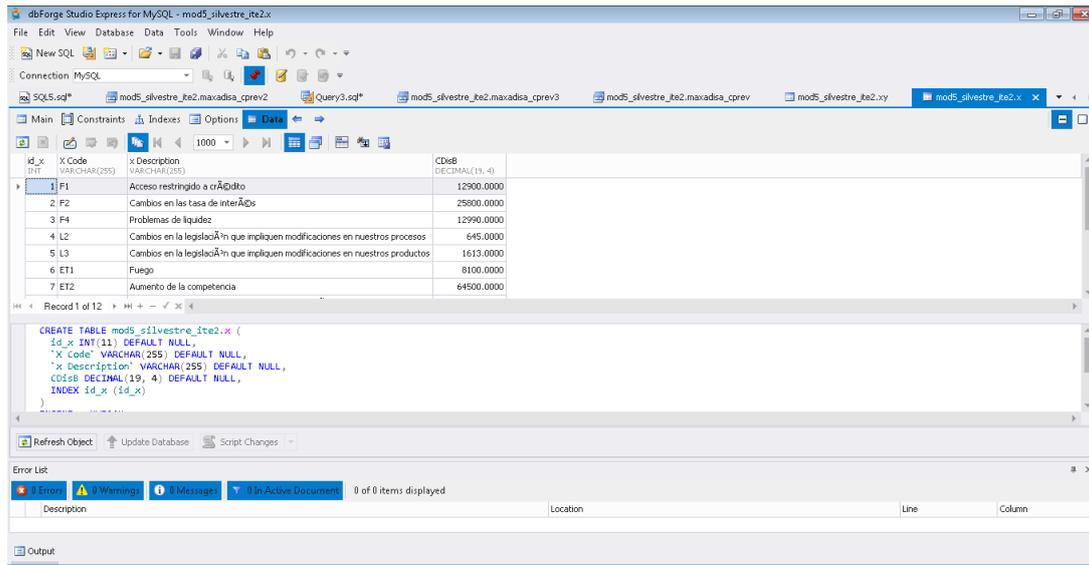


Figura 5.28. Tabla en MariaDB con los datos de un cuestionario de autoevaluación de SATIER.

La elección de MariaDB se basa principalmente en la licencia GPL (*General Public License* – Licencia Pública General) que la sustenta, pues garantiza poder utilizarla libremente y de manera totalmente gratuita. No obstante, cabe destacar, aparte de las ventajas que le otorga su licencia, su gran rendimiento y funcionalidad derivados de MySQL. Es un sistema de gestión de bases de datos abierto, escalable, rápido y muy potente y con una gran comunidad dando soporte. Por todo ello, MariaDB es elegido en la presente investigación para gestionar los datos necesarios para el cálculo del índice de resiliencia. La Tabla 5.11 muestra la estructura de la base de datos con las diferentes tablas, vistas y campos, como información de entrada al modelo MILP.

Tabla 5.11. Estructura base de datos MariaDB con la información de entrada.

Tabla/Vista	Campo	Tipo	Unidad	Descripción
x	id_x	Int ¹	-	Índice auto numérico de los eventos disruptivos.
	CDisB	Dec ²	€	Coste esperado anual del evento disruptivo antes de aplicar cualquier acción preventiva.
y	id_y	Int	-	Índice auto numérico de las acciones preventivas.
	CPrev	Dec	€	Coste anual de la acción preventiva.
xy	Rxy	Int	-	Relación entre el evento disruptivo y la acción preventiva.
	AdisA	Int	€	Ahorro que se produciría tras haber implementado una acción preventiva si el evento disruptivo aconteciese.
Param	id	Int	-	Índice auto numérico de los parámetros.
	Inv	Dec	€	Inversión en resiliencia empresarial que desea realizar la empresa.
ADisA_CPrev (vista)	ADisA_CPrev	Dec	€	Diferencia entre el ahorro que se produciría tras haber implementado una acción preventiva sobre un evento disruptivo específico y el coste de dicha acción preventiva.
	ADisAb_activado	Dec	€	Ahorro de un evento disruptivo que tiene activada alguna acción preventiva.
MaxADisA (vista)	MaxADisA	Dec	€	Valor máximo entre los ahorros de un evento disruptivo específico tras haber implementado acciones preventivas.
MaxADisA_CPrev (vista)	MaxADisA_CPrev	Int	€	Diferencia entre el ahorro máximo de un evento disruptivo específico y el coste de la acción preventiva activada.

¹Integer, ²Decimal

La estructura de la base de datos con la información de salida que ofrece la resolución óptima del MILP es la que se detalla en la Tabla 5.12.

Tabla 5.12. Estructura base de datos MariaDB con la información de salida.

Tabla	Campo	Tipo	Unidad	Descripción
Prev_activate	id_y	Int	-	Índice auto numérico de las acciones preventivas.
	V_E	Int	-	Variable binaria que indica si la acción preventiva se ejecuta.
Costs	id_x	Int	-	Índice auto numérico de los eventos disruptivos.
	V_CDisA2	Dec	€	Variable que indica el coste esperado anual del evento disruptivo tras haber ejecutado una acción preventiva.
	V_ADisA	Dec	€	Variable que indica el ahorro que se produciría tras haber implementado una acción preventiva si el evento disruptivo aconteciese.

5.6.1.3 Código de Programación y Solver

El MILP está modelado mediante JuMP (*Julia for Mathematical Optimization*), un AML (*Algebraic Modelling Language* - Lenguaje de modelado algebraico) utilizando el lenguaje de programación Julia. Julia es un lenguaje de programación multiplataforma y multiparadigma de tipado dinámico de alto nivel y alto desempeño para la computación genérica, técnica y científica. Julia es un lenguaje muy potente, que presenta un buen rendimiento acercándose al de lenguajes estáticamente compilados como C. Está diseñado para la computación paralela y distribuida y es un lenguaje muy rápido, flexible y compacto que permite la generación automática de código eficiente y especializado para diferentes tipos de argumentos. Además, destacar que junto a todas las ventajas anteriores, Julia posee una licencia MIT, lo que le confiere ser libre y de código abierto. El nombre del lenguaje Julia fue puesto en honor a Gaston Julia, un matemático francés que descubrió los fractales.

JuMP se seleccionó tras un análisis de las características de diferentes lenguajes algebraicos de modelado, AMPL (*A Mathematical Programming Language*), GAMS (*General Algebraic Modeling System*), JuMP (*Julia for Mathematical Optimization*), LINGO y MPL (*Mathematical Programming Language*). JuMP proporciona un mecanismo para la construcción de modelos de programación matemática abstractos y, junto con Julia, su conexión a bases de datos (en particular con MariaDB a través del paquete MySQL de Julia).

```

24
25 #VARIABLES
26 @variable(m, 0<=V_EZ[1:d(yy)]<= 1, Bin)
27 @variable(m, V_CDisA[1:d(xx)], Int)
28 @variable(m, V_CDisA2[1:d(xx)] >= 0, Int)
29 @variable(m, V_ADisA[1:d(xx)] >= 0, Int)
30
31 #EXPRESSIONS
32 @expression(m, TCPreventive , sum{CPrev[y]*V_EZ[y],y=1:d(yy)})
33 @expression(m, TCDisruptionA, sum{V_CDisA2[x],x=1:d(xx)})
34
35 #OBJECTIVE
36 @objective(m, Min, TCPreventive + TCDisruptionA)
37
38 #CONSTRAINTS
39 @constraint(m, RInv[y=1:d(yy)], sum{CPrev[y]*V_EZ[y],y=1:d(yy)} <= Inv[p=1])
40 @constraint(m, RADisA[x=1:d(xx)], V_ADisA[x] == sum{ADisA[x,y]*R[x,y]*V_EZ[y], y=1:d(yy)})
41 @constraint(m, RCDisA[x=1:d(xx)], V_CDisA[x] == CDisB[x] - V_ADisA[x])
42 @constraint(m, RCDisA2[x=1:d(xx)], V_CDisA2[x] >= V_CDisA[x])
43
44 #SOLVE
45 status = solve(m)
46

```

Figura 5.29. Código del MILP en lenguaje JuMP.

JuMP (Dunning, Huchette, Lubin, 2015) es un lenguaje de modelado de dominio específico para la optimización matemática. Actualmente soporta un gran número de *solvers* comerciales y de código abierto para una gran variedad de diferentes clases de problemas, incluyendo programación lineal, programación entera mixta, programación cónica de segundo orden, programación semidefinida y programación no lineal. JuMP presenta las siguientes características:

- Facilidad de uso, ya que posee un sintaxis que imita las expresiones matemáticas naturales. Además existe documentación disponible de forma abierta a través de su página web <https://jump.readthedocs.io/en/latest/>.
- Rápido en cuanto a su velocidad de instanciación de modelos de programación matemática (construcción del modelo completo a partir del modelo abstracto y los datos). La evaluación comparativa con otros lenguajes ha demostrado que JuMP puede crear y resolver problemas (utilizando *solvers* de código abierto) a velocidades similares a los lenguajes de modelado de propósito especial como AMPL.
- Independencia de *solvers*. JuMP utiliza una interfaz genérica independiente del *solver* dada por el paquete MathProgBase, lo que hace que sea fácil cambiar entre un gran número paquetes de software de optimización (*solvers*) comerciales y de código abierto. Actualmente, soporta los siguientes *solvers*: Artelys Knitro, Bonmin, Cbc, Clp, Couenne, CPLEX, ECOS, FICO Xpress, GLPK, Gurobi, Ipopt, MOSEK, NLOpt, y SCS.
- Acceso a avanzadas técnicas algorítmicas. Incluye resolución eficiente de programación lineal y retrollamadas para la programación entera mixta, que anteriormente requerían el uso un *solver* específico y/o de librerías C++ de bajo nivel.
- Facilidad de incrustación. JuMP está escrito puramente en Julia. Los *solvers* son las únicas dependencias binarias. Además, que JuMP esté embebido en un lenguaje de programación de propósito general hace que sea fácil resolver problemas de optimización, como parte de un flujo de trabajo mayor (por ejemplo, dentro de una simulación...).

El *solver* que utiliza el MILP de SATIER es Cbc (Coin-or branch and cut) (Forrest y Lougee-Heimer, 2005) que es un *solver* de código abierto de programación entera mixta programado en C++.

El código del MILP, que proporciona una solución óptima acerca de qué acciones preventivas implementar para mejorar la capacidad de resiliencia empresarial, se encuentra disponible en el Anexo 5.6, accesible a través de: <https://goo.gl/4m3qqK>

5.6.1.4 Cálculo de los Índices de Resiliencia

Con toda la información proporcionada a través del cuestionario de autoevaluación de la herramienta, que es cargada en la base de datos de MariaDB para poder ejecutar el MILP de JuMP, se obtienen los datos necesarios para el cálculo de: (i) los índices actual y futuro de la capacidad de preparación, (ii) los índices actual y futuro de la capacidad de recuperación y (iii) los índices actual y futuro de la capacidad de resiliencia.

Para mayor información sobre el cálculo de los diferentes índices, ver sección 5.4.

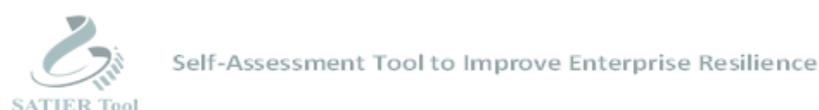
5.6.1.5 Informe Final

Las empresas reciben el informe final del análisis y mejora de la resiliencia empresarial, a través de la dirección de correo electrónico que facilitan en la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER. El informe generado reporta de manera muy visual las principales conclusiones obtenidas a través de los datos de entrada recopilados a través del cuestionario de autoevaluación y de la aplicación del modelo MILP. El informe ofrece información valiosa acerca de qué acciones preventivas implementar para mejorar la capacidad de preparación y por ende la capacidad de resiliencia empresarial. Además, la herramienta SATIER también ofrece a las empresas el diseño del módulo de registro del conocimiento acerca del histórico de eventos disruptivos, para de esta forma, fomentar la creación de una base de conocimiento relevante que pueda ser reutilizado ante la nueva ocurrencia de eventos disruptivos iguales o similares, de forma que mejora la capacidad de recuperación, y por tanto, la capacidad global de resiliencia empresarial.

El informe trata de ser muy visual plasmando la información de forma tabular y mediante representaciones gráficas. Además, trata de tener una extensión breve para no fatigar al lector. El informe está estructurado según la situación actual y futura de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial, del siguiente modo:

- **Ámbito del estudio:** Se ofrece un resumen de la información que la empresa ha cumplimentado a través del cuestionario de autoevaluación de SATIER acerca de los eventos disruptivos y las acciones preventivas analizadas.

- Capacidad de Preparación: Se ofrece un análisis de la capacidad de preparación de: (i) cómo se encuentra la empresa actualmente – situación actual, (ii) la situación ideal tras la implementación de las acciones preventivas sugeridas por SATIER – situación futura y (iii) además se ofrece un análisis comparativo entre ambas situaciones.
- Capacidad de Recuperación: El análisis que se ofrece respecto a la capacidad de recuperación sigue la misma estructura que la utilizada en la capacidad de preparación: (i) situación actual de la empresa en cuanto al registro de eventos disruptivos ya acontecidos, (ii) situación futura en la que se muestran los resultados acerca de la predisposición de la empresa para crear una base de conocimiento acerca del histórico de eventos disruptivos, así como (ii) un análisis que ofrece la diferencia entre la situación actual y futura.
- Cálculo el Índice de Resiliencia Empresarial: El informe muestra los detalles acerca del cálculo de los índices de preparación y recuperación de la situación actual y futura, así como el índice de resiliencia empresarial global en ambas situaciones.



VI.3 Cálculo del Índice de Resiliencia Empresarial

$I_{RE_{ASIS}} = \lambda \cdot I_{PRE_{ASIS}} + (1 - \lambda) \cdot I_{REC_{ASIS}}$ $I_{RE_{ASIS}} = 0,65 \cdot 0,38 + 0,35 \cdot 0,13$	$I_{RE_{Actual}} = 0,29$
$I_{RE_{ASIS}} = \lambda \cdot I_{PRE_{ASIS}} + (1 - \lambda) \cdot I_{REC_{ASIS}}$ $I_{RE_{TOBE}} = 0,65 \cdot 0,84 + 0,35 \cdot 0,80$	$I_{RE_{Futuro}} = 0,83$



Figura 5.30. Parte del informe final enviado a las empresas

- Análisis y recomendaciones: El informe ofrece a la empresa unas recomendaciones para facilitar la transición de la situación actual a la futura a través de la implementación de acciones preventivas que mejoren su capacidad de preparación y a través del registro del histórico de eventos que mejoren su capacidad de recuperación.

Además, la empresa también recibe junto con el informe final, una carta de agradecimiento en la que se les reconoce su participación en el estudio y se las insta a que si tiene cualquier pregunta, requieren de información adicional o precisan de un servicio de consultoría más especializado, no duden en ponerse en contacto, de forma que se promueve una estrategia de explotación de la herramienta SATIER más amplia abarcando servicios de consultoría, en caso de que la empresa así lo requiera.

El informe final de una de las empresas participantes en el estudio, concretamente de una PYME del sector textil, se puede consultar en el Anexo 5.7 a través <https://goo.gl/fnd0WT>. La carta de agradecimiento que la empresa recibió, se encuentra disponible en el Anexo 5.8 a través del siguiente enlace <https://goo.gl/J4QszS>.

5.6.1.6 Diseño del Módulo de Registro del Conocimiento de la Herramienta SATIER

Con la información proporcionada en el informe final, la empresa decide qué acciones preventivas implementar pero además precisa de un repositorio estructurado para el registro del conocimiento del histórico de eventos disruptivos. La herramienta SATIER ofrece el diseño del módulo de registro del

conocimiento para que cualquier empresa pueda almacenar toda la información relevante acerca de cualquier situación que merme su capacidad de resiliencia y ponga en peligro la continuidad y supervivencia de su negocio. El diseño del módulo de registro está disponible en la página web de SATIER a través de: <http://satier.blogs.upv.es/>. La versión actual proporciona la estructura y diseño del módulo de registro del conocimiento a través de un archivo .xlsx. Dicho prototipo puede ser implementado por las empresas a través de herramientas vía web como por ejemplo la propia intranet de las empresas, a través de aplicaciones de escritorio en entornos Windows, Linux o Mac OS X así como a través de servicios de alojamiento de archivos. A través de esta última alternativa, la versión actual en .xlsx del módulo de registro del conocimiento puede utilizarse. Las empresas pueden descargar la estructura y diseño del prototipo actual para implementarlo en sus empresas de la manera más idónea para ellos según sus necesidades y requerimientos e ir registrando toda la información relevante acerca del histórico de eventos disruptivos que merman la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial.

Para una utilización óptima del módulo de registro, se aconseja que la empresa lo disponga en un espacio compartido de forma que su cumplimentación sea colaborativa y accesible para todo el personal de la empresa o a los responsables designados por la alta dirección de la empresa para gestionar la resiliencia empresarial.

Tal y como indica la Figura 5.31, el diseño del módulo está estructurado de forma que se pueda almacenar información acerca de:

- Eventos disruptivos acontecidos. Engloba el bloque: ¿qué ha ocurrido? mediante el cual, se registra información acerca de la situación adversa que ha impactado de forma negativa en la empresa. En el bloque existen campos que describen información general del evento disruptivo y otros campos más específicos que ofrecen información más detallada como fuente de ayuda para el desarrollo del análisis detallado del evento disruptivo.
- Acciones de recuperación. Engloba el componente ¿qué, quién, cuándo y por qué se hizo? La respuesta a todas estas preguntas ofrece la información acerca de cómo se hizo. Este componente registra información acerca de las acciones que se llevaron a cabo para recuperar el nivel habitual y normal de operación de la empresa, tras haber sido sacudida por un evento disruptivo. El registro de la información, acerca de las acciones ejecutadas cubre las perspectivas de lo que se hizo, junto con los recursos necesarios, la cronología y las precedencias entre las diferentes acciones. Además se analiza la idoneidad de las acciones ejecutadas para ofrecer información adicional a la empresa con el objetivo de definir de manera eficiente el protocolo de actuación.
- Resumen. El bloque de resumen es un repositorio donde se almacena la información introducida en los bloques anteriores, de forma que quede la información registrada, disponible y accesible para cuando sea necesaria.
- Protocolo de actuación. El bloque de protocolo está estructurado de forma que el usuario registre la información necesaria sobre las instrucciones, en forma de pasos, para el desarrollo de las acciones de recuperación y cómo se debe actuar en ciertas situaciones adversas, basándose en la información registrada de qué ocurrió, qué se hizo para resolver la situación y la idoneidad de las medidas adoptadas en el pasado.



Figura 5.31. Diagrama del módulo de registro de la herramienta SATIER

¿Qué ha ocurrido?

La figura 5.32 muestra los diferentes campos del bloque de registro de eventos disruptivos. Dicho bloque está dividido en dos grandes secciones, una de información general en la cual se registran datos como el identificador del evento disruptivo, nombre, fecha y hora en la que se produjo el evento disruptivo, descripción del mismo, las áreas funcionales, departamentos o personal involucrados, las causas identificadas (si es que se ha podido determinar alguna), aspectos legislativos/normativos y las consecuencias tanto a corto plazo como largo plazo. En esta sección, también se registra la fecha y el usuario que registra la información para poder monitorizar las actividades de registro a través de sus diferentes usuarios.

La Figura 5.32 ofrece un ejemplo del registro de un evento disruptivo: “Delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos)” de una empresa textil que ha participado en la presente investigación (para mayor información, ver capítulo 7). El ejemplo completo se encuentra disponible en el Anexo 5.9 a través de <https://goo.gl/nfU4Ox>.

Registro	
Información General	
Identificador del Evento Disruptivo	23
Nombre del Evento Disruptivo	Delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos)
Fecha del Evento Disruptivo	11/09/2016
Hora del Evento Disruptivo	11:15
Fecha de Registro	13/09/2016
Usuario que registra	jmperez
Descripción del Evento Disruptivo	Uno de los ordenadores de Administración ha sido infectado con un virus y el ordenador no responde, no funciona ninguna aplicación. A la media hora, otro ordenador de Dirección, deja también de funcionar.
Áreas funcionales o departamentos involucrados	Administración y Dirección
Personal involucrado	Administrativa y gerente
Causas identificadas (si alguna)	Parece ser que el detonante ha sido pinchar en un link de un email
Aspectos legislativos/normativos	-
Consecuencias a corto plazo	Dos ordenadores de oficinas se encuentran inoperativos, con lo cual no podemos trabajar
Consecuencias a largo plazo	No sabemos si recuperaremos los equipos y si perderemos información
Detalles	La información sobre el correo electrónico que parece ser la causa del mal funcionamiento del ordenador se encuentra en el servidor C:\Resiliencia\Eventos\23\email_virus.msg Se ha investigado por internet el asunto del email y aparecen varias páginas web donde se detalla que es un virus
Registro histórico	
Número de protocolo (si existe)	No existe
Número de veces que el evento disruptivo ya ha acontecido	Es la segunda vez, pero la primera tan solo afectó a un ordenador y se solucionó pasando el antivirus y poniendo en cuarentena unos archivos y no se registró ningún evento
Acciones preventivas que ya se han implementado (si alguna)	Antivirus Kaspersky 2013
Experiencias previas en la recuperación de dicho evento disruptivo	Se utilizó el antivirus cuando se detectó un comportamiento extraño en uno de los ordenadores que detectó una serie de virus en ciertos archivos que se pusieron en cuarentena y el ordenador volvió a funcionar bien. No se requirió de servicios externos

Figura 5.32. Campos para el registro de información del bloque ¿qué ha ocurrido?

Además dicho bloque también permite el registro de datos históricos sobre la ocurrencia de los diferentes eventos tales como el número de protocolo (si existe) pues significa, que para dicho evento disruptivo, ya se ha definido un protocolo de actuación, el número de veces que el evento disruptivo ya ha acontecido, para obtener datos estadísticos acerca de la frecuencia de acontecimiento de dicho evento y poder analizar las causas del mismo, las acciones preventivas que ya se han implementado (si alguna), para cuando se revise el índice de resiliencia empresarial de forma anual mediante SATIER, se tenga conocimiento de las acciones preventivas que ya están implementadas en la empresa, así como el registro de las experiencias previas en la recuperación de dicho evento disruptivo.

¿Qué, quién, cuándo, por qué se hizo? - Acciones de recuperación.

En este bloque se puede registrar la información acerca de las acciones de recuperación que se llevaron a cabo en el pasado cuando aconteció un evento disruptivo específico con el objetivo de devolver a la empresa al estado estándar de operación. El objetivo de dicho bloque es recopilar información acerca de:

- ¿Qué se hizo? Descripción de las acciones que se ejecutaron para hacer frente al evento disruptivo.

- ¿Quién lo hizo? Descripción de quien realizó la acción con dos fines, en primer lugar, registrar quien realizó la acción para analizar si era la persona idónea para hacerlo y en segundo lugar, conocer quien ejecutó la acción, por si se precisa recabar mayor información.
- ¿Cuándo lo hizo? Descripción de la cronología de las acciones, registro de cuando se realizó cada una de las acciones, para estudiar si se realizaron con el periodo temporal adecuado.
- ¿Por qué se hizo? Justificación por parte de quien realizó la acción de porqué se realizó dicha acción en un momento específico de tiempo. Este apartado trata de argumentar las razones por las que se llevaron a cabo la toma de decisión de ejecutar la acción, pues el proceso de toma de decisiones lleva asociado conocimiento tácito del decisor que debe explicitarse para conocer el juicio que le ha llevado a tomar dicha decisión.
- Idoneidad de la acción. Esta sección también requiere el análisis de la idoneidad de las acciones ejecutadas, que servirán como punto de partida para la definición del protocolo de actuación. Tras un análisis posterior de las acciones de recuperación ejecutadas (bien por el propio decisor o bien desde otra perspectiva) se evalúa si las acciones ejecutadas son lo eficientes que cabría esperar. En caso de que se detecten acciones con una idoneidad baja o media, dicha información será de gran utilidad para redefinir los pasos a seguir en el protocolo con acciones que mejoren la resolución del evento disruptivo. Los colores rojo, ámbar y verde (colores del semáforo) advierten a la empresa sobre la idoneidad de las diferentes acciones ejecutadas.

Siguiendo con el ejemplo de registro de la empresa textil sobre el evento disruptivo de “Delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos)”, la Figura 5.33 muestra las acciones que se ejecutaron y su grado de idoneidad.

Resumen.

El bloque de resumen presenta un repositorio donde se almacena la información introducida a través de los bloques anteriores para que esté disponible y fácilmente accesible para su extracción y reutilización cuando la empresa así lo precise. En cada uno de los bloques anteriores existe una opción de registro, mediante la cual, el responsable del registro de la información, guarda y almacena la información introducida por cada evento disruptivo registrado.

Protocolo de actuación.

SATIER también proporciona la estructura y los campos principales para el registro de la información de un protocolo de actuación. El protocolo de actuación se diferencia del bloque ¿qué, quién, cuándo y por qué se hizo?, en que dicho bloque registra la información de actuaciones de recuperación llevadas a cabo por la empresa pero que no tienen por qué ser las más idóneas. Se precisa de un post-análisis para verificar la idoneidad de las acciones ejecutadas:

- (i) En caso de que el análisis de las acciones ejecutadas ofrezca mejores alternativas, en el protocolo se deberán describir las nuevas alternativas quedando registradas las antiguas para que siempre esté disponible lo que se realizó, pero también lo que está planificado hacer si el evento disruptivo vuelve a ocurrir.
- (ii) En el caso de verificar que las acciones ejecutadas fueron las idóneas, en el protocolo de actuación, dichas acciones deberán ser descritas con mayor nivel de detalle para que quede registrado de forma clara y concisa y lo más comprensible posible.

El bloque de definición del protocolo de actuación consiste en dos secciones. Una primera sección de información general en la que el usuario debe registrar información sobre los siguientes campos:

- Fecha de definición: Es importante registrar en qué fecha se define el protocolo, ya que con el paso del tiempo, es probable que el protocolo quede obsoleto.
- Fecha de revisión: Registro de la fecha en la cual el protocolo ha sido examinado y modificado.
- Fecha de actualización: Registro de la fecha de actualización del protocolo.
- Autores: Sánchez, González, Molina y Guil (2009) afirman que un protocolo debe ser generado mediante el consenso entre expertos. En este caso, el protocolo debe ser definido en consenso entre el personal que ha estado involucrado en la recuperación del evento disruptivo en cuestión y que posee un conocimiento amplio de qué acciones se han realizado, en que se han equivocado y qué-cómo se debería hacer.

Registro				¿Cuándo se hizo?		¿Por qué se hizo?	Idónea acción	Observaciones	Requiere análisis detallado
	¿Qué se hizo?	¿Quién lo hizo?	Día	Hora	Duración				
Acción 1	Reiniciar el ordenador	Administrativa	11/10/2016	16:00	10 min	Para intentar que las aplicaciones volviese a funcionar normalmente	Media	Tal vez el reinicio activa ciertas características del virus de forma que se propaga e infecta otros ordenadores de la red de trabajo. Tal vez, hubiese sido más conveniente reiniciar el ordenador en modo prueba	Yellow
Acción 2	Preguntar al gerente si su ordenador funciona bien	Administrativa	11/10/2016	16:10	5 min	Para conocer la magnitud y alcance del problema (conocer si es un problema puntual del ordenador de administración o si por el contrario, afecta a más ordenadores)	Alta	Se realizaron varias comprobaciones y se constató que tan sólo afectaba al ordenador de Administración	Green
Acción 3	Informar al gerente del problema y de la probable causa del problema.	Administrativa	11/10/2016	16:15	5 min	Para informar a gerencia y tomar las decisiones oportunas	Alta	-	Green
Acción 4	El gerente busca por internet el "asunto del email" que también ha recibido y parece que es un virus	Gerente	11/10/2016	16:20	15 min	Para tratar de instalar el antivirus en el ordenador infectado y tratar de solucionar el problema	Media	-	Yellow
Acción 5	Descargar un antivirus gratuito online e instalarlo en el ordenador de administración mediante un pendrive	Gerente	11/10/2016	16:35	15 min	Para tratar de instalar el antivirus en el ordenador infectado y tratar de solucionar el problema	Baja	Una vez que hay un ordenador infectado, se debe ser cuidadoso con la red de trabajo de la empresa en el que todos los ordenadores están conectados entre sí, pues por ejemplo, el navegar por internet, puede que sea el detonante para que el virus se propague. El ordenador de administración, no responde y no es posible pasarle ningún tipo de antivirus y tras la búsqueda del antivirus online, el ordenador de dirección, también deja de funcionar adecuadamente.	Red
Acción 6	Contactar con los servicios informáticos externos	Gerente	11/10/2016	16:50	10 min	Para tratar de explicar el problema e identificar una posible solución telefónicamente	Alta	Se contactó con Óscar Apellido (número de teléfono). No se pudo resolver el problema telefónicamente. Se concertó visita del técnico el día 13/10/16 a las 10:00 pues el día 12/10/16 es festivo nacional. Mientras tanto, no encender los dos ordenadores infectados y desconectarlos de la red de trabajo.	Green
Acción 7	Formatear ambos ordenadores y restaurar copias de seguridad	Servicios informáticos externos	13/10/2016	10:00	30 horas	Para eliminar virus y reestablecer copias de seguridad de la empresa	Alta	Las copias de seguridad restauradas eran del día 07/10/16 (a las 20:00 hrs), por lo que se perdió el trabajo de varios días (10 y 11/10/2016). Coste 200 euros + iva (servicios informáticos externos) + pérdida de información + no disponibilidad e los equipos hasta las 16:00 hrs del 14/10/2016	Green

Figura 5.33. Campos para el registro de información del bloque ¿qué, quién, cuándo, por qué se hizo?

- **Revisores:** Si bien es cierto que el personal que ha estado involucrado en la recuperación de un evento específico, son los más apropiados para la definición del protocolo debido a su experiencia en este tipo de actuaciones, es recomendable que el protocolo sea revisado por personal diferente para obtener una visión distinta. Por ejemplo, uno de los revisores no entiende que es lo que se describe en uno de los pasos del protocolo, por lo tanto en este caso, dicho paso debe ser redefinido de forma más clara y concisa ya que si fuese el revisor, el encargado de llevar a cabo dicha acción de recuperación, le resultaría muy complicado al no estar definido de forma comprensible.
- **Actualizadores:** Con el paso del tiempo, la gran dinamicidad del entorno y de la propia empresa, hace que las circunstancias cambien, por ello es aconsejable que los diferentes protocolos sean revisados y actualizados periódicamente.
- **Objetivos:** La definición de objetivos persigue describir el propósito a alcanzar con el protocolo. Es bastante usual definir dos tipos de objetivos: (i) Globales: definen, de forma general, cuál será la situación tras la implementación del protocolo y (ii) Particulares: describen de forma detallada la finalidad del protocolo.
- **Ámbito:** El ámbito del protocolo definirá a quién va dirigido el mismo. Responderá a la pregunta de ¿va dirigido a toda la empresa o es específico para una unidad funcional en concreto?
- **Términos y definiciones:** Se trata de definir aquellos conceptos particulares o acrónimos incluidos en el protocolo para facilitar a los usuarios del protocolo, una comprensión completa.

La Figura 5.34 muestra las secciones y los diferentes campos en los que se estructura el protocolo de actuación, en su sección de Información General, a través del ejemplo del evento disruptivo “Delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos)” de la empresa textil participante en la investigación.

Información General		Registro	
Número de Protocolo	23.1		
Fecha definición del protocolo	7-11-16		
Fecha de revisión del protocolo	-		
Fecha de actualización del protocolo	-		
Autores	jmperez, rcortes		
Revisores	-		
Actualizadores	-		
Objetivos	El protocolo 23.1 es una guía de actuación en caso de que los sistemas informáticos de la empresa XXX se vuelvan a ver afectados por un virus		
Ámbito del protocolo	El protocolo 23.1 aplica a todos los sistemas informáticos de la empresa		
Términos y definiciones	CPU: Unidad de Procesamiento Central		

Figura 5.34. Campos para el registro de información del bloque de definición de un protocolo de actuación (sección de Información General).

La segunda sección de registro de la información del bloque de definición del protocolo se basa en el registro de la información acerca de los procedimientos y pasos a seguir para recuperarse de un evento disruptivo específico. Los campos de información requerida se describen a continuación:

- **Definición:** Enunciado de cada uno de los pasos a seguir para actuar frente al evento disruptivo acontecido. La definición debe ser muy clara, directa y con una extensión adecuada. Normalmente la definición es breve y en la descripción ya se especifican los detalles de la definición.
- **Descripción:** La descripción debe permitir a terceros entender de forma evidente, precisa y sencilla los pasos que se deben seguir cuando un evento específico acontezca. Se diferencia de la definición, en el nivel de detalle de la información registrada. La descripción ofrece un mayor nivel de exposición en la determinación de la actividad a realizar.
- **Responsable:** Para cada acción a desarrollar, se debe describir a los responsables de las diferentes tareas, de forma que se tenga un control de que los diferentes pasos se están desarrollando de forma adecuada.

Registro del protocolo										
	Definición	Descripción	Responsable	Información de contacto del responsable		Inicio	Duración	Recursos (herramientas, software...)	Técnicas	Comentarios
Paso 1	Desconexión del cable de red	El cable de red se encuentra conectado al ordenador a través de la CPU y es un cable de color azul	Usuario del equipo informático infectado	Email	usuario@empresa.com	Inmediatamente	Hasta comprobar que realmente está infectado	-	-	-
				Teléfono	99 999 99 99					
Paso 2	Reinicio del ordenador en modo prueba	Se trata de comprobar si realmente el equipo informático ha dejado de funcionar por un virus o por otra razón posible	Usuario del equipo informático infectado	Email	usuario@empresa.com	Fin Paso 1	Hasta comprobar que realmente está infectado	-	Las instrucciones para reiniciar los equipos informáticos en modo prueba están en la siguiente carpeta del servidor: C:\Resiliencia\Protocolos\23.1\Reinicio modo prueba.pdf	-
				Teléfono	99 999 99 99					
Paso 3	Analizar el ordenador con el antivirus	El antivirus actual de la empresa es el Panda Gold Protection	Usuario del equipo informático infectado	Email	usuario@empresa.com	Fin Paso 2	Aprox. 1 hora	Panda Gold Protection	El manual para realizar el análisis del equipo con el antivirus Panda Gold Protection se encuentra en la siguiente carpeta del servidor: C:\Resiliencia\Protocolos\23.1\Manual Análisis Panda.pdf	-
				Teléfono	99 999 99 99					
Paso 4	Informar a gerencia	En caso de que no se consiga informar a gerencia cuanto antes, será el propio usuario del equipo afectado quien realice el paso 5 (a través de los recursos informáticos disponibles en la empresa)	Usuario del equipo informático infectado	Email	usuario@empresa.com	Inmediatamente	-	-	-	-
				Teléfono	99 999 99 99					
Paso 5	Informar a la empresa	Se debe informar a toda la empresa, sobre la posible causa de infección, para tratar de salvaguardar el resto de los equipos de la empresa de la infección	Gerente	Email	gerente@empresa.es	Inmediatamente	-	-	Email, teléfono, personalmente	-
				Teléfono	96 999 99 99					
Paso 6	Contactar con los servicios informáticos	Los servicios informáticos, a través de la información generada en los pasos 1, 2 y 3, tratarán de (si lo consideran oportuno), que se conecte el cable de red para tomar el control remoto del equipo informático. Si no pueden solucionarlo, el contrato nº XXX (que se encuentra en la carpeta del servidor C:\Resiliencia\Protocolos\23.1\Contrato servicios informaticos.pdf), a través de la cláusula XXX, asegura la visita del servicio técnico en menos de 24 hrs.	Usuario del equipo informático infectado	Email	usuario@empresa.com	Fin Paso 2	-	Servicios informáticos externos Empresa: XXX.S.L.	-	Las copias de seguridad, se han automatizado a fecha de 25/10/16 y las gestiona la empresa externa de servicios informáticos. Se realizan las copias periódicamente (todos los días a las 23:00 hrs).

Figura 5.35. Campos para el registro de información del bloque de definición de un protocolo de actuación (sección Registro del Protocolo).¹

¹ Algunos campos han sido modificados para mantener la confidencialidad de la empresa.

- Inicio: SATIER también ofrece un campo de registro para determinar el inicio (por ejemplo la hora) en la que las acciones se deben ejecutar. Este campo se utilizará en la definición de protocolos muy específicos. En caso de que no sea necesario el registro de dicho campo, SATIER permite la no cumplimentación de ciertos campos.
- Duración: Es interesante registrar una estimación de la duración de cada una de las acciones que se vayan a llevar a cabo, para poder planificar la secuencia completa del protocolo.
- Recursos (herramientas, software...): SATIER, en su diseño, también contempla la posibilidad de registrar información acerca de los recursos que son necesarios para llevar a cabo cada uno de los pasos constituyentes del protocolo. Los recursos engloban herramientas, la utilización de software específico, incluso personal. Los responsables de llevar a cabo y controlar cada uno de los pasos han sido definidos anteriormente, pero los ejecutores de los diferentes pasos también deben ser registrados, para que en el momento de la actuación (en caso necesario), todo el personal tenga conocimiento de lo que se debe hacer y quién debe hacerlo y no haya conflictos con la definición de responsabilidades y asignación de tareas.
- Técnicas: En SATIER existe un campo para el registro de información acerca de si hay alguna técnica que deba ser utilizada para un paso específico de las acciones de recuperación.
- Comentarios: Por último, SATIER también dispone de un apartado de comentarios, donde se puede añadir toda la información que se estime oportuna, notas aclaratorias, datos adicionales, ..., para si es necesario poner en marcha el protocolo de actuación, que no haya ningún tipo de dudas en que es lo que se debe hacer.

En el Anexo 5.9 está disponible el ejemplo del evento disruptivo “Delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos)” y el registro de información realizado por la empresa textil para mejorar su capacidad de resiliencia empresarial.

5.6.2 Disponibilidad y Accesibilidad a la Herramienta SATIER

La herramienta SATIER se encuentra disponible través de su página web: <http://satier.blogs.upv.es/>. El portal web está estructurado en diferentes páginas tales como:

- Resiliencia Empresarial. Página dedicada a mostrar la importancia de la resiliencia empresarial, en qué consiste y qué ofrece el estudio en resiliencia empresarial. Además, en esta página hay disponible un folleto con el resumen de la investigación y los beneficios de las empresas al realizar el estudio de la capacidad de resiliencia empresarial.
- Antecedentes. En dicha página, se describe que el interés por la resiliencia empresarial nace durante el desarrollo del proyecto Europeo FP7 NMP2-SL-2009-229333 REMPPLANET: “*Resilient Multi-Plant Networks*”, que se desarrolló durante los años 2009 – 2012 y en el cual quedó patente la importancia de la resiliencia en el mundo empresarial, disciplina muy escasamente investigada y menos aplicada al mundo real industrial.
- Objetivos de la Investigación. En esta página se describen los principales objetivos de la presente investigación y que han sido detallados en el capítulo 2.
- Herramienta SATIER. Ésta es una de las páginas más significativas del portal web, pues describe en qué consiste la herramienta SATIER, detallando que las principales capacidades estudiadas que conforman la resiliencia empresarial, son las capacidades de preparación y recuperación, y además, da acceso tanto al cuestionario de autoevaluación en sus dos versiones: *online* y *offline* como al diseño del módulo de registro del conocimiento. Las instrucciones para la cumplimentación de la versión *offline* del cuestionario de autoevaluación, también están disponibles en la página. Los resultados que abarcan: (i) el cálculo del índice de resiliencia actual, (ii) las acciones preventivas que debería implementar la empresa para mejorar su capacidad de resiliencia y (iii) el índice futuro de resiliencia empresarial si la empresa aplica las acciones preventivas propuestas por SATIER y realiza registro del conocimiento mediante el módulo de registro del conocimiento de SATIER, son enviados en un informe y por email directamente a la empresa.
- Información de contacto. En esta página hay una pequeña descripción del Centro de Investigación de Gestión e Ingeniería de Producción, así como de sus principales cometidos en la investigación. Además, se encuentra disponible la información de contacto.



Figura 5.36. Página web de la herramienta de autoevaluación para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

5.6.3 Ampliación y Mantenimiento de la Herramienta SATIER

La herramienta posee una estructura abierta que permite incluir nuevos eventos disruptivos que las empresas usuarias de la herramienta identifiquen como críticos. Para ello, SATIER posee campos, donde las empresas pueden añadir aquellos eventos disruptivos que consideren oportunos y de esta forma poder analizar, con mayor nivel de detalle, el impacto de dichos eventos. La herramienta ofrece actualmente un total de 71 eventos disruptivos.

El proceso de ampliación de eventos disruptivos de interés para las empresas usuarias de SATIER, se presenta en la Figura 5.37. Normalmente, la identificación de nuevos eventos disruptivos se produce, bien a través de la utilización de la herramienta SATIER, mediante la cual, tras la cumplimentación y análisis, se detectan algunos “gaps” de interés para la empresa que no están cubiertos por la misma, o bien mediante técnicas como:

- Discusión y análisis a nivel estratégico basado en el juicio y experiencia de la alta dirección.
- Información de eventos disruptivos desde otras funciones o procesos (por ejemplo, auditorías internas, departamento de prevención, ...).
- Análisis del entorno, de otras empresas, informes externos, benchmarking...
- Proceso estructurado de identificación de eventos disruptivos dentro y fuera de los límites de la empresa.

En ambos casos, la herramienta ofrece la posibilidad de introducir nuevos eventos disruptivos. El nuevo listado de eventos disruptivos es introducido en la base de datos de la herramienta para su posterior análisis. En el caso que se considere oportuna su inclusión, los nuevos eventos disruptivos precisaran de un pre-tratamiento antes de ser incluidos en la herramienta SATIER. El análisis acerca de si incluir o no el evento disruptivo en la herramienta SATIER se debe a que, los nuevos eventos disruptivos sugeridos por la empresa puede que sean muy específicos de un sector y por tanto su inclusión se debería llevar a cabo tan solo para aquellas empresas del mismo sector que desean analizar su índice de resiliencia.

Por cada nuevo evento disruptivo, se precisa:

- Identificar las fuentes del nuevo evento disruptivo (nivel y origen y/o sub-origenes).
- Enumerar las posibles acciones preventivas que doten de capacidad de preparación ante el nuevo evento disruptivo.
- Incluir la información relacionada con el nuevo evento disruptivo en la herramienta SATIER siguiendo la estructura actual de la herramienta.

Si en el análisis previo, no se considerase oportuno, incluir el nuevo evento disruptivo, debido a causas como por ejemplo, solapamiento/duplicidad de eventos disruptivos, bajo interés del nuevo evento disruptivo, etc., se le comunicaría a la empresa vía email.

En caso contrario, se introduce la nueva estructura de información en la herramienta SATIER y se le comunica a la empresa vía email que ya está disponible en la herramienta la información, con lo cual,

accediendo de nuevo a SATIER, tan solo deberán cumplimentar la información relativa al nuevo/s eventos disruptivos introducidos tal y como se muestra en la Figura 5.37.

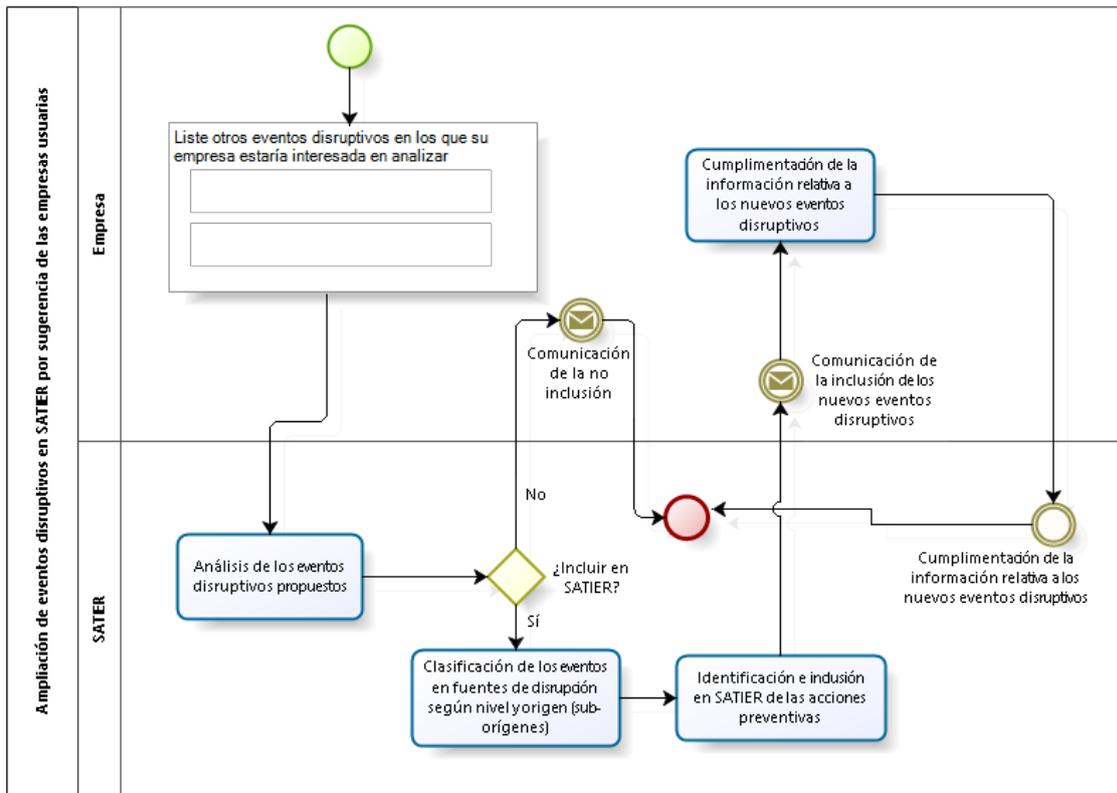


Figura 5.37. Proceso de ampliación de nuevos eventos disruptivos en la herramienta SATIER.

Por otra parte, la herramienta también ofrece la posibilidad de incluir nuevas acciones preventivas, que apliquen al listado actual de eventos disruptivos, y que no estén contempladas actualmente en SATIER. Para ello, la empresa no tiene más que añadir en los campos de “Otros” (Figura 5.38), las acciones preventivas, que a su criterio, cree que podrían ser interesantes para disminuir la probabilidad y/o severidad de un evento disruptivo en particular. La herramienta realizará el análisis y calculará el índice de resiliencia empresarial, teniendo en cuenta las nuevas acciones preventivas, de la misma manera que lo hace con las acciones preventivas predefinidas. Posteriormente, se analizará la conveniencia de incluir dicha acción preventiva atendiendo a criterios como la especificidad de la misma, que dicha acción no esté previamente definida en la herramienta pero que aplique a otro evento disruptivo, etc.

Debido a que la resiliencia empresarial es una capacidad que depende de la dinamicidad del entorno y de la propia empresa, las herramientas desarrolladas no pueden mantenerse estáticas con el paso del tiempo, sino que deben ser actualizadas conforme nuevos requerimientos vayan surgiendo. Por lo tanto, la herramienta SATIER, precisa de un mantenimiento constante basado en la ampliación de nuevos eventos disruptivos y acciones preventivas, para que su contenido esté actualizado constantemente y el análisis de la resiliencia empresarial se desarrolle de la manera más eficiente posible.

Además destacar, que el proceso de ampliación y mantenimiento de la herramienta, viene determinado por las necesidades reales de las empresas, pues son los usuarios de SATIER, quienes a través de sus necesidades y problemas, incluirán la información correspondiente acerca de nuevos eventos disruptivos y acciones preventivas. Con lo cual la fuente de información de ampliación de la herramienta es completamente veraz.

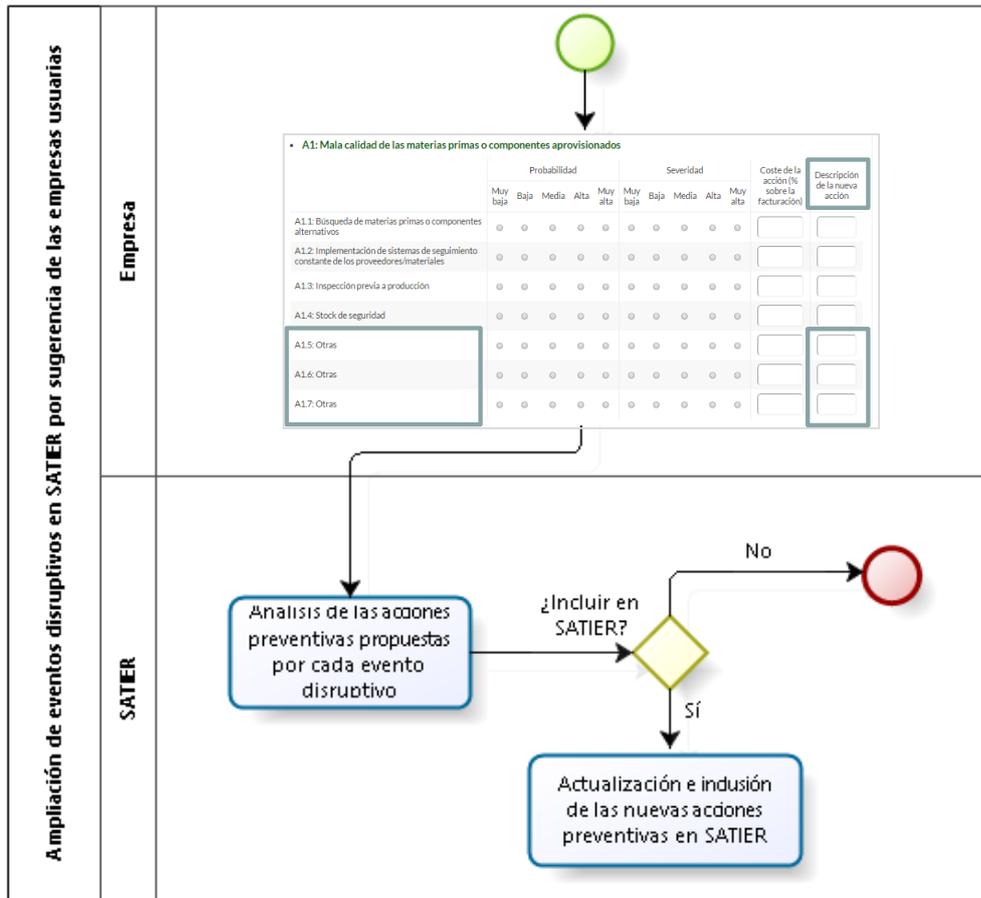


Figura 5.38. Proceso de ampliación de acciones preventivas en la herramienta SATIER.

5.7 Conclusiones

En el capítulo 5 se define el marco conceptual de la herramienta SATIER. Para ello, se realiza una revisión bibliográfica basada primordialmente en los eventos disruptivos más críticos y habituales en las empresas así como las acciones preventivas que pueden ayudar a mejorar la capacidad de preparación ante dichos eventos disruptivos. Todo ello es validado, en un estudio Delphi, llevado a cabo por un grupo de expertos. El marco conceptual de SATIER se basa en las dos capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial, que según la presente investigación, engloban la capacidad de preparación y de recuperación. Además, el marco conceptual también engloba los diferentes elementos que constituyen una disrupción, que es el detonante de la falta de resiliencia empresarial, junto con los elementos de transición, formados por las acciones preventivas, que mejorarán la capacidad de preparación ante eventos disruptivos y las acciones de registro, que mejorarán la capacidad de recuperación una vez que dichos eventos disruptivos ya han acontecido, de modo que las empresas se moverán de su situación actual de resiliencia (estado AS IS) para situarse en un estado mejorado (estado TO BE).

Para ello, en el presente capítulo, se describe la información de entrada que la herramienta precisa que las empresas faciliten, para poder alcanzar la transición y mejora del estado AS IS al estado TO BE. También se ofrece una descripción de la información de salida de la herramienta SATIER, que viene determinada por el envío, vía email, a la empresa usuaria de SATIER, de un informe completo con su perfil de resiliencia, así como la disposición, a través de la página web de SATIER, del diseño del módulo de registro del conocimiento para facilitar a las empresas la creación de un repositorio de conocimiento que les ayude a recuperarse.

Con la información de entrada, proporcionada a través del cuestionario de autoevaluación, la herramienta calcula el índice de resiliencia empresarial, que a su vez se descompone en los índices de sus capacidades constituyentes. Además la herramienta examina la situación de la empresa actualmente y hacia dónde podría migrar con la introducción de mejoras, que vienen determinadas por las acciones preventivas, para la mejora de la capacidad de preparación y las acciones de registro, para la mejora de la capacidad de recuperación. Respecto a las mejoras relacionadas con la capacidad de preparación, la herramienta

SATIER ofrece información sobre las acciones preventivas óptimas a implementar. Para ello, la herramienta formula un MILP cuya función objetivo es minimizar el coste de las acciones preventivas así como el de los eventos disruptivos tras haber activado la solución óptima de acciones preventivas. El cálculo del índice de recuperación está relacionado con las acciones de registro del conocimiento. Cuanto mayor y con un nivel de detalle adecuado sea el registro del conocimiento, más eficiente será la recuperación de la empresa para volver a su estado normal de operación. Si bien es cierto, que el nivel de detalle del registro de la información tiene que estar en equilibrio con los recursos utilizados y con el valor que dicho registro proporciona.

Desde la perspectiva estructural, la herramienta SATIER está compuesta por diferentes elementos, cada uno con una función específica:

- El cuestionario de autoevaluación, cuyo objetivo es recopilar la información de entrada a SATIER y mediante el cual, se calculará el índice de resiliencia actual de la empresa.
- El MILP, que ofrece la solución óptima acerca de qué acciones preventivas implementar para mejorar, de forma eficiente, el índice de preparación futuro de la empresa, y por ende, su capacidad de resiliencia.
- El diseño del módulo de registro del conocimiento, que servirá de base para implementar las acciones de registro que mejoran la capacidad futura de recuperación y por tanto, su capacidad de resiliencia.
- A través de los dos elementos anteriores (MILP y diseño de módulo de registro del conocimiento), SATIER calcula el índice de resiliencia empresarial futuro, dotando a la empresa de una información muy valiosa acerca de cuál es su situación actual y hacia donde debe encaminar sus esfuerzos para ser más resiliente.
- Informe final, con el que SATIER, proporciona la información a las empresas, acerca de cuán resiliente es actualmente pero también cuánto podría ser en un futuro si aplicase las acciones preventivas y de registro.

Todos los elementos de SATIER, así como información general sobre resiliencia empresarial se encuentran disponibles en la página web de la herramienta: <http://satier.blogs.upv.es/> Además, destacar que debido al propio dinamismo de la empresa así como al del entorno, la herramienta posee una estructura abierta que permite incluir nuevos eventos disruptivos así como acciones preventivas específicas que las empresas usuarias de SATIER identifiquen como críticos.

5.8 Referencias

- AMPL. (2013). *A Mathematical Programming Language*. Retrieved from <http://AMPL.com/>
- Aon (2015). Global Risk Management Survey—Executive Summary. Retrieved from <http://www.aon.com/austria/about-aon/attachements/2015%20Global%20Risk%20Management%20Report%20Executive%20Summary.pdf>
- Artelys Knitro. (2016). *Artelys Knitro-Nonlinear optimization solver*. Retrieved from <https://www.artelys.com/en/optimization-tools/knitro>
- Barroso, A. P., Machado, V. C., & Machado, V. H. (2011). Supply chain resilience using the mapping approach. In P. Li (Eds.), *Supply Chain Management* (pp. 162-184). INTECH Open Access Publisher.
- Barroso, A. P., Machado, V. H., & Machado, V. C. (2008, December). A supply chain disturbances classification. In *2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 1870-1874). IEEE.
- BBVA (1012). Calculando el grado de peligrosidad laboral con el método de William T. Fine. Banco Bilbao Vizcaya. Retrieved from <http://www.bbvacontuempresa.es/a/calculando-el-grado-peligrosidad-laboral-el-metodo-william-t-fine#sthash.90JaP57b.dpuf>
- BCI (2015). Supply Chain Resilience Report 2015. Business Continuity Institute. Retrieved from <http://www.bcifiles.com/bci-supply-chain-resilience-2015.pdf>
- Begg, D., Fischer, S. and Dornbusch, R.; Economics; McGraw Hill; 3rd Edition; 1991.
- Belen'kii, M. S., & Schinazi, R. F. (1994). Multiple drug effect analysis with confidence interval. *Antiviral research*, 25(1), 1-11.
- Berenbaum, M. C. (1977). Synergy, additivism and antagonism in immunosuppression. A critical review.

Clinical and experimental immunology, 28(1), 1.

Bestraten, M., & Pareja, F. (1993). NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_330.pdf

Boehm, B. (1989). *Software risk management* (pp. 1-19). Springer Berlin Heidelberg.

Bonmin. (2015). *Basic Open-source Nonlinear Mixed INteger programming*. Retrieved from <https://projects.coin-or.org/Bonmin>

BUSM (2016). Pharmacology and Experimental Therapeutics Department Glossary at Boston University School of Medicine. Retrieved from <http://www.bumc.bu.edu/busm-pm/academics/resources/glossary/>

Cbc. (2016). *Coin or branch and cut*. Retrieved from <https://projects.coin-or.org/Cbc>

Chou, T. C., & Talalay, P. (1983). Analysis of combined drug effects: a new look at a very old problem. *Trends in Pharmacological Sciences*, 4, 450-454.

Chou, T. C., & Talalay, P. (1984). Quantitative analysis of dose-effect relationships: the combined effects of multiple drugs or enzyme inhibitors. *Advances in enzyme regulation*, 22, 27-55.

Christopher, M., & Rutherford, C. (2004). Creating supply chain resilience through agile six sigma. *Critical eye*, 24, 28.

Clp. (2015). *Coin or linear programming*. Retrieved from <https://projects.coin-or.org/Clp>

CMP (2008). Top 20 Risks U.S. Tech Companies Are Losing Sleep Over. Retrieved from <http://www.informationweek.com/it-leadership/top-20-risks-us-tech-companies-are-losing-sleep-over/d/d-id/1068282?>

Comfort, L. K., Siciliano, M. D., & Okada, A. (2011). Resilience, entropy, and efficiency in crisis management: the January 12, 2010, Haiti earthquake. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*, 2(3), 1-25.

Conrow, E. H. *Effective Risk Management: Some Keys to Success*. Wiley Online Library.

Couenne. (2015). *Convex over and under envelopes for nonlinear Estimation*. Retrieved from <https://projects.coin-or.org/Couenne>

CPLEX. (n.d.). *CPLEX Mathematical programming solver for linear programming, mixed integer programming, and quadratic programming*. Retrieved from <http://www-01.ibm.com/software/commerce/optimization/cplex-optimizer/>

CR (2015). The State of Enterprise Resilience. Resilience Survey 2015. Retrieved from <https://www.controlrisks.com/~media/Public%20Site/Files/PDF/The%20State%20of%20Enterprise%20Resilience.pdf>

Curtis, P., Carey, M. (2012). Risk Assessment in Practice. Deloitte & Touche LLP. Retrieved from <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Governance-Risk-Compliance/dttl-grc-riskassessmentinpractice.pdf>

Dalziell, E. P., & McManus, S. T. (2004). Resilience, vulnerability, and adaptive capacity: implications for system performance. In *Proceedings of the International Forum for Engineering Decision Making* (pp.1-17).

Deloitte (2013). The Ripple Effect. How manufacturing and retail executives view the growing challenge of supply chain risk. Retrieved from <http://www2.deloitte.com/us/en/pages/operations/articles/supply-chain-risk-ripple-effect.html>

DGAC - Dirección General de Aeronáutica Civil del Perú (2014). Criterios para Evaluar la Gestión de Riesgos del Solicitante de una Exención. Retrieved from https://www.mtc.gob.pe/transportes/aeronautica_civil/manuales/documentos/Manual_Normatividad/IN-013-12%2008_Orient_analisis_peligros_y_riesgos_eval_exencion_corregida.pdf

Dickson, T. J. (2001). Calculating Risks: Fine's Mathematical Formula 30 Years Later. *Australian Journal of Outdoor Education*, 6(1), 31.

Dunning, I., Huchette, J., & Lubin, M. (2015). JuMP: A modeling language for mathematical optimization. *arXiv preprint arXiv:1508.01982*.

- E&Y (2013). Global Report. Business Pulse. Top 10 risks and opportunities in 2013 and beyond. Ernst and Young. Retrieved from <http://www.ey.com/GL/en/Services/Advisory/Business-Pulse--top-10-risks-and-opportunities>
- ECOS. (2016). *Embedded Conic Solver*. Retrieved from <https://github.com/embotech/ecos>
- EIU (2008). 2008 Survey. Economist Intelligence Unit. Retrieved from <http://www.eiu.com/>
- Erol, O., Henry, D., Sauser, B., & Mansouri, M. (2010, April). Perspectives on measuring enterprise resilience. In *Systems Conference, 2010 4th Annual IEEE* (pp. 587-592). IEEE.
- FICO Xpress. (2016). FICO Xpress optimization Suite. Retrieved from <http://www.fico.com/en/products/fico-xpress-optimization-suite#overview>
- Fine, W. T. (1971). *Mathematical evaluations for controlling hazards* (No. NOLTR-71-31). Naval Ordnance Lab White OAK MD.
- Forrest, J., & Lougee-Heimer, R. (2005). CBC user guide. *INFORMS Tutorials in Operations Research*, 257-277.
- GAMS. (2016). *General Algebraic Modeling System*. Retrieved from <https://jump.readthedocs.io/en/latest/>
- GLPK. (2012). *GNU linear programming kit*. Retrieved from <http://www.gnu.org/software/glpk/>
- Gurobi. (2016). *Gurobi*. Retrieved from <http://www.gurobi.com/>
- Hamel, G., & Valikangas, L. (2003). The quest for resilience. *Harvard business review*, 81(9), 52-65.
- Hamm, R. M. (1991). Selection of verbal probabilities: A solution for some problems of verbal probability expression. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 48(2), 193-223.
- Hillson, D. (2005). Describing probability: The limitations of natural language. Project Management Institute.
- Hu, Y., Li, J., & Holloway, L. E. (2008, August). Towards modeling of resilience dynamics in manufacturing enterprises: Literature review and problem formulation. In *Automation Science and Engineering, 2008. CASE 2008. IEEE International Conference on* (pp. 279-284). IEEE.
- Ipopt. (2016). *Interior point optimizer*. Retrieved from <https://projects.coin-or.org/Ipopt>
- JuMP (2016). *Julia for Mathematical Optimization*. Retrieved from <https://jump.readthedocs.io/en/latest/>
- Lichtenstein, S., & Newman, J. R. (1967). Empirical scaling of common verbal phrases associated with numerical probabilities. *Psychonomic science*, 9(10), 563-564.
- LINGO. (2016). *LINGO*. Retrieved from http://www.lindo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=10
- Madni, A. M., & Jackson, S. (2009). Towards a conceptual framework for resilience engineering. *IEEE Systems Journal*, 3(2), 181-191.
- MathProgBase. (2016). *MathProgBase*. Retrieved from <https://github.com/JuliaOpt/MathProgBase.jl>
- Moore, P. G. (1983). *The business of risk*. Cambridge University Press.
- MOSEK. (2016). *Mosek solve mathematical optimization problems*. Retrieved from <https://mosek.com/products/mosek>
- MPL. (2016). *Mathematical Programming Language*. Retrieved from <http://www.maximalsoftware.com/mpl/what.html>
- Natarajathinam, M., Capar, I., & Narayanan, A. (2009). Managing supply chains in times of crisis: a review of literature and insights. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(7), 535-573.
- NHS – National Patient Safety Agency. (2008) A Risk matrix for risk managers. Retrieved from <http://www.nrl.npsa.nhs.uk/EasySiteWeb/getresource.axd?AssetID=60149&>
- NLOpt. (2014). *Nonlinear optimization*. Retrieved from <http://ab-initio.mit.edu/wiki/index.php/NLOpt>
- Patterson, F. D., & Neailey, K. (2002). A risk register database system to aid the management of project risk. *International Journal of Project Management*, 20(5), 365-374.

Peck, H. (2005). Drivers of supply chain vulnerability: an integrated framework. *International journal of physical distribution & logistics management*, 35(4), 210-232.

Pettit, T. J. (2008). *Supply chain resilience: development of a conceptual framework, an assessment tool and an implementation process* (Doctoral dissertation, The Ohio State University). Retrieved from www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA488407

Pettit, T. J., Fiksel, J., & Croxton, K. L. (2010). Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework. *Journal of business logistics*, 31(1), 1-21.

PwC. (2015) Resilience. A journal of strategy and Risk. Price Waterhouse Cooper. Retrieved from <http://www.pwc.com/>

REMPPLANET (2016). *Resilient Multi-PLant Networks*. Retrieved from <http://www.remplanet.eu/>

Romero, J. C. R. (2005). *Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales*. Ediciones Díaz de Santos.

Sánchez Ancha, Y., González Mesa, F. J., Molina Mérida, O., & Guil García, M. (2011). Guía para la elaboración de protocolos. *Biblioteca Lascasas*, 7(1). Retrieved from <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0565.php>

Sanchis, R., & Poler, R. (2008). Analysis of Knowledge Barriers at Extra-Collaborative Knowledge Level in Enterprise Networks. In *Proceedings 9th European Conference on Knowledge Management*.

Sanchis, R., & Poler, R. (2014). Enterprise resilience assessment: a categorisation framework of disruptions. In *Dirección y organización* (Vol. 54, pp. 45-53). Universidad Politécnica de Madrid.

Sanchis, R., & Poler, R. (2016, July). Guía para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial. In *Creando sinergias; Creando sinergias: IV Congreso I+ D+ I* (pp. 1-4). Compobell, SL. *In Press*.

SCS. (2016). *Splitting conic solver*. Retrieved from <https://github.com/cvxgrp/scs>

Sheffi, Y., & Rice Jr, J. B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan management review*, 47(1), 41.

Smith, R. M. (1991). How to uncover program cost risks. *AACE International Transactions*, F6-1.

Survey Gizmo (2016). *Survey Gizmo*. Retrieved from <https://www.surveygizmo.com>

Svensson, G. (2000). A conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30(9), 731-750.

Tummala, V. R., Leung, H. M., Mok, C. K., Burchett, J. F., & Leung, Y. H. (1997). Practices, barriers and benefits of using risk management approaches in selected Hong Kong industries. *International Journal of Project Management*, 15(5), 297-312.

Web of Science (2016). *Web of Science*. Retrieved from <https://www.accesowok.fecyt.es>

WEF (2012). Industry Agenda. New Models for Addressing Supply Chain and Transport Risk. An Initiative of the Risk Response Network. In collaboration with Accenture. World Economic Forum. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_SCT_RRN_NewModelsAddressingSupplyChainTransportRisk_IndustryAgenda_2012.pdf

WEF (2014). Insight Report. Global Risks 2014.Ninth Edition. World Economic Forum. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalRisks_Report_2014.pdf

5.9 Anexos

Anexo 5.1. Definición y Descripción de las diferentes Fuentes de Disrupción según su Origen en la Herramienta SATIER. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/VqRcSf>

Anexo 5.2. Listado de Acciones Preventivas predefinidas en la Herramienta SATIER. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/pHBt4I>

Anexo 5.3. Acrónimos del Cuestionario de Autoevaluación de la Herramienta SATIER. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/VYxwjT>

Anexo 5.4. Instrucciones para la Cumplimentación de la Versión *Offline* del Cuestionario de Autoevaluación. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/vfTo0m>

Anexo 5.5. Cuestionario de Autoevaluación de la herramienta SATIER. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/wGVrCV>

Anexo 5.6. Código JuMP del MILP de SATIER. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/4m3qqK>

Anexo 5.7. Informe Final Empresas. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/fnd0WT>

Anexo 5.8. Carta Agradecimiento Empresas. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/J4QszS>

Anexo 5.9. Ejemplo Módulo Registro del Conocimiento. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/nfU4Ox>

Capítulo 6. Metodología para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial

El principal objetivo de la metodología es guiar a las empresas en la ejecución del análisis y mejora de la capacidad de resiliencia que sirva de base y que motive el arranque de un proyecto de esta envergadura y que asimismo soporte su ejecución a lo largo de todo el ciclo de análisis. La metodología es una guía que consta de 6 fases y 24 etapas, y que trata de ser una hoja de ruta acerca de qué, cómo, cuándo, quién y por qué se debe ejecutar un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Además, está definida de forma genérica con lo que puede ser particularizada a cualquier tipo de empresa de cualquier tamaño, sector, ... reconfigurando las diferentes etapas de la propuesta metodológica.

6.1 Revisión de Propuestas Metodológicas Afines

La revisión bibliográfica presentada en el capítulo 4 revela que existen muy pocos esfuerzos en la definición de metodologías para el análisis y mejora de la capacidad de resiliencia de las empresas. Es por ello, que no sólo se precisa de herramientas que analicen la capacidad de resiliencia empresarial sino que también se requiere una guía estructurada que asista a las empresas, en todo el ciclo de vida de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

La definición de metodología, más ampliamente utilizada en el mundo científico, es que es un conjunto de procedimientos empleados por una disciplina en particular (Merriam-Webster, 2016). Charvat (2003) define metodología como un conjunto de guías o principios que pueden ser aplicados y/o personalizados a una situación específica. La metodología es una especie de lista de acciones a llevar a cabo. Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, es un proceso que documenta una serie de pasos y procedimientos para llevar a cabo la ejecución de un proyecto en particular. Desde el punto de vista de la resiliencia empresarial, la propuesta metodológica de esta investigación, se define como un conjunto de fases y etapas generales, desarrolladas de manera secuencial y en las cuales se incluyen las pautas a seguir y los mecanismos adecuados, para asistir a las empresas en el proceso de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. La propuesta metodológica trata de ser una hoja de ruta acerca de qué, cómo, cuándo, quién y por qué se debe ejecutar un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

En la literatura se discute si una metodología general puede ser aplicada universalmente en todos los ámbitos. La lógica, es que los elementos constitutivos fundamentales de una metodología deben ser lo más generales posibles, para ser personalizados según las necesidades de los diferentes ámbitos donde se aplique. La presente metodología está definida de forma genérica con lo que puede ser particularizada a cualquier tipo de empresa de cualquier tamaño, sector, ... reconfigurando o combinando tareas de la propuesta.

En la literatura, no se han encontrado evidencias de estudios en los que se definan las consideraciones, principios y buenas prácticas a tener en cuenta cuando se diseña una propuesta metodológica relacionada con el ámbito industrial. Existen numerosas referencias de estudios centrados en los pasos a seguir para el diseño de una conveniente metodología de investigación pero la carencia de estudios orientados a la definición y diseño de metodologías empresariales, ha propiciado el análisis de metodologías relacionadas con la gestión de resiliencia. Tal y como se vio en el capítulo 4, diferentes propuestas metodológicas focalizadas en el análisis y mejora de la resiliencia empresarial fueron analizadas (Barroso, Machado y Machado, 2011; McManus, Seville, Brunson y Vargo, 2007; y Lee, Vargo y Seville, 2013), sin embargo debido a las limitaciones que presentan, y a la escasez en el número de metodologías focalizadas a la gestión de la resiliencia empresarial, la presente propuesta metodológica se basa en el análisis de las metodologías de áreas afines y complementarias a la gestión de la resiliencia empresarial como son: gestión de crisis, gestión de la continuidad del negocio, gestión del cambio, gestión de proyectos, gestión del riesgo y gestión de la recuperación ante desastres. La Tabla 6.1 muestra un resumen de las fases principales de las distintas propuestas metodológicas analizadas.

Tabla 6.1. Fases principales de las distintas propuestas metodológicas de áreas afines a la resiliencia empresarial.

Área	Fuente	Fases metodológicas
Gestión de crisis	Chong, (2004)	I. Reconocimiento de la necesidad. II. Estudio. III. Iniciación. IV. Detección. V. Intervención. VI. Recuperación.
	Alan, So y Sin, (2006)	I. Categorización de crisis. II. Evaluación de daños III. Formulación de tácticas. IV. Evaluación.
Gestión de la continuidad	Gibb y Buchanan, (2006)	I. Inicialización del programa. II. Inicialización del proyecto. III. Análisis de riesgos IV. Selección de las estrategias d mitigación de los riesgos. V. Monitorización y control. VI. Implementación VII. Testeo.

Área	Fuente	Fases metodológicas
		VIII. Educación y formación. IX. Revisión.
	Lindström, Samuelsson, Hägerfors (2010)	I. Establecimiento de objetivos y limitaciones. II. Análisis de procesos, indicación de los críticos, establecimiento de plazos y descripción de rutinas. IIIa. Análisis de recursos en los procesos críticos. ^a IIIb. Análisis de los recursos críticos en los procesos críticos. ^b IVa. Desarrollo de un departamento de “kit de accidentes”. IVb. Evaluación /Análisis de riesgos... V. Implementación, testeo y formación. VI. Desarrollo de un plan de continuidad y mantenimiento. a: Fases aplicadas a nivel de departamento. b: Fases aplicadas a nivel de toda la organización.
Gestión del cambio	Kanter, (2003)	I. Análisis de la organización y de la necesidad de cambio. II. Creación de una visión y dirección común. III. Separación del pasado. IV. Creación de un sentido de urgencia. V. Apoyo al rol de leader. VI. Alineación de garantía. VII. Elaboración de un plan de implementación. VIII. Desarrollo de las estructuras de soporte. IX. Comunicación honesta y participación del resto de personas. X. Refuerzo e institucionalización del cambio.
	Kotter, (2012)	I. Creación de un sentido de urgencia. II. Creación de una coalición de guía. III. Desarrollo de una visión de cambio. IV. Comunicación de la visión. V. Eliminación de obstáculos/barreras. VI. Generación de ganancias a corto-plazo. VII. Consolidación de las ganancias y promoción de más cambios.
Gestión de proyectos	Charvat, (2003)	I. Planificación del proyecto. II. Negociación de los recursos. III. Creación de un grupo de trabajo para el desarrollo del proyecto. IV. Ejecución del proyecto, incluyendo cambios. V. Control y monitorización de lo real <i>versus</i> lo planificado. VI. Cierre del proyecto y descargo de los recursos. VII. Revisión del proyecto y acciones post-proyecto de soporte.
	PMI (2001)	I. Concepción e inicialización. II. Definición y planificación III. Lanzamiento y/o ejecución. IV. Rendimiento y control V. Cierre
Gestión del riesgo	Thomson Reuters (2011)	I. Definición del papel de la gestión. II. Establecimiento del contexto. III. Identificación y priorización de riesgos. IV. Elección de las herramientas para la gestión del riesgo/Identificación y evaluación de eventos. V. Análisis de los posibles resultados positivos de los eventos. VI. Evaluación sobre cómo los procesos existentes mitigan los riesgos para explotar oportunidades. VII. Enlace de la gestión del riesgo con la gobernanza y desempeño global de la empresa.
	AIRMIC, Alarm and IRM (2010)	I. Planificación y Diseño. II. Implementación y benchmarking. III. Medición y supervisión. IV. Formación y reporte.
Gestión de recuperación de desastres	Wold, (2006)	I. Obtener el compromiso de la alta dirección. II. Establecer un comité de planificación. III. Desarrollo de un análisis de riesgos.

Área	Fuente	Fases metodológicas
		IV. Establecimiento de prioridades para los procesos y operaciones. V. Determinación de las estrategias de recuperación. VI. Recopilación de información. VII. Organización y documentación de un plan escrito. VIII. Desarrollo de criterios y procedimientos de prueba. IX. Testeo del plan. X. Aprobación del plan.
	Wallace y Webber, (2010)	I. Iniciación del proyecto de recuperación de desastres. II. Selección de la persona que liderará el proyecto. III. Definición del alcance del proyecto (definición de plazos, los principales hitos y expectativas). IV. Identificación del presupuesto necesario para la ejecución. V. Selección del grupo de trabajo (identificación de las partes interesadas, formación al grupo de personas, despliegue del proyecto al equipo). VI. Planificación del proyecto (identificación de las actividades, su duración, secuenciación y evaluación de riesgos). VII. Ejecución y control (plan de comunicación, definición de un calendario de monitorización y testeo). VIII. Cierre del proyecto.

El análisis de las fases generales de las metodologías anteriores proporciona una visión general que se describe a continuación.

La metodología de gestión de crisis propuesta por Chong (2004) es reactiva ya que presenta fases de intervención y recuperación, una vez que la crisis ya ha acontecido. La perspectiva de la presente propuesta metodológica difiere ya que no sólo trata el componente de la recuperación cuando el evento disruptivo ya ha acontecido, sino que también se basa en la mejora de la capacidad de preparación, mediante la implementación de acciones preventivas. Por tanto, el alcance de la metodología de la presente investigación es mayor, pues abarca la concepción tanto proactiva como reactiva. Por otro lado, la metodología de Alan, So y Sin (2006), presenta la ausencia de fases que den continuidad a la gestión de crisis.

Del mismo modo que en el caso anterior, las metodologías de gestión de la continuidad abarcan básicamente la capacidad de recuperación de las dos capacidades constituyentes que la resiliencia empresarial comprende, sin tener en cuenta la capacidad de preparación. En las metodologías expuestas en la Tabla 6.1 relacionadas con la gestión de la continuidad, aunque hay una fase de análisis y evaluación de riesgos, la continuidad del negocio tiene una orientación más reactiva que proactiva y se focaliza sobre la acción de recuperación más que en acciones de preparación para hacer frente a los eventos disruptivos. No obstante, dichas metodologías servirán de cimiento para la definición y diseño de la propuesta metodológica para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial de la presente investigación.

No tanto el análisis, pero sí la mejora de la resiliencia empresarial, llevará a las empresas a tomar decisiones e implementar acciones que provoquen cambios en las mismas. Por ello, las metodologías de Kanter (2003) y Kotter (2012) muestran diferentes disposiciones que serán de utilidad para la definición de la propuesta metodológica de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. La gran mayoría de las metodologías de gestión del cambio analizadas, muestran que una de las disposiciones más importantes es la creación de un sentido de urgencia ya que afirman que las organizaciones pueden llegar a subestimar lo difícil que es gestionar cambios. Los autores comentan que esta sensación de urgencia debe ser propagada por toda la empresa para lograr la cooperación de la alta dirección y de todo el personal. Crear un sentido de urgencia alerta a la empresa que el cambio debe producirse y hay que hacerlo bien para que el esfuerzo necesario para realizar el cambio tenga un impacto significativo en la empresa. Sin embargo, la metodología para el análisis y mejora de la resiliencia no considera esta práctica, ya que la urgencia surge cuando el evento disruptivo acontece y no es necesario presionar mediante estrategias que fomenten el sentido de premura para la implementación de acciones. Por el contrario, la metodología sí que poseerá fases en las cuales se transmita la importancia estratégica de la gestión de la resiliencia empresarial como vehículo de diseminación de la utilidad y necesidad de ser resiliente.

Si el análisis y mejora de la resiliencia empresarial se entiende como la gestión de un proyecto en particular, las metodologías que tratan la gestión de proyectos también servirían a modo de patrón para el desarrollo de la presente propuesta metodológica. Según PMI (2001), la gestión de proyectos debe tratar

aspectos como la gestión del ámbito, tiempo, coste, calidad, recursos humanos, comunicación y riesgos del proyecto en cuestión. La propuesta metodológica de la presente investigación abarcará los diferentes aspectos de la gestión de proyectos, pero teniendo en cuenta las particularidades de un proyecto de análisis y mejora de resiliencia empresarial.

Respecto a la gestión del riesgo, la metodología propuesta por Thomson Reuters (2011) presenta sinergias con la propuesta metodológica definida en el presente capítulo, sin embargo, en la metodología de Thomson Reuters (2011) existe una fase de elección de herramientas para la gestión del riesgo, mientras que en la presente propuesta, dicha fase no sería necesaria, pues ya se ofrece la herramienta SATIER para una apropiada gestión de la resiliencia empresarial. Además, la herramienta de análisis y mejora de la resiliencia empresarial está disponible de manera gratuita online. El análisis de la metodología de Thomson Reuters (2011) también revela que existe una fase de análisis de posibles resultados positivos. Sin embargo, en el presente estudio, la resiliencia empresarial se encarga de la gestión de eventos disruptivos que tengan efectos negativos en la empresa. El hecho de extraer oportunidades ante situaciones adversas, queda fuera del ámbito de la presente tesis doctoral, debido a que las empresas dotan de mayor importancia asegurar la continuidad del negocio que la exploración de oportunidades que normalmente es llevada a cabo por los departamentos de marketing y/o comercial. Para una adecuada gestión del riesgo, la metodología propone evaluar cómo los procesos existentes mitigan los riesgos. No obstante, en la gran mayoría de los casos, la configuración de los procesos existentes, no será suficiente y la metodología carece de los mecanismos adecuados para hacer frente a los eventos disruptivos.

Por otro lado, la metodología propuesta por *The Association of Insurance and Risk Managers* (AIRMIC), *The Public Risk Management Association* (ALARM) y *The Institute of Risk Management* (IRM), incluye 4 fases generales para la gestión del riesgo. Pero además de la metodología, define el proceso de gestión del riesgo como:

- Reconocimiento o identificación de riesgos.
- Clasificación y evaluación de riesgos.
- Respuesta a los riesgos significativos:
 - Tolerar.
 - Tratar.
 - Transferir.
 - Terminar.
- Control de asignación de recursos.
- Planificación de la reacción.
- Monitorización y reporte del desempeño relativo a la gestión de riesgos.
- Revisión del marco de referencia de gestión del riesgo.

La propuesta metodología del presente estudio, no distingue entre metodología y procesos, sino que, para facilitar su implementación, está estructurada según fases generales y etapas particulares, que consisten en los pasos a seguir para alcanzar los objetivos de la fase. Es interesante destacar que esta metodología, a diferencia de la previa, incluye una fase de formación, fase crucial para dar soporte a la empresa sobre cómo enfrentar los retos del futuro.

Finalmente, las metodologías del área afin de gestión de recuperación ante desastres están enfocadas en el componente de recuperación más que en la propia capacidad de preparación ante dichos desastres. Por lo tanto, tan sólo tienen en cuenta una sola capacidad constituyente de la resiliencia empresarial. Además, se focalizan en desastres y no en cualquier tipo de evento disruptivo. Salvando dichas diferencias generales, las metodologías de gestión de recuperación ante desastres, presentan fases interesantes como la documentación de planes (Wold, 2006), que en la presente metodología, se realizará mediante el módulo de registro de la herramienta SATIER. Además, Wallace y Webber, (2010) dan una importancia vital a los aspectos presupuestarios para desarrollar planes de recuperación eficientes ante eventos disruptivos. En otras de las metodologías estudiadas, a la fase de financiación, no se les confiere la importancia de dichos autores, sino que incluyen una fase de asignación de recursos en la cual se analiza el presupuesto que la empresa precisa para poder gestionar situaciones críticas. Además, dichos autores, igual que ocurría con PMI (2001), en su última fase, cierran el proyecto con lo cual no hay cabida a la mejora e innovación continua tan importante en un proyecto de mejora de la capacidad de resiliencia empresarial que trata de hacer frente al dinamismo de la propia empresa y del entorno en el que opera. Dicho dinamismo es el que obliga a definir una fase que dé continuidad al análisis y por lo tanto a la mejora de la capacidad de resiliencia.

Tal y como se describe anteriormente, las metodologías presentadas en la Tabla 6.1 ofrecen una visión general de los pasos a seguir para la gestión de las diferentes áreas análogas a la resiliencia empresarial. Sin embargo, aunque las áreas en las que dichas metodologías son aplicadas presentan sinergias con la gestión de la resiliencia empresarial, también presentan limitaciones debido a las particularidades en la gestión de la capacidad de resiliencia empresarial. El análisis y mejora de la resiliencia empresarial es un proceso complejo, dinámico y exigente, y por ello requiere del soporte del conjunto de procedimientos que ayuden a la empresa en su afán de mejora.

De media, las propuestas metodológicas analizadas, constan de 6-8 fases. La presente propuesta metodológica consta de 6 fases, de modo que no sea excesivamente extensa pero contemple todos los pasos necesarios para la productiva ejecución de un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

6.2 Propuesta Metodológica para el Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial

Deming y Walton (1986) definen el conocido ciclo PDCA: *Plan, Do, Check, Act* (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) que es un método de gestión, con cuatro pasos iterativos, utilizado en el mundo empresarial para el control y la mejora continua de los procesos y productos. En este caso, la propuesta metodológica tiene como último fin mejorar la capacidad de resiliencia de las empresas, por ello sus diferentes fases se engloban en estos 4 pasos:

- Planificar: La planificación engloba la Fase I de la propuesta, en la cual se inicializa el proyecto, es la fase de lanzamiento y arranque del proyecto.
- Hacer: El paso de *Hacer* comprende las fases más operativas de la propuesta metodológica en las cuales, se identifica la información necesaria para poder analizar el índice de resiliencia de la empresa. Se procede al cálculo de dicho índice mediante la herramienta SATIER y una vez analizadas las salidas de información que proporciona SATIER, la empresa está en disposición de tomar las decisiones adecuadas acerca de la implementación de las acciones preventivas y de registro necesarias para mejorar su resiliencia empresarial.
- Verificar: El paso de *Verificar* comprende la fase en la cual se analiza que tanto la implementación, como la ejecución y el funcionamiento global de la empresa están en línea con lo acordado en el paso de *Planificar*.
- Actuar: Finalmente, la propuesta metodológica comprende una fase de mejora e innovación continua en el paso de *Actuar* para cerrar el círculo metodológico y construir una ventaja competitiva decisiva mediante la mejora continua de la resiliencia empresarial.



Figura 6.1. Propuesta metodológica para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial según el ciclo PDCA.

La propuesta metodológica, basada en las disertaciones realizadas por Sanchis y Poler (2014b), consta de 6 fases y 24 etapas con el objetivo principal de guiar a las empresas en la ejecución del análisis y mejora de su capacidad de resiliencia y con la definición de unos objetivos específicos en cada fase según se indica en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Propuesta metodológica de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

OBJETIVOS	ACCIONES
I. Inicio y arranque	
<ul style="list-style-type: none"> - Diseminar la trascendencia de ser resiliente. - Promoción de los valores y principios de la capacidad de resiliencia empresarial. - Limitar el estudio para que abarque las áreas de interés de la empresa. - Definir las metas a alcanzar tanto en el corto/medio como en el largo plazo. - Focalizar el proyecto con objetivos realistas, ambiciosos pero alcanzables. - Fomentar la participación de todo el personal de la empresa y la adquisición de compromiso e implicación. - Integrar todas las partes de forma participativa, organizada, responsable y comprometida con el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. - Planificar los recursos y los plazos necesarios para la apropiada ejecución del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmisión de la importancia estratégica de la mejora en la capacidad resiliente de la empresa. - Definición del ámbito y alcance del análisis y mejora de la resiliencia empresarial. - Establecimiento de los objetivos. - Selección del grupo de trabajo. - Establecimiento de responsabilidades, comprensión y compromiso. - Definición del calendario de trabajo.
II. Identificación, recopilación, procesamiento y cumplimentación de información	
<ul style="list-style-type: none"> - Comprender qué tipo de información es requerida para llevar a cabo el análisis de la capacidad de resiliencia. - Establecer las operaciones al grupo de trabajo. - Emplear adecuadamente la herramienta SATIER - Analizar la coherencia entre la información necesaria y la proporcionada. - Revisión de la veracidad de la información recopilada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de las fuentes de información relevantes. - Asignación de tareas. - Estudio, recopilación, procesamiento de información y cumplimentación de la herramienta SATIER. - Revisión y refinamiento de la información.
III. Cálculo del índice de resiliencia empresarial	
<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación que no hay carencias de información. - Confirmación que la información introducida en la herramienta es la apropiada. - Determinación de cómo de resiliente es la empresa. - Determinación de cómo de resiliente sería la empresa en un futuro si implementara las recomendaciones de la herramienta. - Determinación de recomendaciones y disposición del diseño de un módulo de registro del conocimiento para mejorar la capacidad de resiliencia empresarial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación, procesamiento y categorización de la información de entrada. - Cálculo de los índices actual y futuro de resiliencia empresarial. - Desarrollo del informe final con la información de salida y recomendaciones para la empresa.
IV. Diagnóstico, planificación e implementación de acciones	
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las acciones óptimas para la mejora de la resiliencia empresarial - Consensuar la toma de decisiones acerca de las acciones a implementar y ejecutar. - Diseñar y establecer un plan de acción de implementación y ejecución de acciones. - Diseñar y proyectar de forma conjunta las acciones a implementar/ejecutar. - Implementar y ejecutar acciones que mejoren la capacidad de resiliencia empresarial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis detallado y conjunto de la situación actual y futura. - Planificación de la implementación y ejecución de las acciones preventivas y de registro. - Implementación de las acciones preventivas. - Implementación de las actividades de registro.
V. Control, evaluación, verificación y seguimiento	
<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar la implementación de las acciones - Monitorizar la ejecución de las acciones - Evaluar el funcionamiento de la empresa de manera global 	<ul style="list-style-type: none"> - Control, evaluación y verificación de la implementación de acciones preventivas y de registro. - Seguimiento, evaluación y verificación de la

OBJETIVOS	ACCIONES
<ul style="list-style-type: none"> - Conseguir la funcionalidad deseada. - Fomentar una comunicación continua y fluida basada en la confianza y respeto. 	<ul style="list-style-type: none"> - ejecución de las acciones preventivas y de registro. - Control, seguimiento, evaluación y verificación global de la mejora de la resiliencia empresarial. - Establecimiento de un sistema de retroalimentación.
VI. Mejora e innovación continua	
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar análisis periódicos. - Fomentar el aprendizaje continuo. - Evaluar de forma externa (o interna) la implementación y ejecución de las acciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo periódico del índice de resiliencia empresarial. - Formación y entrenamiento del personal. - Realización de auditorías.

La Figura 6.2 muestra una representación global de la propuesta metodológica con las diferentes fases y etapas y sus relaciones entre ellas.

Los distintos modos de uso de esta propuesta metodológica dependen de las circunstancias específicas de la empresa que la utilice. En general, se pueden diferenciar dos modos fundamentales:

- Empresas que realizan por primera vez el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Se trata de empresas que, sencillamente hasta el momento, no han realizado ningún tipo de gestión de su capacidad de resiliencia y que, en el mejor de los casos, se han ido recuperando ante eventos disruptivos sin ningún tipo de planificación, ni tan siquiera de previsión para estar lo más preparados posible ante las situaciones disruptivas.
- Empresas que en alguna medida ya realizan algún tipo de gestión de la resiliencia pero que consideran que dicha gestión puede mejorarse o simplemente no saben cómo afrontar la gestión de la resiliencia empresarial y están interesados en la herramienta SATIER y en el cálculo del índice de resiliencia, para conocer su posicionamiento y obtener información acerca de las acciones a desarrollar para mejorar la capacidad de resiliencia empresarial.

La Figura 6.3 muestra, a modo orientativo, el ciclo de cada una de las fases de la propuesta metodológica, que sirve de aproximación a las empresas para visualizar el esfuerzo, en términos de duración de las fases, que se precisará para el desarrollo de la metodología.

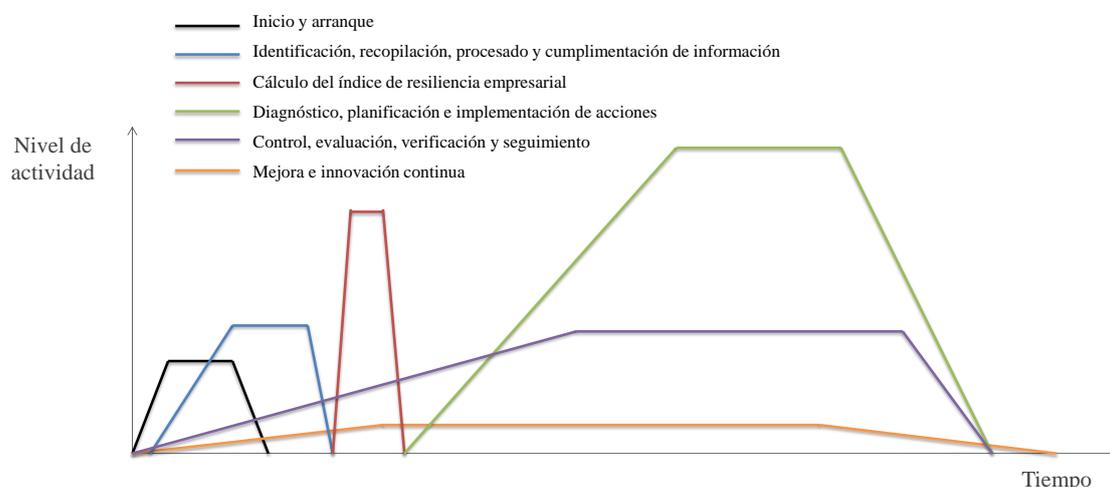


Figura 6.2. Representación del ciclo de las fases de la propuesta metodológica (adaptada de SPW, 2015).

Para asistir a las empresas en la implementación de la metodología, al final de cada etapa, se describen una serie de propuestas que servirán de ayuda para facilitar el proceso de puesta en marcha de la metodología, así como información adicional acerca de las posibles técnicas (en caso de ser necesarias) que pueden dar soporte a la implementación de cada etapa específica. Dicha información adicional, tan sólo se muestra para aquellas etapas en las que la empresa es la responsable de la realización de las tareas descritas, pues hay etapas (como por ejemplo las 3 etapas de la fase III y la etapa VI.1), que son internas de la herramienta SATIER, en las que no se precisa ninguna acción por parte de la empresa, pero que se han introducido en la propuesta metodológica para que haya una comprensión global de la continuidad de todo el proceso para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

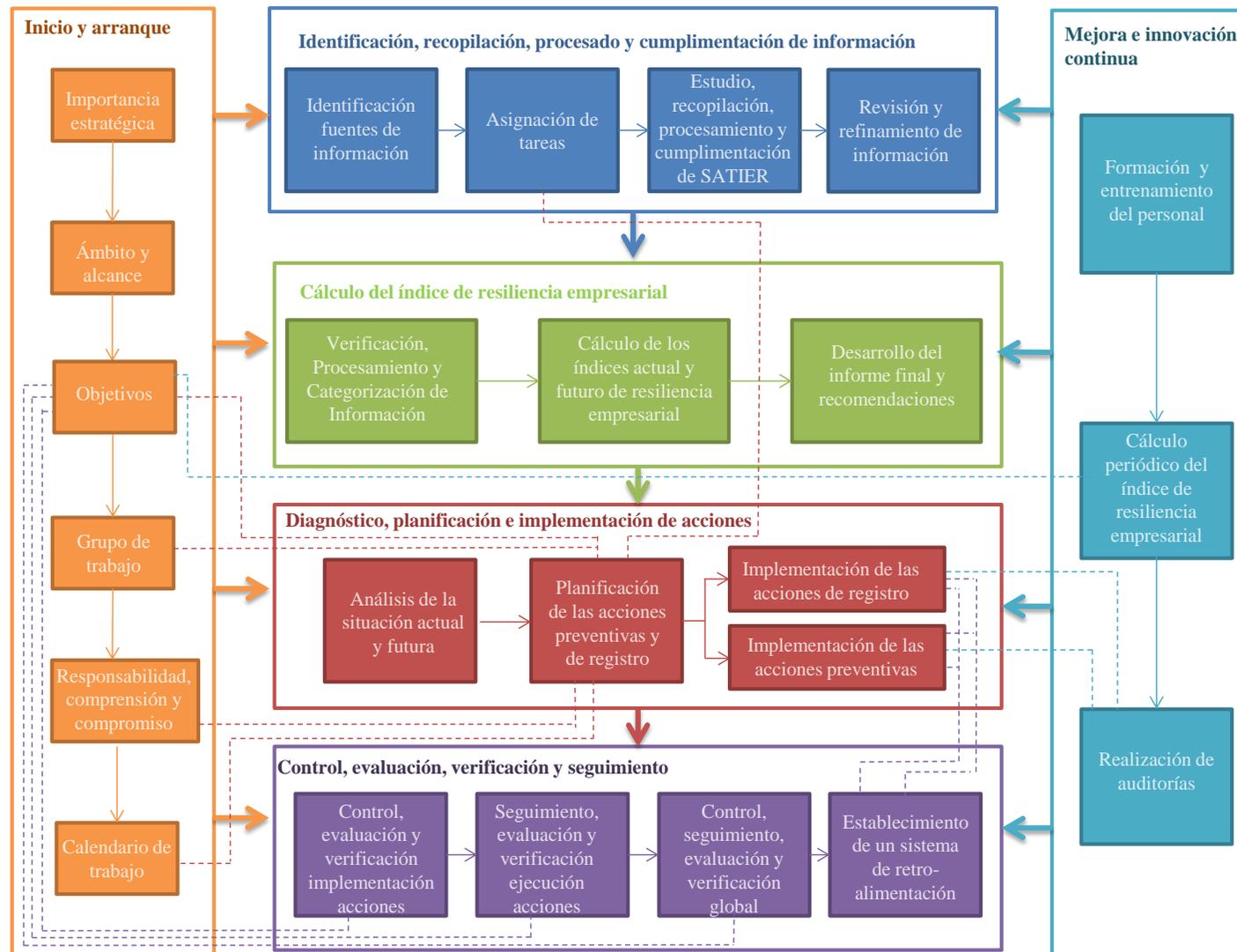


Figura 6.3. Resumen de la propuesta metodológica.

6.2.1 FASE I. Fase de Inicio y Arranque del Proyecto de Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.

La metodología para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial se inicia con una primera fase de arranque del proyecto cuyo objetivo principal es validar la concepción de los requerimientos sobre el análisis y la mejora. Se precisa de una fase inicial de definición de propósitos y evidencia de necesidad. Además, en esta fase, será de vital importancia la transmisión de información acerca de las finalidades del proyecto y la determinación de la hoja de ruta para analizar y mejorar la capacidad de resiliencia empresarial.

Etapa I.1. Transmisión de la Importancia Estratégica de la Mejora en la Capacidad Resiliente de la Empresa.

La primera etapa del arranque del proyecto para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial se inicializa mediante la detección de la necesidad de incrementar la capacidad resiliente de la empresa y hacer frente a eventos disruptivos. Normalmente, la decisión de llevar a cabo un proyecto de esta envergadura, surge desde el nivel estratégico de la empresa. Es la alta dirección, quién desde su visión completa y general de la empresa, identifica la existencia de amenazas potenciales a las que se enfrenta por tener una capacidad de resiliencia limitada. Es por ello, que en esta etapa, la alta dirección centra primordialmente sus esfuerzos en transmitir a toda la empresa la importancia estratégica de la mejora de la capacidad de resiliencia, para alcanzar, de este modo, su competitividad estratégica. Es vital que haya una presentación a los diferentes niveles de la empresa sobre la problemática potencial y global a la que se enfrenta la empresa por no tener capacidad de resiliencia o tenerla de manera insuficiente. Es conveniente que la alta dirección transmita dicho enfoque al nivel táctico, y que a su vez, el nivel táctico transmita dicha visión al nivel operativo. Además de la transmisión a los diferentes niveles de la empresa sobre la importancia estratégica que un proyecto de esta magnitud proporciona a la continuidad y supervivencia del negocio, es también importante la transmisión de que se requiere un compromiso global de todo el personal para alcanzar de forma exitosa una mejora de la capacidad de resiliencia.

Propuesta
La transmisión de la importancia estratégica de la mejora en la capacidad resiliente de la empresa se puede desarrollar mediante la planificación de una reunión en la que la alta dirección de a conocer sus intenciones en cuanto a la mejora de la capacidad de resiliencia empresarial, con el fin de explicar lo que se pretende llevar a cabo mediante la metodología, en qué consiste y cómo podría beneficiarse la empresa.
Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> • Reunión presencial/presentación de la alta dirección con el nivel táctico y de éste, al nivel operativo. • Canales habituales de comunicación en la empresa: correo electrónico, paneles informativos, teleconferencia (GoToMeeting, Skype, ...).

Etapa I.2. Definición del Ámbito y Alcance del Análisis y Mejora de la Resiliencia Empresarial.

Se debe identificar y definir el ámbito y alcance del análisis, ya que puede abarcar a la totalidad de la empresa o bien puede centrarse en diferentes unidades funcionales a partir de las diferentes fuentes de disrupción proporcionadas por la herramienta SATIER. La herramienta facilita el proceso de definición del ámbito y alcance del análisis, ya que el marco conceptual de la herramienta está definido de forma que la empresa puede identificar, de forma muy sencilla, qué fuentes de disrupción sobre las 11 fuentes predefinidas, quiere analizar para de esta formar focalizar los esfuerzos en sus funciones objetivo y evitar destinar esfuerzos y recursos, en objetivos no deseados o aspectos poco relevantes para ellos.

Las 11 fuentes de disrupción predefinidas que ofrece la herramienta SATIER se muestran en la Figura 6.4 así como la relación con las áreas funcionales o departamentos afines de la empresa.

En el caso de Pequeñas y Medianas Empresas (PYMEs), el mapeo entre las fuentes de disrupción y las unidades funcionales de la empresa que se pretenden analizar será el mismo, pero con la particularidad de que las PYMEs no suelen estar tan estructuradas como las grandes empresas, por ejemplo para disrupciones relativas al aprovisionamiento, es común que sea el propio departamento de producción

quien tenga integrada la función de compras y por lo tanto el área funcional analizada sería la propia producción, aunque en este caso también engloba actividades de acopio de materiales y componentes.



Figura 6.4. Relación entre las fuentes de disrupción de la herramienta SATIER y las diferentes unidades funcionales de una empresa para la identificación del ámbito y alcance del proceso de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

Propuesta
La definición del ámbito y alcance del proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial sirve para seleccionar aquellas áreas (fuentes de disrupción) críticas para la empresa. La empresa debe analizar qué áreas se encuentran más expuestas ante eventos disruptivos o cuáles, aunque no estén tan expuestas, son vitales para el funcionamiento de la misma. De este análisis, se deberán tomar las decisiones acerca de qué fuentes de disrupción son de primordial interés para la empresa para ser analizadas. Dicho análisis debe ser ejecutado por la alta dirección de la empresa pero con el soporte de los niveles intermedios que son los mayores conocedores de la situación diaria de la empresa.
Técnicas
Análisis de: (i) históricos de eventos disruptivos y su impacto en las diferentes áreas funcionales y (ii) la importancia estratégica de las 11 áreas funcionales, mediante matrices de jerarquización.

Etapa 1.3. Establecimiento de Objetivos.

Una vez que toda la empresa toma conciencia de la importancia que la capacidad de resiliencia le confiere para hacer frente a disrupciones que puedan hacer peligrar la supervivencia del negocio y definido el ámbito del proyecto, es vital definir los objetivos generales y los específicos que se pretenden alcanzar. Los objetivos deben indicar el resultado esperado después de intervenir en la empresa para mejorar su capacidad de resiliencia. Los objetivos generales están relacionados con el proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial desde una perspectiva global y suelen tener una naturaleza a largo plazo, mientras que los objetivos específicos están más relacionados con aspectos, no tan generales, sino más particulares y su horizonte suele ser a medio-corto plazo.

Los objetivos generales estarían relacionados con la definición del índice de resiliencia actual y el ideal o esperado para una situación futura, así como la inversión que la empresa estaría dispuesta a realizar para facilitar la transición del estado actual a un estado resiliente más propicio. Los objetivos específicos estarían relacionados con las diferentes fuentes de disrupción que la empresa pretende analizar y mejorar, y por tanto su perspectiva es mucho más acotada. Además los objetivos específicos abarcarán también dos enfoques, los objetivos de implementación, los cuales están focalizados en la puesta en marcha de las diferentes acciones, mientras que los objetivos de ejecución, se centran en el correcto funcionamiento a largo plazo de las diferentes acciones implementadas.

Ejemplo

Una empresa está interesada en calcular su índice de resiliencia empresarial (etapa III.2) desde tres perspectivas (etapa I.2): producción, social y tecnología. La empresa define los objetivos que pretende alcanzar mediante la realización del análisis y la posterior implementación de las acciones óptimas que la herramienta SATIER calcule. La siguiente Tabla ilustra un ejemplo de los posibles objetivos generales y específicos:

Generales (largo plazo)	
<ul style="list-style-type: none"> - Estar más preparados ante la ocurrencia de situaciones inesperadas. - Dar una respuesta más eficiente ante eventos disruptivos. - Mejorar la imagen que los clientes tienen de la empresa. 	
Particulares	
Implementación (corto plazo)	<ul style="list-style-type: none"> - Tener capacidad de implementación de los diferentes hitos de la acción preventiva/registro. - Cumplir con los plazos en la implementación de la acción preventiva/registro - Utilizar los recursos en la implementación de la acción preventiva/registro de manera eficiente.
Ejecución (medio plazo)	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución en un 10%, la rotura/fallos de máquinas y/o equipos clave (Producción). - Disminución en un 5%, la fabricación de productos defectuosos o de mala calidad (Producción). - Disminución en un 3%, el absentismo laboral (Sociales). - Disminución en un 10%, los errores graves cometidos por el personal en las operaciones de la empresa (Sociales). - Disminución en un 5%, los equipos infectados por virus informáticos (Tecnología). - Disminución del 7% en fallos de comunicación internos y/o con clientes y/o proveedores (Tecnología).

Propuesta
<p>A continuación se detallan algunas recomendaciones sobre la definición de objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Deben estar redactados de forma positiva para que resulten un desafío motivador. ● Conviene realizar una priorización de los mismos, de modo que, aquellos objetivos más importantes para la empresa se encuentren en primer lugar, dejando para las últimas posiciones los objetivos secundarios. <p>Además, existe un criterio, denominado SMART, que determina que los objetivos deben tener las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● S: Específicos. Deben definir la consecución de una acción en particular. ● M: Medibles para poder valorar su nivel de consecución. ● A: Alcanzables. De modo que no se definan objetivos que sean imposibles, con la consecuente desmotivación del personal involucrado en su consecución. ● R: Relevantes y realistas. ● T: Temporalizados, delimitados en el tiempo, con los plazos de tiempo definidos y establecidos.
Técnicas
Utilización del criterio SMART.

Etapa I.4. Selección del Grupo de Trabajo.

La figura 6.4 muestra la relación entre las diferentes fuentes de disrupción predefinidas en el enfoque conceptual de la herramienta SATIER y las diferentes unidades funcionales que existen habitualmente en una empresa. La empresa puede realizar el análisis con un alcance global, mediante el análisis desde todas

las perspectivas (fuentes de interrupción) o puede estar interesada, de manera específica, en alguna fuente de interrupción en concreto o en varias, con lo cual, el alcance del análisis es menor que en el caso de que el análisis englobe la totalidad de la empresa. Dependiendo de la elección del alcance, se debe seleccionar el grupo de trabajo idóneo que llevará a cabo el proceso de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

La selección de los miembros del grupo de trabajo es importante para la correcta ejecución de las fases posteriores. El número de miembros del grupo de trabajo depende de diversos factores como la estructura y organización de la información de la empresa, el conocimiento y experiencia de los miembros del grupo, la complejidad de la empresa...

En la etapa de selección del grupo de trabajo, jugará un papel muy importante la selección de un responsable por cada fuente de interrupción, si es que la empresa desea analizar su índice de resiliencia empresarial de manera global y analizando sus diferentes fuentes. Cada uno de los componentes del grupo de trabajo, tendrá responsabilidades diferentes, y dichas responsabilidades estarán basadas básicamente en el grado de conocimiento y disponibilidad de información necesaria para estudiar el estado actual de la capacidad resiliente de la empresa así como en sus competencias para implementar acciones que afecten a su unidad funcional. En la siguiente etapa, se describe con un mayor nivel de detalle las responsabilidades, comprensión y compromiso de cada miembro del grupo de trabajo.

Por tanto, considerando que una empresa está estructurada según unidades funcionales e identificando el tipo de información que se precisa en cada una de las fuentes de interrupción, se realiza un cruce entre las necesidades de información de la herramienta SATIER y el capital humano que posee dicha información, y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6.3, donde se detallan los diferentes perfiles de los responsables que serán los propietarios de la información requerida por cada fuente de interrupción la herramienta SATIER.

Tabla 6.3. Perfiles/responsables para la cumplimentación de la información de la herramienta SATIER para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

Fuente/Origen	Perfil
Aprovisionamiento	- Comprador - Especialista en compras - Director/a de compras - Director/a de materiales
Clientes	- Director/a de Ventas - Director/a de <i>Marketing</i> - Director/a de relaciones con clientes - Director/a del servicio de atención al cliente - Director/a del servicio post-venta
Distribución	- Director/a de Ventas - Director/a de relaciones con clientes - Director/a del servicio de atención al cliente - Director/a de logística
Energéticos	- Responsable de mantenimiento - Director/a de producción - Director/a de planta
Entorno	- Alta dirección
Financieras	- Director/a de contabilidad - Director/a financiero
Gestión de inventarios	- Director/a de inventarios - Director/a de logística
Legislación	- Director/a del departamento jurídico - Director/a de contabilidad
Producción	- Director/a de planificación y control de producción - Ingeniero/a de procesos - Ingeniero/a industrial - Ingeniero/a de producción - Jefe de operaciones
Sociales	- Director/a de recursos humanos - Director/a de personal

Fuente/Origen	Perfil
Tecnología	- Director/a de tecnología de la información - Director/a de sistemas de información - Jefe de la oficina de información

La Tabla 6.3 muestra una aproximación de los diferentes roles que podrían estar envueltos en el proyecto para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Pero cabe destacar que, dependiendo de la tipología de empresa, tamaño, etc., dicho enfoque puede cambiar, por ello se ofrece tan sólo a nivel orientativo. Por ejemplo, la cantidad de miembros de un grupo de trabajo de una PYME será mucho más reducida que en una gran empresa, y en este caso, el mismo rol, por ejemplo el responsable de producción, será el propietario de la información relativa a diferentes fuentes de disrupción como aprovisionamiento, producción, gestión de inventarios...

Propuesta
La selección del grupo de trabajo depende del alcance del proyecto, pero es conveniente que al menos haya un responsable por cada fuente de disrupción. Dichos responsables serán los encargados de liderar el proyecto para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial en su unidad funcional, involucrando a todo el personal del nivel operativo en el mismo.
Técnicas
<p>Selección por competencias, grado de conocimiento y disponibilidad de información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perfil de conocimiento y disponibilidad de información. Análisis de la relación entre el conocimiento e información del candidato con los requerimientos de información según las fuentes de disrupción. • Perfil competencial. Las competencias del candidato son complementarias a las acciones a implementar para la mejora de la resiliencia empresarial.

Etapa I.5. Establecimiento de Responsabilidades, Comprensión y Compromiso.

Esta etapa engloba tres aspectos bien diferenciados y relacionados con el capital humano de la empresa así como con el grupo de trabajo que participará en el proyecto para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Las responsabilidades de cada miembro del grupo deben ser definidas, pero para ello, los miembros deben entender de forma clara cuales son los objetivos y las aspiraciones del análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Además, se precisa de compromiso por parte del personal desde el inicio. Por ello, es de vital importancia la comprensión del mismo, para que haya un conocimiento profundo de qué, cómo y porqué debe mejorar la empresa, su capacidad de resiliencia.

- Responsabilidades. Se deben determinar las responsabilidades de los miembros del grupo de trabajo, de forma que se establezcan sus cometidos relativos a la gestión de la resiliencia empresarial. La determinación de responsabilidades está relacionada con la definición y asignación de tareas a los miembros del grupo, que se realizará en la Etapa II.2. Por ejemplo, la alta dirección encarga a los responsables de cada departamento, la responsabilidad final de ejecutar las acciones preventivas óptimas para mejorar la capacidad de resiliencia de la empresa. Los directores de cada departamento deberán delegar parte de su responsabilidad al nivel operativo para que den soporte en la implementación de las acciones preventivas. Por ello, es primordial que toda la empresa conozca sus responsabilidades para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial.
- Comprensión. Se requiere de una visión completa y un entendimiento profundo de los objetivos (qué) (etapa I.3) y de la importancia (por qué) (etapa I.1) del proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial para fomentar el compromiso en el proyecto y ejecutar de forma satisfactoria el mismo. Del mismo modo, toda la empresa debe conocer sus responsabilidades dentro de la gestión de la resiliencia empresarial, pues es crítico que toda la empresa esté comprometida desde la primera fase.
- Compromiso. Se requiere de responsabilidad por parte de todos los miembros del grupo de trabajo para la correcta ejecución del proyecto para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. La herramienta SATIER precisa de datos e información de entrada exactos y auténticos que representen fidedignamente la realidad, ya que sino los resultados obtenidos pueden ser inexactos y esto puede conducir a la toma de decisiones errónea. Por lo tanto, el compromiso se precisa a dos niveles: (i) compromiso con el proyecto para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial que vendrá motivado por la Etapa I.1. en la cual se muestra la importancia estratégica de este tipo de actuaciones y (ii) compromiso en la ejecución del mismo, especialmente en la búsqueda e identificación de la

información relevante de entrada requerida por la herramienta SATIER y también en la implementación de las acciones que mejoren la capacidad de resiliencia de la empresa.

<p>Propuesta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidades: Siguiendo con el ejemplo anterior, los responsables de cada departamento tendrán que vencer ciertas barreras al delegar responsabilidades al nivel operativo, llevando a cabo reuniones de forma rutinaria, comprobando la veracidad de la información recopilada, realizando chequeos durante la implementación y ejecución de las acciones e informando a la alta dirección sobre el progreso del proyecto. • Comprensión: La exposición de los objetivos y metas a alcanzar debe ser clara y comprensible. Los canales informativos deben ser los apropiados y el interlocutor debe realizar la comunicación con astucia para que el personal alcance el entendimiento del propósito global y de las intenciones particulares del proyecto para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. • Compromiso: Construir emociones positivas, hacer partícipes a todo el personal y crear un ambiente de trabajo productivo para que el personal se sienta comprometido con el análisis y mejora de la resiliencia empresarial.
<p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidades: Reuniones periódicas. • Comprensión: Utilización de los canales informativos habituales de la empresa para comunicar los objetivos e intenciones del proyecto para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. También son recomendables las sesiones de formación. • Compromiso: Reconocimiento del trabajo del personal, y aumento de la confianza y de su libertad de actuación. Una forma de medir el compromiso del personal es analizar la voluntad de recomendar y manifestar en público un alto concepto sobre su empresa.

Etapa I.6. Definición del Calendario de Trabajo.

Cualquier proyecto de cualquier envergadura debe estar acotado por unos plazos de forma que se establezcan fechas para la consecución de los diferentes objetivos y/o tareas a desarrollar. La definición de las fechas debe ser consensuada por las partes involucradas y asimismo deben ser realistas, ya que plazos muy cortos provocarán nerviosismo por no alcanzarlos a tiempo, y plazos muy largos harán que la consecución del proyecto se demore demasiado en el tiempo. Si bien es cierto que el proyecto para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial abarca dos partes bien diferenciadas. En primer lugar, el análisis, que será una fase que no precise de largos plazos de tiempo y una fase de mejora, en la que se llevará a cabo la implementación de las acciones preventivas óptimas así como las acciones de registro en el caso de que acontezca algún evento disruptivo. Dependiendo de la naturaleza de dichas acciones de mejora, la duración será mayor. Sin embargo, en este punto, es muy difícil prever la naturaleza, alcance y complejidad de las acciones preventivas óptimas para la empresa en cuestión. Por ello, se aconseja que en esta etapa, se defina un primer calendario de la fase de análisis para que posteriormente y conocida la solución al problema, se defina el calendario en cuanto a la fase de mejora.

<p>Propuesta</p> <p>Es aconsejable que la alta dirección establezca los plazos de las diferentes actividades con el consenso de todos los participantes y los integrantes del grupo de trabajo para llevar a buen término el proyecto para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. También es importante en el establecimiento de plazos, comunicar la secuencia de las actividades. No solo es necesario comunicar la estimación de la duración de cada una de las actividades, sino que también cabe definir la precedencia entre ellas. A modo orientativo, la Figura 6.3 ofrece una estimación de los plazos de tiempo de cada una de las fases de la propuesta metodológica de la presente investigación.</p>
<p>Técnicas</p> <p>Técnicas como la definición de un cronograma, el desarrollo de un PERT (<i>Project Evaluation and Review Techniques</i> – Técnicas de Revisión y Evaluación de Proyectos) o de un CPM (<i>Critical Path Method</i> – Método del Camino Crítico) pueden ser de gran ayuda para diseñar y establecer un primer calendario orientativo. Además, actualmente existen gran cantidad de herramientas <i>online</i> y aplicaciones (apps) que gestionan calendarios online integrados y diseñados para la gestión de proyectos y el trabajo en equipo. Entre las aplicaciones más conocidas, se encuentran Google Calendars, iCloud, Office 365, outlook.com, iCal, ...</p>

6.2.2 FASE II. Identificación, Recopilación, Procesamiento y Cumplimentación de la Información Requerida.

Esta fase se centra principalmente en examinar, seleccionar y compilar la información necesaria para ser introducida en la herramienta SATIER. La herramienta proporcionará la solución óptima de qué acciones se deben ejecutar para mejorar la capacidad de resiliencia de la empresa, pero para ello precisa de datos de entrada que muestren cual es la situación actual de la empresa y qué soluciones son más deseables y viables para la misma.

Etapas II.1. Identificación de las Fuentes de Información Relevantes.

En el capítulo 5 se describe de forma detallada cuál es el marco conceptual de la herramienta SATIER, sin embargo, a continuación, se resume cuáles son las necesidades de información que deben ser identificadas para una correcta cumplimentación de la herramienta. En esta etapa, se define el rol de “propietario de la información” que es el poseedor del conocimiento, la información y los datos de entrada requeridos para llevar a cabo el proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

La estructura de la herramienta SATIER se compone de:

- Análisis de la información general de la empresa. Este análisis requiere de información general de la empresa acerca del tamaño, número de empleados, sector, facturación, valor contable de la empresa, entre otros... así como una dirección de correo electrónico para el posterior envío del informe con los resultados de la herramienta SATIER. La Tabla 6.4 muestra un resumen de las diferentes fuentes de información según las necesidades de información:

Tabla 6.4. Identificación de los propietarios de información para el análisis general de la empresa.

Necesidad de información	Propietario de información (unidades funcionales)
País de origen	Administración
Número de empleados	Administración, Personal (Recursos Humanos)
Ámbito geográfico de operación	Ventas
Sector	Administración
Facturación	Finanzas
Inversión en resiliencia empresarial	Alta dirección, Finanzas
Valor contable de la empresa	Finanzas

- Análisis del estado actual y futuro de la capacidad de preparación de la empresa. El análisis del estado actual requiere información acerca de diferentes eventos disruptivos que se encuentran categorizados según su fuente/origen de disrupción (aprovisionamiento, clientes, distribución...) que tienen una probabilidad de ocurrencia dentro de un horizonte de tiempo (por ejemplo, en el próximo año, 5 años, 10 años...) y que si acontecen, tendrán un una severidad determinada. Todo ello supondrá un coste para la empresa. Las fuentes de información potenciales según el origen de los diferentes eventos disruptivos son aquellas mostradas en la Figura 6.4, donde se detalla la relación entre las fuentes de disrupción de la herramienta SATIER y las diferentes unidades funcionales de una empresa. La Tabla 5 muestra además información acerca de los perfiles de los responsables para la cumplimentación de la información de la herramienta SATIER, con lo cual ofrece también una orientación acerca de las diferentes fuentes de información según el origen de los eventos disruptivos.

Para el análisis de la capacidad de preparación futura, la herramienta presenta una serie de acciones preventivas por cada evento disruptivo. En este caso, la empresa tiene que valorar, para aquellas acciones preventivas que le resulten interesantes, en qué rango disminuiría la probabilidad de ocurrencia o el impacto (severidad) del evento disruptivo y qué coste le supondría a la empresa ejecutar dicha acción preventiva. Debido a que las acciones preventivas están personalizadas por cada evento disruptivo, y a su vez, cada evento disruptivo está categorizado en diferentes fuentes de disrupción, los propietarios de la información serán las diferentes unidades funcionales de la empresa. Además, el personal del departamento de Prevención de Riesgos puede dar soporte en la estimación del rango en el que disminuirá la severidad tras ejecutar una o varias acciones preventivas y el departamento financiero también puede trabajar conjuntamente con los diferentes departamentos para estimar el coste de las acciones preventivas.

- Análisis del estado actual y futuro de la capacidad de recuperación. La herramienta SATIER recopila información acerca de los eventos disruptivos que ya han acontecido, las acciones de recuperación

ejecutadas, el registro de un análisis detallado de los dos elementos anteriores y la definición de un protocolo de actuación. La información requerida abarca el estado actual pero también la predisposición de la empresa para realizar registro de los elementos de información anteriores a largo plazo y en el futuro. Por ello, serán también las diferentes unidades funcionales, quienes serán conectoras de si existe o no registro de eventos disruptivos pasados y las acciones de recuperación ejecutadas. En cuanto a la intención del registro, será la alta Dirección quien tenga el poder de decisión y por tanto, pueda aportar una visión más realista de la información.

Propuesta				
<p>La herramienta SATIER está estructurada en 4 tipos de análisis y en 11 fuentes de disrupción con lo que facilita la identificación de la información necesaria. La Tabla 6.5 identifica a los propietarios de información para el análisis general de la empresa. A continuación se muestra un resumen de los diferentes propietarios de información según la necesidad de información de la herramienta SATIER. Cabe destacar que dicho resumen se ofrece a título orientativo, pues la correspondencia entre el propietario y la necesidad de información dependerá, en gran medida, de la estructura organizativa de la empresa, su tamaño...</p> <p>Tabla 6.5. Identificación de los propietarios de información para el análisis actual y futuro de las capacidades de preparación y recuperación de la empresa.</p>				
	Tipo de Análisis	Necesidad de información		Propietario de información
Capacidad de Preparación	Estado Actual	Probabilidad		Departamento relacionado con la fuente / origen de disrupción
		Horizonte temporal		
		Severidad		Departamento relacionado con la fuente / origen de disrupción + Prevención de riesgos laborales
		Coste del evento disruptivo		Departamento relacionado con la fuente / origen de disrupción + Finanzas
	Estado Futuro	Disminución de la probabilidad		Departamento relacionado con la fuente / origen de disrupción
		Disminución de la probabilidad		Departamento relacionado con la fuente / origen de disrupción + Prevención de riesgos laborales
Coste de la acción preventiva		Departamento relacionado con la fuente / origen de disrupción + Prevención de riesgos laborales + Finanzas		
Capacidad de Recuperación	Estado Actual	Registro de:	- Eventos disruptivos acontecidos - Acciones de recuperación ejecutadas	Departamento relacionado con la fuente/origen de disrupción
	Estado Futuro	Predisposición para el registro de:	- Análisis detallado de los dos elementos anteriores - Protocolo de actuación	Alta Dirección
Técnicas				
Matriz de correspondencia entre los requerimientos de información de SATIER y la disponibilidad de información en la empresa (propietarios de información).				

Etapa II.2. Asignación de Tareas

Una vez que se han identificado las diferentes fuentes (propietarios) de información, se deben asignar las tareas a los diferentes miembros clave del grupo de trabajo, pero también se debe escalar la asignación de tareas hacia el nivel operativo.

Las tareas pueden dividirse en dos grupos principales: aquellas relacionadas con el análisis de la resiliencia empresarial y las actividades relacionadas con la mejora de la capacidad resiliente de la empresa.

El primer grupo de actividades (descritas con mayor nivel de detalle en la Etapa II.3) tendrá el objetivo de proporcionar los datos e información de entrada a la herramienta SATIER para que ésta, a su vez, proporcione las salidas a través de su informe final. Este primer grupo de tareas son clasificadas como actividades de pre-análisis. El segundo grupo de actividades se basa en los resultados ofrecidos por la herramienta (ver etapa IV.1) como base para la toma de decisiones acerca de aquellas acciones preventivas que más favorezcan a la mejora de la capacidad resiliente de la empresa así como el diseño del módulo de registro del conocimiento que faciliten el almacenamiento y recuperación de la información necesaria para mejorar la capacidad de resiliencia empresarial. Dichas tareas se consideran como tareas post-análisis que asisten a la toma de decisión y mejora, ya que conducen a la ejecución e implementación de las acciones preventivas y de registro del conocimiento (etapas IV.3 y IV.4).

La Figura 6.5 describe la lógica de la división de las tareas de análisis y de mejora:

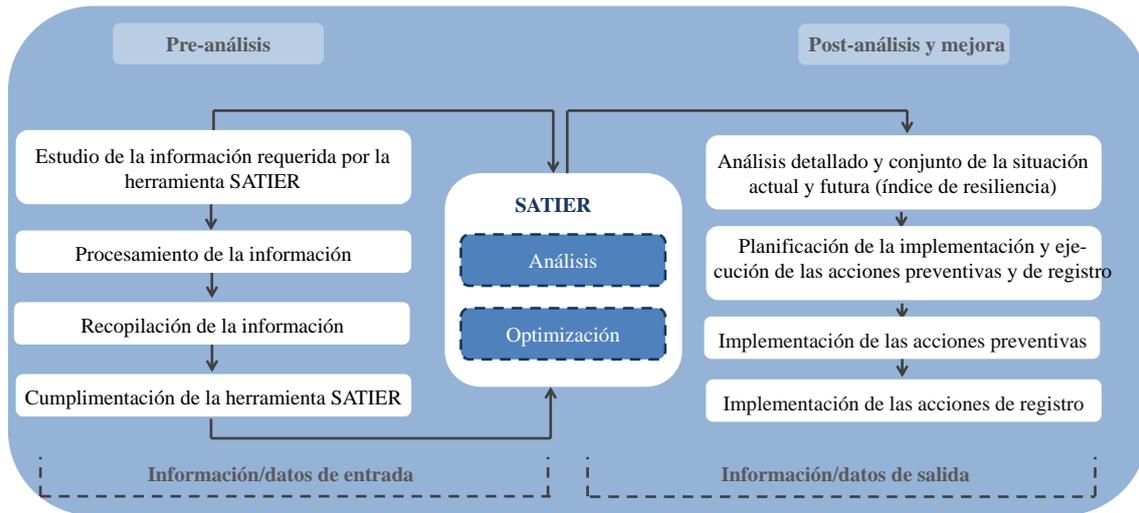


Figura 6.5. División de las tareas en pre-análisis y post-análisis y mejora.

Las tareas de pre-análisis engloban fundamentalmente el estudio de la información requerida por la herramienta SATIER, la recopilación de la misma, su procesamiento (en caso necesario) y su cumplimentación según el formato requerido por la herramienta. Para mayor información, ver etapa II.3.

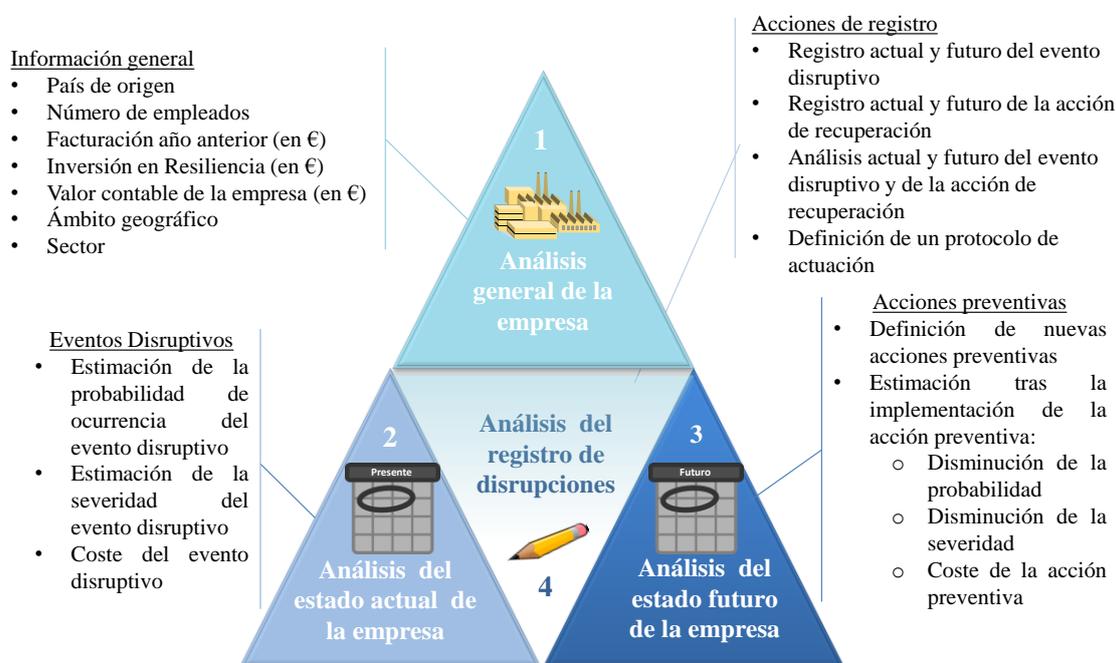
Mientras que las tareas de post-análisis y mejora se basan en el análisis de las salidas proporcionadas por la herramienta, el proceso de toma de decisiones basado en la información obtenida y la ejecución de las acciones preventivas más apropiadas, según la solución óptima calculada a través del MILP de la herramienta SATIER, y la implementación de las acciones de registro, a través del diseño de módulo de registro del conocimiento ofrecido por SATIER. Para mayor información, ver la Fase IV.

<p>Propuesta</p> <p>La asignación de tareas se realizará teniendo en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para la Fase II, la identificación de los propietarios de la información requerida por la herramienta SATIER. - Para la Fase IV, el personal que presente las aptitudes y competencias alineadas con la naturaleza de las acciones preventivas y de registro a implementar y ejecutar. En este caso, como la información acerca de qué acciones se van a ejecutar, no está disponible hasta fases posteriores, dicha asignación deberá ejecutarse de forma paralela a la etapa IV.2. <p>Una vez asignadas las tareas, se deberá informar debidamente a los implicados y establecer quién está a cargo de qué, para aclarar las líneas de autoridad.</p>
<p>Técnicas</p> <p>Actualmente, existen herramientas de asignación de tareas online de forma colaborativa, que aportan comunicación instantánea y permiten trabajar en un entorno de información compartido y actualizado. Estas aplicaciones que ayudan a gestionar tareas se conocen en inglés como <i>to-do list</i> y entre las más comunes se encuentran: GoogleKeep, Todoist, Any.Do, Carrot, Wunderlist, Calvetica, y Pocket Lists. Todas ellas también funcionan en dispositivos móviles.</p>

Etapa II.3. Estudio, Recopilación, Procesamiento de la Información y Cumplimentación de la Herramienta SATIER.

La etapa II.3 abarca el desarrollo de las tareas pre-análisis. Dichas tareas son:

- Estudio de la información requerida por la herramienta SATIER. Tal y como se avanzaba en la Etapa II.1, la herramienta SATIER consta de 4 tipos de análisis. Y cada uno de los análisis requiere de información específica, tal y como se detalla en la Figura 6.6:



- Recopilación de la información relevante. Una vez analizada el tipo de información y los datos que requiere la herramienta SATIER, se debe realizar una selección y compilación de la información para ser introducida en la herramienta. La recopilación puede provenir de observaciones reales, documentos que se usan de manera cotidiana, e incluso en forma de conocimiento tácito y/o *know-how* del personal de la empresa. Para ello, los diferentes responsables (designados en la Etapa I.5), serán los encargados de establecer los mecanismos más apropiados para recopilar la información.
- Procesamiento de la información en caso necesario. La información recopilada por la empresa puede que no sea exactamente la requerida por la herramienta, y por tanto se precise del procesamiento y manipulación de los diferentes datos para producir la información con el formato requerido. Por ejemplo, la herramienta SATIER requiere que, la estimación del coste de un evento disruptivo en concreto, venga determinada en tanto por ciento (%) respecto a la facturación anual de la empresa. Por lo tanto, si dicha estimación se realiza en €, habrá que procesar el dato para transformarlo en % para su introducción en la herramienta SATIER.
- Cumplimentación de la herramienta SATIER. Existen dos versiones para la cumplimentación de la herramienta SATIER. Por una parte, tras el estudio, recopilación y procesamiento de la información, se puede cumplimentar de manera *online* mediante un cuestionario de autoevaluación tal y como muestra en la sección 5.6.1 del capítulo 5. También existe la posibilidad de descargar el cuestionario, cumplimentarlo de manera *offline* y enviarlo por email, tal y como muestran las instrucciones que reciben las empresas para la cumplimentación del cuestionario (ver Anexo 5.2). Será la propia empresa la que elija el método que más le conviene y que mejor se ajuste a sus necesidades. Para mayor información ver sección 5.6.1 del capítulo 5.

Propuesta

En el Anexo 5.4 se encuentran las instrucciones para la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER de manera *offline*. Dichas instrucciones sirven de guía para la correcta cumplimentación de la información requerida para el estudio de resiliencia empresarial. Además, también están disponibles a través de la página web de la herramienta SATIER. Las

instrucciones para la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación de manera *online* están descritas en el mismo cuestionario.

Técnicas

El cuestionario de autoevaluación está disponible a través de la página web de la herramienta SATIER, tanto en su formato *online*, como en su formato *offline*.

Etapa II.4. Revisión y Refinamiento de la Información

Esta etapa tiene como objetivo principal comprobar que la información facilitada por el propietario de la información y que se ha utilizado en la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación es real, veraz y fidedigna. Esta etapa engloba el conjunto de acciones que se llevan a cabo para la comprobación de la correcta cumplimentación de la herramienta, desde dos puntos de vista: (i) comprobación de la veracidad de la información y (ii) comprobación que no se han producido errores en la cumplimentación de la herramienta SATIER; con el fin de poder actualizar la información requerida por SATIER cuando se detectan inconsistencias para el lanzamiento de un nuevo cálculo del índice de resiliencia.

Es muy importante que la información proporcionada a la herramienta SATIER, facilite una representación fidedigna de la situación real de la empresa. Los responsables de la cumplimentación de la información en SATIER deben recabar la información siendo conscientes que, en ocasiones, los datos no aportan la información de salida deseada. Sin embargo, ese es el último fin del estudio de la capacidad de resiliencia, detectar las salidas no deseadas para tomar las acciones oportunas y mejorar la situación. Es importante que los propietarios de la información cumplimenten la herramienta SATIER en un ambiente de confianza y sin ningún tipo de presión a acciones adversas en su contra debido a los resultados que ofrezca la herramienta para evitar que los datos de entrada se vean falseados.

Además, se precisa de extrema precaución en cuanto a la comisión de errores referidos a la introducción de la información en el formato que precisa SATIER, del modo que se ha especificado en la etapa II.3.

La etapa de revisión trata de contrastar que toda la información introducida es exacta y que además no se han cometido errores. En caso de detección de inconsistencias, se actualizará la información en la herramienta SATIER.

Propuesta

Se aconseja que la revisión de la información introducida en SATIER sea realizada por un miembro del grupo de trabajo que no ha participado en la cumplimentación de dicha información. De esta forma la revisión será objetiva. El revisor se debe cuestionar toda la información cumplimentada de modo que haga que el propietario de la información se replantee numerosas cuestiones sobre la veracidad de la información y argumente el porqué de dichos valores.

Técnicas

- Contrastación de datos.
- Entrevista entre el revisor y el propietario de la información para llevar a cabo una sesión de trabajo en el que se contraste la información utilizada en SATIER.
- Comprobación de errores.

6.2.3 FASE III. Cálculo del Índice de Resiliencia Empresarial (Fase Interna de la Herramienta SATIER).

Esta fase es una fase interna de la herramienta SATIER en la cual, una vez que se ha cumplimentado de forma apropiada la información necesaria para cálculo del índice de resiliencia (etapas II.3 y II.4), SATIER se encarga de transformar los datos de entrada en información de salida valiosa para las empresas, que les permita tomar decisiones óptimas y utilizar los medios que SATIER pone a su alcance, como por ejemplo el diseño del módulo de registro del conocimiento. La Figura 6.7 muestra un resumen de las etapas internas que se desarrollan en la herramienta SATIER:



Figura 6.7. Esquema de las etapas de la Fase III: Cálculo del índice de resiliencia empresarial

Etapa III.1. Verificación, Procesamiento y Categorización de la Información de Entrada.

La Etapa III.1, cuyo objetivo principal es la manipulación de los datos para producir información significativa, precisa de tres acciones relacionadas con la información de entrada a la herramienta SATIER. En primer lugar, verificar que los datos introducidos son apropiados desde el punto de vista de funcionamiento de la herramienta. La verificación sobre la veracidad de la información de entrada, es realizada por la empresa en la Etapa II.3. Sin embargo, la herramienta precisa de ciertos datos con carácter obligatorio para poder calcular el índice de resiliencia empresarial y además, también precisa que la información de entrada sea consistente, como por ejemplo que la probabilidad de que un evento disruptivo acontezca después de haber implementado una acción preventiva, sea menor o igual a la probabilidad de ocurrencia antes de implementar dicha acción. Por lo tanto, la verificación se focalizará en garantizar que la información de entrada es sólida. En caso de que existan inconsistencias, se requerirá a la empresa, vía *email* (gracias a la dirección de email proporcionada en el cuestionario de autoevaluación), que revise y solucione las inconsistencias.

La segunda acción radica en el procesamiento de los datos de entrada. En las instrucciones está especificado cómo se deben introducir los datos de entrada en la herramienta SATIER. Sin embargo, en uno de los casos de estudio analizados en el capítulo 7, algunos de los usuarios de la herramienta expresaron los costes de las acciones preventivas en tiempo cuando la herramienta SATIER lo requiere como % sobre la facturación. Por ejemplo, el responsable del departamento de informática, estimó que para hacer frente al evento disruptivo de “fallos de comunicación internos”, una de las acciones preventivas propuestas por SATIER que le resultaba interesante era, analizar el histórico de los fallos producidos en los sistemas de comunicación y estimaba que el coste anual de dicho análisis le llevaría a un técnico de su departamento, una semana de trabajo. Y así lo dejó plasmado en el cuestionario de autoevaluación, indicando que el coste lo había estimado en tiempo y proporcionando la información acerca del coste medio anual de un técnico así como los días laborables anuales de su empresa (lo indicó en el campo de “Comentarios” de SATIER). El procesamiento de los datos en este caso, consistió en calcular el coste (en €) de implementar la acción preventiva a través de la información proporcionada por parte del responsable del departamento y de ahí transformar el coste de unidades monetarias a % sobre la facturación anual de la empresa.

Finalmente, la tercera acción de categorización se centra en almacenar los datos clasificados según las necesidades del MILP. En este sentido, los datos de entrada de SATIER son exportados a un archivo .sql y cargados en una base de datos MariaDB, de forma que puedan utilizarse en el modelo (para mayor información ver sección de 5.6.2 del capítulo 5).

Etapa III.2. Cálculo de los Índices Actual y Futuro de Resiliencia Empresarial.

Una vez que la herramienta posee todos los datos de entrada necesarios y en el formato adecuado, está en disposición de poder calcular el índice de resiliencia tanto del estado actual como de la situación deseable en el futuro. El índice de resiliencia es función de los índices de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial.

El índice de preparación indica cuán preparada está la empresa para hacer frente a eventos disruptivos. El índice actual analiza cuál es la situación de la empresa, de forma que cuanto más baja sea la probabilidad y/o severidad de que acontezcan los eventos disruptivos, más preparada se encontrará la empresa. La herramienta SATIER propone acciones preventivas mediante las cuales la empresa puede mejorar su índice de preparación actual y alcanzar el índice de preparación futuro. La propuesta de acciones preventivas óptimas a implementar conforma los pasos de transición del estado de preparación AS IS al estado TO BE.

El índice de recuperación indica si la empresa es eficiente dando respuesta a los eventos disruptivos ya acontecidos. Su análisis se basa en la gestión del conocimiento, pues las empresas que poseen un registro del conocimiento sobre el histórico de eventos disruptivos y las medidas que se adoptaron en el momento de acontecimiento, posee una mayor capacidad de recuperación de aquellas empresas que no poseen ningún tipo de información. El índice actual analiza cual es la base de conocimiento de la empresa para dar respuesta a eventos disruptivos. El índice futuro analiza cuál es la voluntad de la empresa para gestionar eficientemente dicho conocimiento. El diseño del módulo de registro del conocimiento que ofrece SATIER conforma los pasos de transición del estado de recuperación AS IS al estado TO BE.

El índice de resiliencia se calcula como una combinación de la capacidad proactiva de preparación y la capacidad reactiva de recuperación. Del mismo modo que en el caso anterior, la herramienta SATIER ofrece información acerca de la situación actual de la empresa así como el estado futuro deseable para garantizar la continuidad de la empresa a largo plazo gracias a su capacidad resiliente. La sección 5.4 del capítulo 5 describe en detalle los fundamentos matemáticos para el cálculo del índice de resiliencia.

Finalmente, para su cálculo, la herramienta SATIER utiliza un modelo de programación lineal mixta entera formulado mediante el lenguaje de programación matemático JuMP y que utiliza el *solver Cbc* para su resolución.

Etapa III.3. Desarrollo del Informe Final con la Información de Salida y Recomendaciones para la Empresa.

La última etapa de la Fase III consiste en proporcionar información valiosa a la empresa con el objetivo de asistir a su proceso de toma de decisiones en cuanto a qué acciones planificar e implementar para mejorar su capacidad de resiliencia. Para ello, la herramienta SATIER proporciona un informe personalizado a cada empresa con sus resultados, en los que se indica su índice de resiliencia actual (basándose en la combinación de sus índices de preparación y recuperación actuales) y cuál sería el índice de resiliencia futuro (también como combinación de sus índices de preparación y recuperación futuros) si la empresa llevara a cabo las recomendaciones que le proporciona el informe.

Estas recomendaciones vienen en forma de:

- Las acciones preventivas óptimas que la empresa debería implementar de forma que su índice de resiliencia actual pase a ser el índice futuro ideal. Las recomendaciones de qué acciones preventivas implementar vendrá determinado por la información de entrada que la empresa usuaria de la herramienta SATIER haya facilitado. Además, dichas acciones preventivas están sujetas al límite de la inversión en resiliencia empresarial que la empresa desea hacer.
- En cuanto a las acciones de registro, la principal recomendación de la herramienta SATIER, es registrar la mayor cantidad de conocimiento respecto a eventos disruptivos pasados y a las medidas que se tomaron de forma estructurada. Para ello, pone a disposición de las empresas, el diseño del módulo de registro del conocimiento que está especialmente definido para dicho propósito.

El informe es completamente confidencial y se envía a la empresa (a la dirección de correo electrónico que la empresa ha facilitado a través del cuestionario de autoevaluación) en un plazo menor a 48 horas.

6.2.4 FASE IV. Diagnóstico, Planificación e Implementación de Acciones

La Fase IV engloba las etapas necesarias para: (i) examinar la situación actual así como la futura ideal en base a los resultados ofrecidos por la herramienta SATIER, para llevar a cabo un proceso de toma de decisiones eficiente sobre las acciones a ejecutar para la mejora de la resiliencia empresarial (Etapa IV.1), (ii) planificar las acciones a llevar a cabo para alcanzar un futuro deseado, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos propuestos (a través de la Etapa IV.2) y (iii) ejecutar el plan, a través de la implementación de las acciones preventivas (Etapa IV.3) y las acciones de registro (Etapa IV.4).

Etapa IV.1. Análisis Detallado y Conjunto de la Situación Actual y Futura.

El objetivo principal de esta etapa es que, una vez que el grupo de trabajo ha recopilado toda la información, se ha introducido dicha información en SATIER y la herramienta ha realizado los cálculos de optimización, queda que la empresa analice detalladamente cuál es su situación actual y las mejoras que se pueden introducir para mejorar la capacidad de resiliencia empresarial.

Tal y como se he detallado, la herramienta proporcionará información acerca del:

- Estado actual de la empresa:
 - Capacidad de Preparación para hacer frente a eventos disruptivos, definida como el conjunto de acciones preventivas que se implementan en una empresa como medidas de precaución frente a los posibles eventos disruptivos.
 - Capacidad de Recuperación, entendida como la disponibilidad de forma rápida y accesible a la información relevante para recuperarse del evento disruptivo acontecido en el menor tiempo y coste posible.
- Estado futuro de la empresa:
 - Capacidad de Preparación. La herramienta SATIER ofrece información relevante sobre las acciones preventivas más apropiadas a implementar teniendo en cuenta la inversión en resiliencia que la empresa pretende destinar.
 - Capacidad de Recuperación. La herramienta SATIER ofrecerá información clave acerca de cuánto podría mejorar la capacidad de recuperación con unas instrucciones sencillas pero eficaces acerca del registro del histórico de eventos disruptivos acontecidos en el pasado y las acciones de recuperación implementadas.

En el capítulo 3 se especifica que la resiliencia empresarial es función de la capacidad de preparación (capacidad proactiva) y de su capacidad de recuperación (capacidad reactiva). Por tanto, si la empresa invierte sus esfuerzos en mejorar su capacidad de preparación y/o de recuperación, por ende mejorará su capacidad de resiliencia.

<p>Propuesta</p> <p>La información que proporciona SATIER debe ser analizada cuidadosamente y se recomienda que el grupo de trabajo se reúna por completo junto con la alta dirección para analizar detalladamente en qué situación se encuentra la empresa y qué acciones se pueden llevar a cabo para mejorar la situación actual.</p> <p>El resultado de esta etapa debe ser una toma de decisiones consensuada y definitiva, para de este modo, pasar a la acción y mejorar la situación actual de la empresa lo más rápida y eficientemente posible.</p>
<p>Técnicas</p> <p>Reunión presencial. En caso de imposibilidad de que la reunión sea presencial, se podrían utilizar herramientas online de teleconferencia como por ejemplo Skype, GoToMeeting, etc.</p>

Etapa IV.2. Planificación de la Implementación y Ejecución de las Acciones Preventivas y de Registro.

Una vez que se ha definido la dirección que la empresa desea perseguir para mejorar su capacidad de resiliencia empresarial, es decir el “qué”, la empresa debe planificar “cuándo”, “quién”, “cómo” y “por qué” implementar y ejecutar (entendido como el funcionamiento de las acciones a largo plazo) las acciones preventivas y de registro.

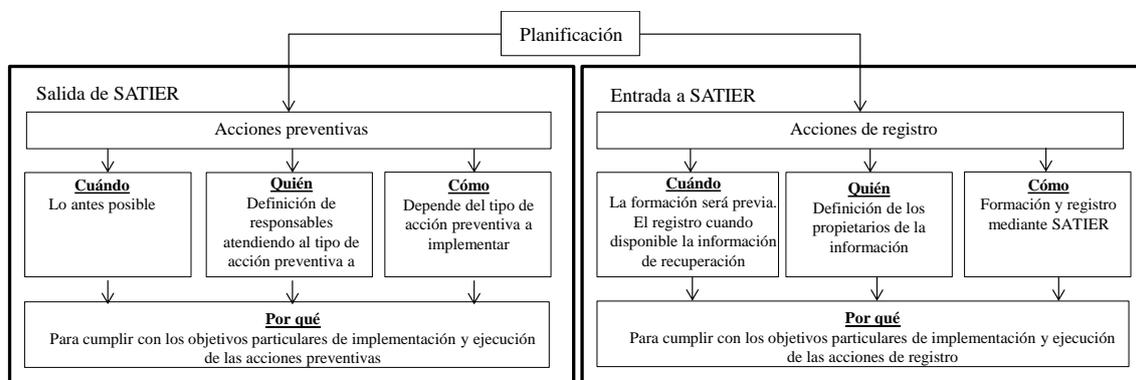


Figura 6.8. Síntesis de la etapa de planificación de la ejecución de las acciones preventivas y de registro.

Capacidad de Preparación

Desde la perspectiva de la capacidad de preparación, en la etapa anterior se habrá acordado implementar y ejecutar ciertas acciones preventivas que mejoren la resiliencia y que doten a la empresa de una mayor capacidad de preparación para afrontar los eventos disruptivos:

- **Cuándo:** La ejecución de las acciones preventivas debería llevarse a cabo lo antes posible. Cuanto antes esté preparada y lista la empresa para enfrentarse a eventos disruptivos, menor probabilidad de que los mismos acontezcan y/o menor severidad en el caso de que se materialicen. Si bien es cierto que, dependiendo del tipo de acción preventiva, se precisará un mayor o menor tiempo. Por ejemplo, en el caso de que la acción preventiva englobe formación a los trabajadores, dicho programa de formación puede durar 6 meses y pese a que se ejecute rápidamente, tiene una cierta duración si se compara, por ejemplo, con otra acción preventiva que sea la realización de copias de seguridad periódicas, que puede estar lista en un par de días.
- **Quién:** El “quién” se refiere a la identificación de los recursos necesarios y apropiados para la correcta ejecución de la acción preventiva, tanto materiales, humanos, como de equipamiento. Respecto a los recursos humanos que lideren la implementación de acciones preventivas, habrán sido designados en la Etapa II.2.
- **Cómo:** SATIER ofrece información acerca de cuáles son las acciones preventivas óptimas para mejorar la resiliencia empresarial. Sin embargo, respecto al “cómo”, será la propia empresa, la decisora acerca de las diferentes alternativas para ejecutar una acción preventiva. Por ejemplo, en el caso anterior de formación a los trabajadores, la empresa deberá decidir acerca de si la formación es a través de una plataforma *e-learning* o si prefiere formación presencial. Además en la definición del “cómo” también se deberá corroborar que el coste de la acción preventiva definido en la herramienta SATIER tiene su correspondencia con el presupuesto real y con la previsión de gastos de cada uno de los pasos para la implementación de dichas acciones.
- **Por qué:** El “por qué” vendrá definido por los objetivos particulares de implementación y ejecución de las acciones preventivas, cuya definición está a cargo de la etapa I.3. La numeración de las etapas no indica la secuencia de las mismas, ya que al inicio del proyecto, la empresa definirá los objetivos generales de la mejora de la resiliencia empresarial y dejará para etapas posteriores, concretamente cuando se ejecute la etapa IV.2, la definición de los objetivos particulares de implementación y ejecución.

Capacidad de Recuperación

Basándose en el resultado de la toma de decisiones acerca de las acciones a llevar a cabo para la mejora de la resiliencia empresarial, la empresa deberá planificar también, del mismo modo que en el caso anterior, las acciones de registro:

- **Cuándo:** Se debe planificar cuando las acciones que fomenten el registro de información relativa a eventos disruptivos deben ser implementadas. En este caso, la respuesta lógica sería que la acción de registro se llevase a cabo tan pronto acontezca el evento disruptivo y la empresa tome las decisiones oportunas y ejecute las acciones de recuperación necesarias para volver al nivel normal de operación. Sin embargo, para el propio registro, la empresa precisa de una estructura en forma de repositorio para almacenar dicha información y además requiere que los recursos humanos conozcan dicho sistema y posean el conocimiento adecuado sobre el procedimiento de registro. Respecto a la primera necesidad, SATIER ofrece el diseño del módulo de registro del conocimiento que permite a las empresas el almacenamiento de información relevante relativa a los eventos disruptivos acontecidos y a sus acciones de recuperación. Respecto, a la capacitación del personal, se precisa de la planificación de acciones de formación para mejorar la capacidad de respuesta de la empresa.
- **Quién:** Dentro del procedimiento de registro, la empresa debe planificar y decidir sobre los diferentes responsables de la información, lo que en otras etapas de la presente propuesta se definía como propietario de la información. Será vital definir las tareas y sus responsables, de forma clara y concisa, para que todo el personal involucrado en el registro y todo el personal de la empresa tenga el conocimiento para poder extraer la información precisa en el momento requerido. El “quién” será definido en la Etapa II.2.
- **Cómo:** Respecto al “cómo”, es esencial que los recursos sepan el procedimiento de registro de la información, quienes son los responsables de este procedimiento y de cada una de las tareas, el modo en que se debe registrar la información y cómo extraerla cuando sea necesario. Por eso, el “cómo” se

basa en un programa de formación, en el cual todo el personal involucrado adquiera las competencias necesarias para comprender cómo desarrollar las acciones de registro.

- Por qué: La definición de los objetivos particulares de implementación y ejecución de las acciones de registro determinarán por qué se deben planificar dichas acciones y que se persigue conseguir con las mismas. La definición de dichos objetivos debe seguir las pautas de la etapa I.3

Propuesta
Para la planificación y diseño de las acciones se debe definir el quién, cuándo, y cómo. Esta planificación se basa en las etapas I.4, I.5 y II.2 (quién) y I.6 (cuándo). Respecto al cómo, dependiendo de la naturaleza de la acción, la planificación se focalizará en unos u otros aspectos. Cabe mencionar que la planificación siempre será articulada con miras a la mejora de la capacidad de resiliencia y este proceso debe ser elaborado cuidadosamente, considerando todos los aspectos, para lograr siempre la mejora e innovación continua.
Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> - Quién: Selección por competencias, habilidades y aptitudes. - Cuándo: Cronograma, PERT, CPM, calendarios online integrados. - Cómo: Las herramientas de gestión de proyectos pueden ser útiles para la planificación y posterior control y seguimiento de las acciones (Microsoft Project, Wrike, Accelo, WorkFront, ProWorkflow...)

Etapa IV.3. Implementación de Acciones Preventivas

En la presente propuesta metodológica, la implementación de las acciones preventivas se ha diferenciado de la implementación de las actividades de registro en dos etapas distintas debido a su propia naturaleza disímil. La implementación de ambas acciones requiere de actividades diferentes y por ello, la diferenciación de las etapas IV.3 y IV.4

La etapa IV.3 parte del resultado ofrecido por la herramienta SATIER, mediante el cual la empresa dispone de información valiosa acerca de qué acciones preventivas debería implementar para mejorar su capacidad de resiliencia. La descripción de esta etapa es general, ya que dependiendo de los resultados específicos de cada empresa, las implementaciones de las acciones preventivas requerirán acciones diferentes. La implementación de una acción preventiva como por ejemplo, la inspección previa a producción de las materias primas, será muy distinta y requerirá recursos y plazos muy diferentes, de la implementación de sistemas de comunicación a tiempo real con los proveedores de suministros energéticos.

Cabe tener en cuenta las potenciales barreras con las que la empresa puede encontrarse a la hora de implementar las acciones preventivas. Algunas de las más importantes y frecuentes son las siguientes: modelos mentales de las personas implicadas en el cambio, no disponer de las habilidades requeridas para el éxito de la implementación, falta de una visión compartida sobre las implicaciones de las nuevas acciones preventivas, falta de experiencia de las personas que han de implementar las acciones preventivas, insuficiente compromiso por parte de los responsables que tiene que liderar la implementación, escasez de recursos... entre otros. Por ello, la presente metodología trata la Etapa IV.3. como subproyectos que cubren todo el ciclo de vida de cualquier proyecto, desde el arranque hasta su fase de mejora continua. La Figura 6.9 muestra una representación de la explosión de la implementación de acciones preventivas en subproyectos que a su vez engloban los pasos del conocido ciclo PDCA: *Plan, Do, Check, Act* (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar).

Sin embargo y a modo de recomendación, las pautas generales para una implementación efectiva se resumen a continuación:

- Establecimiento de prioridades. SATIER ofrecerá información acerca de las diferentes acciones preventivas más eficientes para mejorar la capacidad de resiliencia de la empresa. Se puede dar el caso en que diferentes acciones preventivas apliquen al mismo departamento o unidad funcional. Será recomendable que para su correcta implementación, se establezcan prioridades en la ejecución de las mismas para que la implementación de un gran número de acciones preventivas no exceda la capacidad real de un determinado departamento. La cantidad de acciones preventivas a implementar en un determinado periodo de tiempo, debe ser manejable para que la empresa lo pueda gestionar satisfactoriamente. También es cierto, que en ocasiones, ciertas acciones preventivas estarán

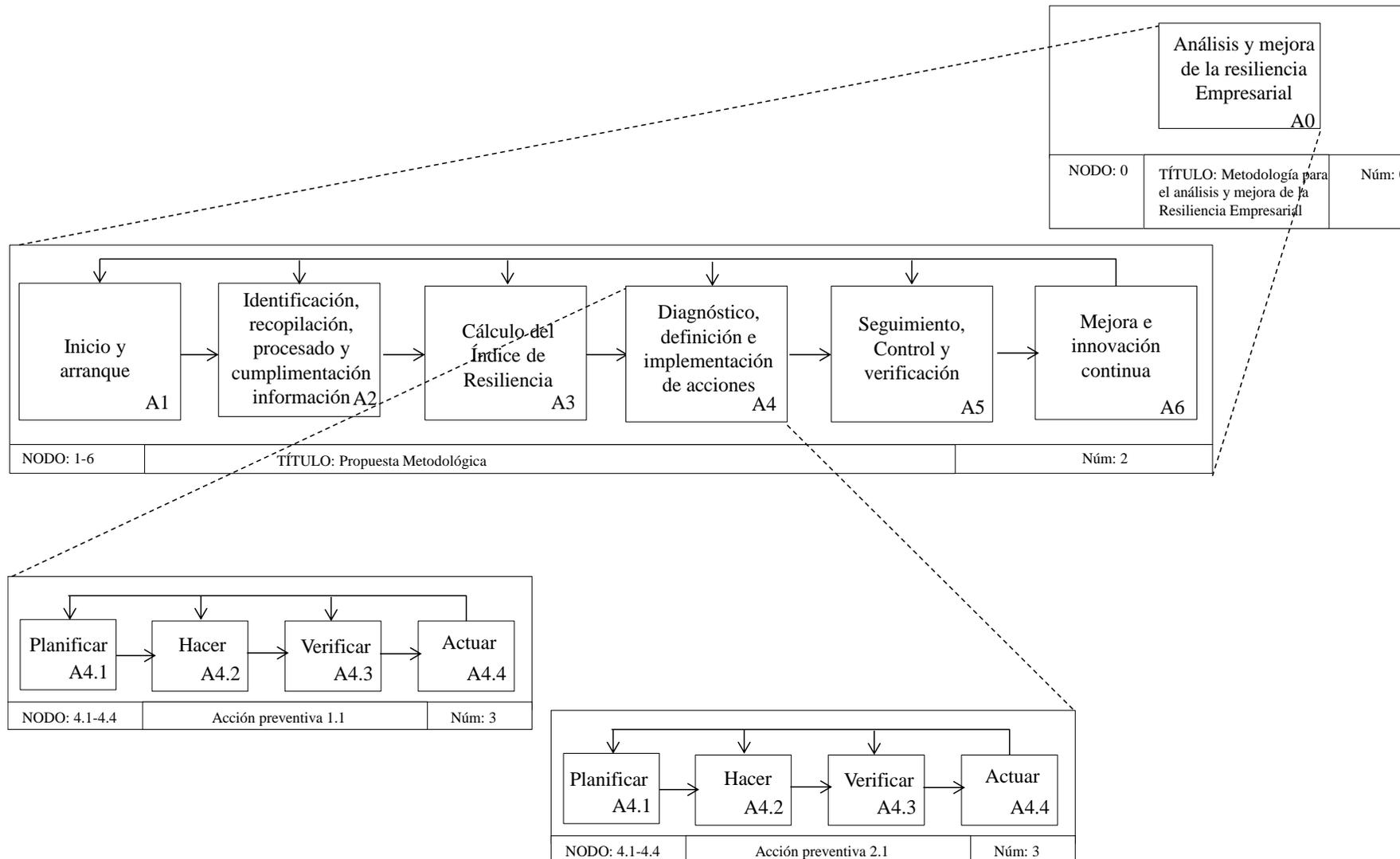


Figura 6.9. Implementación de las acciones preventivas (Etapa IV.3).

relacionadas y una implementación conjunta resultará preferible a una priorización en solitario de las mismas.

- Disponibilidad de la información acerca de las acciones a llevar a cabo en todos los niveles. Comunicar las decisiones hace que el personal se sienta parte importante del buen funcionamiento de la empresa y que esté involucrado en alcanzar el éxito deseado con la implementación de las acciones preventivas, reuniendo esfuerzos y apuntando siempre hacia el mismo objetivo de mejora de la resiliencia empresarial. Por ello, la empresa debe definir los canales de comunicación adecuados para potenciar una comunicación fluida y conveniente.
- Gestión eficaz del cambio. La implementación de acciones preventivas puede hacer que la forma de trabajo y operación actual y habitual cambie y que por tanto el personal sea reticente a su implementación. Todo proceso de cambio genera incertidumbres y en ocasiones incluso rechazo y estos obstáculos deben ser gestionado adecuadamente. Es aconsejable informar y comunicar las acciones que se van a llevar a cabo, así como los beneficios que reportaran tanto a corto como a largo plazo. Se recomienda, que en la etapa anterior de planificación y diseño, se planifique el cambio para elegir el momento apropiado, los recursos necesarios y establecer cronogramas con plazos realistas. Se precisa de compromiso, trabajo en equipo y esfuerzo para la implementación de las acciones preventivas y de esta forma asegurar la continuidad del cambio.
- Capacitación de los recursos humanos. Además de informar al personal involucrado en la implementación de las acciones preventivas, se deberá capacitar y formar al personal en el caso de que las acciones preventivas a implementar así lo requieran. Por ejemplo, la implementación de sistemas de previsión de la demanda, que es una de las acciones preventivas definidas para hacer frente a cambios en la demanda de los clientes, precisará de un programa de formación adecuado para instruir al personal destinatario en las técnicas de previsión de la demanda.
- Generación de un entorno adecuado para la implementación. El personal es uno de los activos más importantes de cualquier empresa, y por tanto su confort y bienestar, junto con un uso racional de los recursos, es vital a la hora de la implementación de nuevas acciones. La promoción de un ambiente laboral ameno, con una cultura empresarial que fomente el sentido de pertenencia y la responsabilidad con las tareas, será vital a la hora de la implementación de las acciones preventivas.

<p>Propuesta</p> <p>Se recomienda que, en base al plan definido en la etapa anterior, se siga la planificación para la ejecución de las acciones preventivas. Dicha planificación deberá ser modificada y/o actualizada en el caso de que se produzcan situaciones no planificadas que alteren el conveniente avance de la implementación. La reformulación del plan llevará a que se actualice las diferentes operaciones de ejecución de las acciones. Destacar que es muy importante para una correcta implementación, tener en cuenta los aspectos anteriores mediante los cuales se priorice la implementación de aquellas acciones más críticas, la información sea accesible a todo el personal de la empresa, se gestione adecuadamente el cambio, se capacite al personal y se genere un entorno de confort.</p>
<p>Técnicas</p> <p>Herramientas de gestión de proyectos como active.collab, Basecamp, iMeetCentral, Confluence, Producteev, Teambox, pueden ser útiles para una eficaz implementación de las acciones preventivas de modo que se vaya verificando el buen avance del proyecto respecto a lo planificado. Dichas herramientas pueden servir de soporte para coordinar entre sí las operaciones, su secuencia cronológica y los recursos empleados en cada operación.</p>

Etapa IV.4. Implementación de Acciones de Registro

La metodología parte del principio de que, el conocimiento junto con los recursos humanos es el patrimonio más importante para las empresas. Cada día, las empresas son más conscientes de la importancia de "saber qué es lo que saben". Y en el caso de la resiliencia empresarial, la gestión del conocimiento respecto a eventos disruptivos, su ocurrencia, y las acciones y decisiones que se llevaron a cabo para paliar los efectos negativos de dichos eventos, es crucial para mejorar dicha capacidad.

La implementación de las acciones de registro cubre el registro y almacenamiento de información de forma que sea fácilmente extraíble y reusable para ocasiones venideras. Para ello, la herramienta SATIER ofrece el diseño de un repositorio estructurado (ver capítulo 5, sección 5.6.6) mediante el cual las empresas pueden realizar el registro sobre: (i) el/los evento/s disruptivo/s acontecido/s, (ii) las medidas

adoptadas para la recuperación ante el/los evento/s (desde diferentes perspectivas: quién, cómo, cuándo...) y a través de un análisis de los dos elementos anteriores, definir (iii) un protocolo de actuación como una guía normalizada para hacer frente a la ocurrencia del mismo evento disruptivo en un futuro.

La implementación de las acciones de registro engloba principalmente tres tipos de actividades, la implementación del diseño del módulo de registro del conocimiento, la capacitación del personal para el uso del módulo y el propio registro en sí:

- Implementación del diseño del módulo de registro del conocimiento: El módulo de registro del conocimiento, en su versión actual, puede ser utilizado a través de cualquier servicio de alojamiento de archivos (como por ejemplo Google Drive). Su diseño también puede ser utilizado en aplicaciones web, como por ejemplo la intranet corporativa de la empresa o mediante desarrollos de aplicaciones de escritorio. La empresa deberá decidir qué alternativa adoptar para poder registrar su conocimiento respecto a eventos disruptivos, y de esta forma, mejorar su capacidad de recuperación. Es importante que el repositorio de registro sea utilizado de forma colaborativa por todo el personal designado para realizar las acciones de registro. En el caso de por ejemplo PYMEs, que poseen recursos limitados, pueden utilizar el módulo de registro de SATIER, en la nube, mediante los sistemas de alojamiento de archivos anteriormente descritos. Además, el módulo debe estar disponible y ser fácilmente accesible por todos los responsables encargados de realizar acciones de registro
- Capacitación del personal: El personal envuelto en las acciones de registro debe conocer el módulo de la herramienta SATIER y todos deben seguir las mismas pautas en el proceso de cumplimentación del repositorio estructurado de información de registro para, que de este modo, la información quede plasmada de manera normalizada y sea fácil su acceso, extracción, combinación y distribución. El objetivo es que todos los participantes en las actividades de registro posean los conocimientos necesarios para una adecuada gestión del conocimiento en resiliencia empresarial y, para ello, la formación y el reciclaje profesional son imprescindibles. De este modo, el personal se siente parte de un continuo de creación y transmisión de conocimientos y es una experiencia enriquecedora en sí misma.
- Implementación de las acciones de registro, mediante las cuales, la empresa controlará todo el ciclo de vida de la información, de forma que el conocimiento sobre eventos disruptivos acontecidos, las medidas adoptadas, el análisis detallado de ambos elementos que culminará con la definición de un protocolo de actuación, quede registrado para ser utilizado en el futuro. Es vital que haya un coordinador del módulo de registro que realice actividades de mantenimiento, copias de seguridad y que gestione el registro de la información.

Propuesta
<p>Para la formación del personal, aparte de dar a conocer el módulo de registro de conocimiento de la herramienta SATIER, también es importante ejercitar al personal en cuanto al procedimiento y las pautas para su utilización, ya que es vital que el conocimiento quede plasmado en todos los casos siguiendo los mismos criterios y que sea fácilmente entendible por el resto de personal de la empresa.</p> <p>También es primordial, que haya un procedimiento descrito en el cual se defina cuando utilizar el módulo de registro en caso de que un evento disruptivo acontezca. En caso de que no haya un registro de dicho evento en el plazo estipulado, los responsables deberían ser advertidos de que no se ha procedido al registro de dicha información, ya que si el tiempo entre la ocurrencia del evento y el registro de la información se demora, es muy probable que parte del conocimiento ya no sea registrado, porque el conocimiento con el tiempo se dispersa. Es importante realizar el registro cuando todavía se retiene el conocimiento.</p>
Técnicas
Diseño del módulo de registro del conocimiento de la herramienta SATIER.

6.2.5 FASE V. Control, Evaluación, Verificación y Seguimiento

El control, evaluación, verificación y seguimiento de las actividades realizadas en las fases previas consiste en obtener la aceptación formal de que las fases anteriores se han desarrollado y completado satisfactoriamente.

Esta fase se desarrollará desde dos perspectivas, por una parte el control, evaluación y verificación abarcará la inspección de la implementación de las etapas anteriores para confirmar que se han desarrollado de manera exitosa y por otra parte, el seguimiento, evaluación y verificación que se realizará

sobre las acciones preventivas y de registro ya implementadas para corroborar la buena ejecución de las mismas a largo plazo.



Figura 6.10. Contexto de la fase de control, evaluación, verificación y seguimiento.

Etapa V.1. Control, Evaluación y Verificación de la Implementación de Acciones Preventivas y de Registro.

El control de la implementación de las acciones tanto preventivas como de registro consiste en asegurar que las acciones se desarrollan de forma satisfactoria y se alcanzan los objetivos de ejecución definidos en la etapa de planificación y diseño. Para ello se deberá ir monitorizando periódicamente el estado de la implementación *versus* lo establecido en la planificación para evitar cambios en sus especificaciones.

En caso de detectar divergencias, se deberán analizar las mismas detalladamente para tomar las medidas oportunas y volver a la situación planificada. Para llevar a cabo el control, evaluación y verificación de la implementación de las acciones, una de las técnicas más utilizadas es la definición de indicadores. Tomando como base la definición de indicador de Paredes (2009), los indicadores de implementación de las acciones serán la expresión cuantitativa del desempeño de la implementación de dichas acciones cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomarán las medidas oportunas. En este caso, el nivel de referencia se ha definido en la etapa de establecimiento de objetivos mediante la definición de los objetivos específicos que dan respuesta al “por qué” de la etapa IV.2 de planificación y diseño de las acciones.

La Tabla 6.6 muestra diversos ejemplos de indicadores para la realización del control, evaluación y verificación de la implementación de acciones preventivas/registro. Dichos indicadores deben estar en concordancia con los objetivos particulares de implementación definidos en la etapa I.3. Se trata de una pequeña muestra ya que su definición dependerá de la naturaleza específica de las acciones a implementar.

Tabla 6.6. Ejemplos de indicadores para el control, evaluación y verificación de la implementación de las acciones preventivas/registro.

Nombre	Descripción	Fórmula de cálculo	Unidad	Interpretación
Capacidad de implementación de los diferentes hitos de la acción preventiva/registro	Medición de la capacidad e la empresa para ir consiguiendo los diferentes pasos en la implementación de la acción preventiva/registro	$(\text{Total de hitos planificados} / \text{Total hitos implementados}) * 100$	%	Un mayor valor del indicador indica una mayor eficiencia en la implementación de acciones.
Cumplimiento de plazos en la implementación de la acción preventiva/registro	Medición del grado de cumplimiento con la planificación temporal de la implementación de los diferentes hitos de la acción	$(\text{Total de hitos alcanzados a tiempo} / \text{Total hitos}) * 100$	%	Un mayor valor del indicador indica una mayor cumplimiento en los plazos durante la implementación

Nombre	Descripción	Fórmula de cálculo	Unidad	Interpretación
	preventiva/registro			de acciones.
Utilización de recursos en la implementación de la acción preventiva/registro	Medición del nivel de utilización de los recursos necesarios para la implementación de la acción preventiva/registro	$(\text{Total recursos utilizados} / \text{Total recursos planificados}) * 100$	%	Un valor por encima del 100% indica que se han consumido más recursos de los planificados.

Propuesta
<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda que los indicadores sean: • Concretos: definidos en términos operacionalmente claros. • Medibles: cuantificables usando las herramientas y métodos disponibles. • Factibles: que permitan la medición exacta de una tarea que es el resultado esperado de la intervención de dicha tarea. • Significativos: vinculados al proyecto o a la consecución de los objetivos del proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. • Que se puedan medir a lo largo del tiempo: consistentemente medibles a lo largo del tiempo, de la misma forma, por diferentes observadores.
Técnicas
Definición de indicadores para el cotejo entre lo implementado <i>versus</i> lo planificado.

Etapa V.2. Seguimiento, Evaluación y Verificación de la Ejecución de las Acciones Preventivas y de Registro.

Una vez que se ha llevado a cabo la implementación de las acciones y que se ha verificado que su implementación ha sido correcta, se debe monitorizar el desempeño periódico de las mismas y su buena ejecución. No basta con una implementación exitosa sino que una ejecución periódica apropiada de la acción, es vital para el mantenimiento a largo plazo del efecto beneficioso de la misma.

Del mismo modo que en el caso anterior, se deberán precisar medidas específicas mediante la definición de indicadores para cada una de las acciones implementadas con el objetivo de comprender lo que está ocurriendo, valorar el cambio llevado a cabo, evaluar el impacto de dicho cambio, corregir las condiciones que se salen de control... entre otros. Según esto, se procederá a desarrollar un sistema de medición para conocer el logro de las expectativas planificadas por cada acción, mediante la comparación entre la situación actual y la situación a posteriori (tras la implementación de la acción). Por ejemplo, en el caso de la acción preventiva: “implementación de sistemas de previsión de la demanda” para minimizar la probabilidad y/o severidad de los efectos producidos en los cambios en la demanda, tras implementar dicha acción, la empresa deberá hacer un seguimiento de los resultados que proporciona dicha previsión. Una posibilidad es definir el error de previsión futuro ya que es tan importante como la estimación de la demanda futura. La empresa deberá definir y acotar el intervalo de error que desea obtener y de este modo, podrá realizar el seguimiento y verificar que las técnicas implementadas y actualmente utilizadas para realizar las previsiones de la demanda, son las apropiadas o en caso contrario, plantearse utilizar otras técnicas de cálculo de previsión de la demanda.

Del mismo modo que en el caso anterior, mediante el siguiente ejemplo se ilustra cómo realizar el seguimiento, evaluación y verificación de la ejecución de las acciones implementadas. Dichos indicadores deben estar en concordancia con los objetivos particulares de ejecución de acciones preventivas definidos en la etapa I.3.

Ejemplo
<p>En la etapa I.3 se describía el ejemplo de una empresa que definía sus objetivos generales y específicos. La presente etapa se centra en los objetivos específicos que en el ejemplo descrito eran:</p> <ul style="list-style-type: none"> - OP1. Disminución en un 10% en la rotura/fallos de máquinas y/o equipos clave (Producción). - OP2. Disminución en un 5% de la fabricación de productos defectuosos o de mala calidad (Producción). - OS1. Disminución en un 3% del absentismo laboral (Sociales). - OS2. Disminución en un 10% en errores graves cometidos por el personal en las operaciones de la

empresa (Sociales).

- OTEC1. Disminución en un 5% de los equipos infectados por virus informáticos (Tecnología).
- OTEC2. Disminución del 7% en fallos de comunicación internos y/o con clientes y/o proveedores (Tecnología).

La empresa debe definir los indicadores apropiados para poder medir si los objetivos particulares anteriores se han alcanzado. A modo de ejemplo, en la siguiente Tabla se proporcionan posibles indicadores para medir cada uno de los objetivos anteriores:

Objetivos	Indicadores
OP1	Número de veces que una máquina determinada ha estado parada por fallos y/o roturas durante un periodo de tiempo determinado
OP2	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de productos defectuosos fabricados durante un periodo de tiempo determinado • Cantidad de reclamaciones de clientes por problemas de calidad con los pedidos durante un periodo de tiempo determinado.
OS1	Número de ausencias del personal durante un periodo de tiempo determinado.
OS2	Número de errores cometidos por el personal durante un periodo de tiempo determinado.
OTEC1	Número de veces que un equipo específico fue infectado por un virus informático durante un periodo de tiempo determinado.
OTEC2	Número de fallos registrados en los sistemas de comunicación durante un periodo de tiempo determinado.

La definición de indicadores debe realizarse con el suficiente plazo de tiempo de antelación, para de este modo implementar acciones de archivo de los diferentes datos necesarios para seguir, evaluar y verificar la ejecución de las acciones. Por ejemplo en el caso del objetivo OP1 relacionado con el registro del número de roturas/fallos de máquinas y/o equipos clave, la empresa deberá implementar algún método, a modo de contado, para poder conocer cuántas veces en un periodo de tiempo la máquina ha estado parada. Algunas máquinas poseen procesadores internos que proporcionan esta información. En caso contrario, se debería hacer un conteo, registro y archivo de manera manual.

Propuesta
<p>La ejecución de la presente etapa diferirá dependiendo de la naturaleza y la especificidad de las acciones y deberá ser definida y planificada cuidadosamente.</p> <p>Los indicadores deben dar respuesta a alguna de las siguientes preguntas: ¿quién?, ¿cuánto? o ¿con qué frecuencia? Los indicadores pueden verse afectados por variables incontrolables y por lo tanto se deberá tener en cuenta todos los factores que puedan alterar la medición de los mismos. Además, para conocer la mejora en la capacidad de resiliencia que la empresa está experimentado, es necesario conocer con exactitud el punto de partida y definir el método de recogida de datos con el objetivo de contener una información completamente fiable y reproducible en escenarios similares. Se deben buscar fuentes de información estables y que se mantengan en el tiempo.</p>
Técnicas
Definición de indicadores para el examen de correlación entre los valores de los indicadores actuales y los valores del histórico de medición de dichos indicadores.

Etapas V.3. Control, Seguimiento, Evaluación y Verificación Global de la Mejora de la Resiliencia Empresarial.

El concepto y objetivo general de esta etapa es muy similar a las etapas anteriores ya que la meta a perseguir engloba el control, seguimiento, evaluación y verificación de que la implementación y ejecución periódica de las acciones se ha realizado y se está desarrollando de manera satisfactoria. La diferencia principal entre las etapas anteriores y la V.3 radica en el alcance del control, seguimiento, evaluación y verificación, ya que en este caso engloba la totalidad de las acciones implementadas y ejecutadas en relación al proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

Las acciones, tanto preventivas como de registro, no solo deben ser implementadas correctamente y ser ejecutadas de manera apropiada de forma individual sino que deben formar parte global del sistema, que

en este caso es la empresa, para que de forma integral y desde la perspectiva de la resiliencia empresarial se cumplan los objetivos definidos en las primeras fases y se alcance la mejora buscada.

Por lo tanto, las actividades de la fase V.3 abarcan diferentes niveles de control, seguimiento, evaluación y verificación tal y como muestra la Figura 6.11.



Figura 6.11. Niveles de control, seguimiento, evaluación y verificación.

La presente etapa abarca la cúspide de la pirámide, en la cual se evalúan, de manera global, si los objetivos generales fijados al inicio del proyecto (etapa I.3) se han cumplido y en qué medida.

Ejemplo

En la etapa I.3 se describía el ejemplo de una empresa que definía sus objetivos generales y específicos. La presente etapa se centra en los objetivos generales, que en el ejemplo descrito, eran los que se muestran a continuación. Por cada objetivo general, también se deben definir indicadores para el análisis de su logro:

Objetivo	Indicador
Estar más preparados ante la ocurrencia de situaciones inesperadas.	Comparativa entre el índice de resiliencia actual y el futuro.
Dar una respuesta más eficiente ante eventos disruptivos.	Cotejo del coste esperado anual para hacer frente a eventos disruptivos actual (C_i) y futuro (CD_i).
Mejorar la imagen que los clientes tienen de la empresa.	Valoración (mediante un cuestionario) de la percepción de los clientes sobre la empresa. Otros indicadores relacionados con el nivel de servicio a los clientes pueden servir de ayuda para evaluar la imagen de la empresa.

Propuesta
La presente etapa tiene una naturaleza estratégica. El proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial debe ser impulsado por los niveles estratégicos de la empresa. Sin embargo, si en la alta dirección hay algún directivo reticente a emprender este tipo de proyecto, con la evaluación de los indicadores y el buen desempeño del proyecto, se podrá afianzar la necesidad de mejorar la capacidad de resiliencia empresarial y demostrar con argumentos sólidos el buen quehacer y las mejoras que el proyecto proporciona.
Técnicas
Definición de indicadores para el examen de correlación entre los valores de los indicadores actuales y los valores futuros de dichos indicadores.

Etapa V.4. Establecimiento de un Sistema de Retroalimentación.

El proceso de control, evaluación, verificación y seguimiento sin retroalimentación es improductivo pues se realiza el esfuerzo de apreciación, pero no se le da, al grupo de trabajo involucrado en la implementación y ejecución de las acciones preventivas y/o de registro, la oportunidad de superación y de un óptimo desempeño. Por lo tanto es necesario *feedback* constante para poder apreciar en la situación en la que se está y de esta forma, poder detectar deficiencias en el sistema y que lleguen lo más rápidamente posible a los puntos donde se debe tener conocimiento de dichos problemas para plantear la solución oportuna.

La retroalimentación es vital para ir corrigiendo los errores y capitalizando las buenas prácticas y los éxitos a lo largo, tanto de la implementación, como del ciclo de ejecución de las diferentes acciones. El proceso de retroalimentación debe ser constante y continuo para que, en caso de detección de ineficiencias, se pueda actuar rápidamente. El proceso de retroalimentación debe estar formalizado para igualar la calidad en la experiencia relativa a la implementación y ejecución de las acciones a largo plazo. El sistema de retroalimentación debe permitir alinear la implementación y operación de las acciones con los objetivos de análisis y mejora de la resiliencia empresarial definidos en la Fase I. Asimismo, la retroalimentación proporcionará información valiosa acerca del grado de eficiencia de las acciones y la identificación de los factores claves que influyen en el logro de los resultados deseados.

<p>Propuesta</p> <p>El control de la implementación y ejecución de las acciones requiere de sistemas de comunicación oportunos, eficientes y fluidos que proporcionen constante información sobre el proceso de implementación para de esta forma estar en mejores condiciones de ir haciendo los ajustes sobre las acciones a fin de mejorar su puesta en marcha y ejecutar los cambios necesarios según el progreso en la ejecución de las acciones.</p> <p>El seguimiento de las acciones también requiere de sistemas que proporcionen información sobre el qué (logro de los objetivos) así como el cómo (comportamientos). De este modo se podrán identificar errores a tiempo de ser corregidos sin consecuencias graves, reforzar al grupo de trabajo encargado de la ejecución de la acción y dirigir la ejecución de las acciones en la dirección correcta.</p>
<p>Técnicas</p> <p>Reuniones, entrevistas, cuestionarios de autovaloración son las técnicas más apropiadas para una efectiva retroalimentación. Cabe destacar que hay que buscar el momento adecuado, la retroalimentación debe ir dirigida a la persona idónea. También es importante ser específico y proporcionar ejemplos, de modo que se proporcione información sobre expectativas y cuales son deseables.</p>

6.2.6 FASE VI. Mejora e Innovación Continua

Según Hamel y Valikangas (2003), el objetivo final de la resiliencia es crear una empresa que tenga la capacidad de evolucionar rápidamente sin efectos adversos para la entidad. También argumentan que la resiliencia no sólo tiene que ver con la capacidad de recuperación o la preparación ante la disrupción, sino que implica la existencia de una capacidad de continua de mejora e innovación. Por ello, la presente propuesta metodológica, consta de una fase de mejora e innovación continua tras la fase de evaluación, control, seguimiento y verificación. La fase de mejora e innovación continua tiene el objetivo de construir una ventaja competitiva decisiva, mediante la generación de opciones y alternativas ante una disrupción potencial para realinear los recursos más rápidamente que sus competidores. Esta fase cierra el círculo de todo el proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial (aunque en la presente metodología se presume que no hay fin, pues el dinamismo de la propia empresa y del entorno en el que opera, la obliga a estar constantemente analizando y mejorando la capacidad de resiliencia empresarial) e incluye etapas para el perfeccionamiento de las acciones.

Etapa VI.1. Cálculo Periódico del Índice de Resiliencia Empresarial

Debido a que la capacidad de resiliencia es una capacidad emergente y dinámica pues se ve constantemente afectada por sus propias características y por el entorno en el que la empresa opera, su análisis debe de ser periódico. Será decisión de la empresa determinar la periodicidad con la cual se pretende realizar el análisis. Si bien es cierto que la primera vez que se realice el estudio, la empresa precisará seguir todas las fases y etapas de la metodología. Pero para el análisis periódico del índice de resiliencia empresarial, como la empresa ya dispone de una experiencia previa, y de la recopilación de la información desarrollada en la Fase II, tan sólo deberá actualizar la información de entrada con los

cambios que se han producido durante el intervalo de tiempo desde el análisis previo. Con lo cual el esfuerzo para el cálculo periódico del índice de resiliencia es mucho menor que el necesario para implementar la propuesta metodológica por primera vez.

Además señalar, que la herramienta está preparada para que se realicen análisis periódicos con la periodicidad que la empresa desee, sin embargo la herramienta requiere la información de entrada de forma anual, es decir si se produce el evento disruptivo de “mala calidad en los materiales aprovisionados”, se precisa como información de entrada, el coste que dicha disrupción le supone a la empresa pero de manera anual.

Para el cálculo del índice de resiliencia, la herramienta SATIER seguirá el mismo proceso que el descrito en la Fase III. La herramienta calcula los índices del estado actual y futuro de la capacidad de resiliencia empresarial y ofrece la información a la empresa en forma de informe que le llega vía email, pero en este caso, el informe también incluye las comparativas entre los diferentes análisis realizados por la propia empresa.

Etapa VI.2. Formación y Entrenamiento del Personal.

Las actividades relacionadas con el análisis de la resiliencia empresarial y las acciones de mejora son rutinas compuestas por un conjunto de tareas y comportamientos que deben ser aprendidos y reforzados. La mejora de la resiliencia empresarial es lograda por las personas y para las personas, esto exige, entre otras cosas, un constante programa de capacitación y entrenamiento. Por ello, se debe hacer hincapié en establecer la visión sobre la importancia estratégica de dicha capacidad.

En este tipo de proyectos, se suele requerir de dos tipos de requerimientos de formación y/o capacitación, tal y como se muestra en la Tabla 6.7:

Tabla 6.7. Tipos de requerimientos de formación relacionados con la capacidad de resiliencia empresarial

Requerimientos de formación	Dirigido a	Objetivos de la formación
<ul style="list-style-type: none"> - Dar soporte en la toma de decisiones. - Promover la autonomía en la implementación de acciones. - Proporcionar refuerzo para la detección temprana de desviaciones. - Fomentar la innovación para dar solución a los problemas acontecidos. - Impulsar la mejora continua. 	<p>Grupo de trabajo involucrado en el proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar habilidades de liderazgo para llevar a cabo actividades de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. - Habilidades para el aseguramiento y mejora continua de la capacidad de resiliencia empresarial.
	<p>Personal (en general) de la empresa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento general y global sobre resiliencia empresarial.

Con la formación se persigue dotar de autonomía y poder al grupo de trabajo involucrado en el proyecto para gestionar las actividades y acciones relacionadas con la capacidad de resiliencia empresarial. Se persigue que el personal del grupo de trabajo sea capaz de detectar los problemas a solucionar (tanto explícitos como potenciales) y seleccionar aquellos que mantienen la mejora enfocada a incrementar su capacidad de resiliencia empresarial.

Sin embargo, todo el personal de la empresa debe ser capacitado en la filosofía, métodos y en la herramienta SATIER, para promover, no solo la adquisición de nuevos conocimientos, sino el cambio ante eventos disruptivos mediante la mejora de la capacidad de preparación y recuperación, que por ende mejoraran la capacidad de resiliencia empresarial. Debe tenerse en cuenta, que ello no se logra con una sola sesión de formación puntual, sino que requiere de una acción permanente y continua en la que se inculca la importancia de la capacidad de resiliencia empresarial.

Propuesta
<p>Los planes de formación se suelen implementar en las empresas debido a una o más de las siguientes causas: problemas de desempeño de trabajo, introducción de nuevas tecnologías y/o proyectos, y cambios legales o introducción de normas. En este caso, el proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial es entendido como la introducción de un nuevo proyecto con la propia necesidad de formación. Es necesario que la empresa estructure adecuadamente su plan de capacitación, destinado a todos los niveles de la empresa, pero diferenciando las necesidades de formación de cada uno. Y para ello es vital que se realice un análisis y diagnóstico de necesidades formativas, para que el personal adquiera los nuevos conocimientos que la implementación del proyecto requiere así como que se tenga</p>

una incidencia positiva en el funcionamiento de la empresa.
Técnicas
La formación puede realizarse de manera presencial, mediante sesiones programadas en la empresa. Pero también existen alternativas a la formación presencial como el <i>e-learning</i> (aprendizaje electrónico), modalidad en la cual la formación se realiza mediante canales electrónicos. También existe la modalidad de <i>blended learning</i> (aprendizaje semipresencial), que integra metodologías presenciales y virtuales. Sin embargo, debido a la tipología de proyecto, se aconseja que la capacitación del personal sea presencial, mediante la cual se promueva la discusión e interacción presencialmente.

Etapa VI.3. Realización de Auditorías

Esta etapa es opcional, pero bien es cierto que para el buen devenir del análisis y mejora de la resiliencia empresarial, es conveniente la existencia de un proceso independiente de auditoría que garantice la concordancia entre las acciones preventivas y de registro implementadas y los objetivos resilientes de la empresa. Normalmente se recurre a agentes externos, para la realización de las auditorías, para tratar de minimizar intereses individualistas y obtener un examen objetivo de la situación de las acciones implementadas. Pero las auditorías también se pueden desempeñar de manera interna, a través de un grupo de expertos que no estén involucrados en el grupo de trabajo que lidera el proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, para obtener una visión objetiva acerca de los progresos y mejoras conseguidas.

La mejora de la capacidad de resiliencia empresarial debe ser una actividad continua. Esta metodología no tiene un punto final, el proceso de cambio es continuo y se debe estar preparado para responder de manera flexible a los cambios en el entorno.

Puede ser conveniente que algunos de los miembros del equipo de trabajo del proyecto mantengan ciertas funciones dentro de la empresa relacionadas con la vigilancia constante del entorno, para la detección de posibles eventos disruptivos que puedan acontecer, y de este modo, analizar qué acciones preventivas se pueden implementar para estar más preparados ante la potencial ocurrencia de dicho evento.

Es importante también promover entre el grupo de trabajo, y en general en toda la empresa, que se hagan recomendaciones continuas para la mejora e innovación de la capacidad de resiliencia así como que se fomente un registro adecuado del conocimiento relativo a eventos disruptivos ya acontecidos. Todo ello, es de gran interés para el progreso y renovación de la resiliencia empresarial.

Propuesta
Para hacer frente al proceso de auditoría es primordial tener en consideración los siguientes aspectos:
<ul style="list-style-type: none"> • Se debe informar al grupo de trabajo que se va a realizar una auditoría del proceso global de gestión de la resiliencia empresarial para que el grupo esté informado y continúe controlando el proyecto como durante todo el año. • La auditoría es una herramienta de soporte a la actividad de mejora de la capacidad resiliente de la empresa, de forma que se valore objetivamente la implementación y ejecución de acciones. • Se debe poner a disposición del equipo de auditoría todos los documentos de referencia que sean solicitados para ofrecer una accesibilidad óptima a la información. • Es muy valioso proporcionar colaboración y cooperación en todo momento, de forma que se facilite el trabajo de auditoría.
Técnicas
Proceso de auditoría interno/externo.

6.3 Conclusiones

La propuesta metodológica es un guía que consta de 6 fases y 24 etapas con el objetivo principal de guiar a las empresas en la ejecución del análisis y mejora de su capacidad de resiliencia. La propuesta metodológica desarrollada presenta las siguientes características:

- Metodología global. La propuesta metodológica abarca todas las fases de un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, desde la concepción del proyecto, mediante el interés estratégico de la alta dirección por la capacidad resiliente de su empresa, hasta el final del ciclo, que es una terminación sin fin, pues la metodología tiene un carácter abierto y fomenta la mejora e innovación continua de forma constante.
- Metodología práctica. La propuesta metodológica tienen un claro enfoque práctico que le viene también determinado por la utilización de la herramienta SATIER ya que la herramienta se basa en la recopilación de información que posee el personal en base a su experiencia diaria en la operatividad de la empresa, en lugar de estudios analíticos desarrollados por especialistas en resiliencia empresarial.
- Metodología sencilla. La propuesta metodológica trata de guiar a las empresas en su afán de emprender un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial y por lo tanto, la guía se ha definido de forma clara y familiar, con un lenguaje poco académico y más orientado hacia las empresas, para que sea una metodología manejable y las empresas se sientan cómodas durante su implementación.
- Metodología con un enfoque lógico y estructurado. La propuesta metodológica se presenta con una estructura ordenada de forma racional. Mediante la secuencia de fases y etapas, la empresa es guiada, junto a propuestas y técnicas que se pueden utilizar en cada una de las etapas, para la consecución satisfactoria del análisis y mejora de su capacidad de resiliencia.
- Metodología flexible. La herramienta SATIER posee definido un proceso mediante el cual se puede ampliar tanto los eventos disruptivos analizados como las acciones preventivas. Por lo tanto, la herramienta SATIER puede ser actualizada en cualquier momento, tanto como requerimiento de las empresas usuarias de la herramienta como por parte de los investigadores que la actualicen debido a nuevas revisiones. La propuesta metodológica se basa en el análisis del índice de resiliencia empresarial a través de la herramienta SATIER y por tanto, la flexibilidad de la herramienta hace que la metodología también sea muy flexible ante actualizaciones y nuevos requerimientos.
- Propuesta general. La metodología goza de la característica de generalidad, pues ha sido definida con suficiente nivel de detalle pero de forma universal para garantizar que su implementación puede ir dirigida a cualquier tipo de empresas de cualquier tamaño, tanto PYMEs como grandes empresas, de cualquier sector, etc. Además, no es necesario que el mecanismo de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, sea la herramienta SATIER, sino que las empresas pueden decidir qué enfoques y/o mecanismos utilizar para analizar su capacidad resiliente. Por ejemplo, en el caso de que una empresa desee analizar su capacidad de resiliencia a través de otra herramienta, se presume que dicha herramienta también precisará de información de entrada, y por tanto, la Fase II de Identificación, Recopilación, Procesamiento y Cumplimentación de la Información es igualmente válida para cualquier enfoque utilizado.
- Metodología autónoma. A colación de la característica anterior, al ser una metodología sencilla, las empresas no requieren de soporte externo para su implementación. El único soporte externo que precisan es para el cálculo del índice de resiliencia, sin embargo, en el momento en que se recibe el informe con la información de salida de SATIER, las empresas son las propietarias de dicha información, que es la que da soporte al proceso de toma de decisiones para continuar la metodología con la implementación de las acciones apropiadas.
- Implicación de todos los niveles de la empresa. La gestión de la resiliencia empresarial es responsabilidad de toda la empresa y de su personal, por ello en la propuesta metodológica en la etapa de responsabilidades, comprensión y compromiso, se describe el rol que debe adquirir el personal para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial.
- Metodología que mejora las capacidades de preparación y recuperación. La propuesta metodológica guía a las empresas en la implementación de acciones preventivas óptimas, para mejorar la capacidad de preparación, y también ofrece los medios para la implementación de las acciones de registro, vitales para gestionar adecuadamente el conocimiento y de esta forma mejorar la capacidad de recuperación.

Por último, señalar que a través de la página web de la herramienta SATIER: <http://satier.blogs.upv.es/>, las empresas pueden contactar para la resolución de dudas, problemas o la recomendación de sugerencias de forma que haya un *feedback* constante del mundo empresarial con el objetivo que la metodología está constantemente actualizada para satisfacer los requerimientos del tejido empresarial.

6.4 Referencias

- Accelo. (2016). Accelo. Retrieved from Link
- active.collab. (2016). Project Management Tool active.collab. Retrieved from <https://activecollab.com/>
- AIRMIC, Alarm and IRM (2010). Association of Insurance and Risk Managers (AIRMIC), the public sector risk management association (Alarm) and the Institute of Risk Management (IRM). A structured approach to Enterprise Risk Management (ERM) and the requirements of ISO 31000. Retrieved from https://www.theirm.org/media/886062/ISO3100_doc.pdf
- Alan, C. B., So, S., & Sin, L. (2006). Crisis management and recovery: how restaurants in Hong Kong responded to SARS. *International journal of hospitality management*, 25(1), 3-11.
- Any.Do. (2016). Any.Do. Retrieved from <http://www.any.do/anydo>
- Basecamp. (2016). Basecamp. Retrieved from <https://basecamp.com/>
- Calvetica. (2016). Calvetica. Retrieved from <http://mysterioustrousers.com/calvetica/>
- Carrot. (2016). Meet CARROT. Retrieved from <http://meetcarrot.com/>
- Charvat, J. (2003). Project management methodologies. *New Jersey: John Willey & Sons*.
- Chong, J. K. (2004). Six steps to better crisis management. *Journal of Business Strategy*, 25(2), 43-46.
- Confluence. (2016). Confluence. Retrieved from <https://www.atlassian.com/software/confluence>
- Darling, J. R., Ollikainen, H., & Nurmi, R. (1996). Crisis Management in International Business: A Case Situation in Decision-Making concerning Trade with Russia. *Liiketaloudellinen Aikakauskirja*, 407-418.
- Deming, W. E., & Walton, M. (1986). The Deming management method. *Dodd, Mead and co., New York*.
- Gibb, F., & Buchanan, S. (2006). A framework for business continuity management. *International journal of information management*, 26(2), 128-141.
- Google Calendars. Calendario de Google. Retrieved from <https://www.google.com/calendar>
- Google Drive. (2016). Google Drive. Retrieved from https://www.google.com/intl/es_es/drive/
- GoogleKeep. (2016). GoogleKeep. Retrieved from <https://keep.google.com>
- GoToMeeting (2016). GoToMeeting. Retrieved from <http://www.gotomeeting.es/>
- Hamel, G., & Valikangas, L. (2003). The quest for resilience. *Harvard business review*, 81(9), 52-65.
- Herrman, C. S. (2009). Fundamentals of Methodology-Part I: Definitions and First Principles. *Available at SSRN 1373976*.
- iCal. (2016). iCal. Retrieved from <https://support.apple.com/es-es/HT201747>
- iCloud (2016). iCloud. Retrieved from <https://www.icloud.com/>
- iMeetCentral. (2016). iMeetCentral. Retrieved from <https://imeetcentral.com/>
<http://www.centraldesktop.com/>
- Kanter, R. M. (2003). *Challenge of organizational change: How companies experience it and leaders guide it*. Simon and Schuster.
- Kirvan, P. (2016). How does business resilience differ from business continuity? Retrieved from <http://searchdisasterrecovery.techtarget.com/answer/How-does-corporate-resilience-differ-from-business-continuity>
- Kotter, J. (2012). The 8-step process for leading change. *Kotter International*.
- Lindström, J., Samuelsson, S., & Hägerfors, A. (2010). Business continuity planning methodology. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 19(2), 243-255.
- Merriam-Webster. (2016). Methodology. Retrieved from <http://www.merriam-webster.com/dictionary/methodology>
- Microsoft Project. (2016). Microsoft Project Professional. Retrieved from <https://www.microsoft.com/es-es/evalcenter/evaluate-project-professional-2016>

- Office 365. (2017). Office 365. Retrieved from Link
- outlook.com. (2016). Outlook. Retrieved from <https://outlook.live.com/owa/?authRedirect=true>
- Paredes, A. (2009). Certificación Internacional de Especialistas en Gestión por Procesos. *Seminario de Consultores de Desarrollo Organizacional y Recursos Humanos*. Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1460/3/CAPITULO%202.pdf>
- PMI (2010). Project Management Body of Knowledge (PMBOK® GUIDE). In *Project Management Institute*.
- Pocket Lists. (2016). Pocket Lists. Retrieved from <http://www.pocketlistsapp.com/>
- Producteev. (2016). Task Management Software for Teams. Retrieved from <https://www.producteev.com/>
- ProWorkflow. (2016). ProWorkflow. Retrieved from Link
- Sanchis, R., & Poler, R. (2014b, November). La Resiliencia Empresarial como ventaja competitiva. In *Creando sinergias: II Congreso I+ D+ i Campus de Alcoi, Alicante, 11 de noviembre de 2014* (pp. 25-28). Compobell, SL.
- Skype. (2017). Skype. Retrieved from <https://www.skype.com/es/>
- SPW. (2015). Etapas de un Proyecto. Servicios Profesionales en Web. Retrieved from http://www.spw.cl/proyectos/apuntes2/cap_3.htm
- Teambox. (2016). Teambox. Retrieved from <https://redbooth.com/?ref=teambox>
- Thomson Reuters (2011). Practical guidance: seven steps for effective enterprise risk management. Retrieved from Link
- Todoist. (2016). Todoist. Retrieved from <https://en.todoist.com/>
- Wallace, M., & Webber, L. (2010). *The disaster recovery handbook: A step-by-step plan to ensure business continuity and protect vital operations, facilities, and assets*. AMACOM Div American Mgmt Assn.
- Wold, G. H. (2006). Disaster recovery planning process. *Disaster Recovery Journal*, 5(1), 10-15.
- WorkFront. (2016). Project Management Software. Retrieved from Link
- Wrike. (2016). Wrike. Retrieved from <https://www.wrike.com/project-management/>
- Wunderlist. (2016) Wunderlist . Retrieved from <https://www.wunderlist.com/en>

PARTE IV. APLICACIÓN

Capítulo 7. Aplicación de la Herramienta SATIER

En este capítulo, se describe la aplicación de la herramienta SATIER en 3 casos reales de empresas que precisan analizar y mejorar su índice de resiliencia, con el objetivo de examinar la calidad de la contribución propuesta en escenarios empresariales reales. De los 3 casos de aplicación, 2 casos engloban empresas de sectores industriales (textil y automoción) mientras que el caso de estudio restante está vinculado al mundo de la construcción y promoción de viviendas y su base no es tan industrial como en los dos casos anteriores, pero ilustra cómo de bien la herramienta SATIER, aunque está diseñada para ser aplicada a empresas de carácter industrial, también puede ser aplicada y ofrece muy buenos resultados en otras tipologías de empresa. La validación a través empresas reales ha servido para mostrar la utilidad de la aplicación de la herramienta SATIER para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial como principal problema abordado en esta tesis.

7.1 Introducción

En el presente capítulo se describe la aplicación real de la herramienta SATIER en el ámbito empresarial en tres empresas pilotos. El piloto 1 engloba a una Pequeña y Mediana Empresa (PYME) del sector textil que ha analizado todas las fuentes de disrupción que la herramienta SATIER tiene predefinidas, analizando un total de 45 eventos disruptivos. El segundo piloto abarca una gran empresa de automoción, cuyos intereses se centran en tres fuentes de disrupción: aprovisionamiento, gestión de inventarios y tecnología, pues parece ser que son las áreas más susceptibles a eventos disruptivos. El piloto 3 consiste en una PYME que pertenece a un sector que no es puramente industrial, pues su principal actividad económica es la construcción y promoción de viviendas, locales, naves industriales, etc. SATIER ha sido diseñada y concebida para ir dirigida a empresas de sectores industriales, sin embargo mediante la aplicación de la herramienta al tercer piloto, se obtienen evidencias que parte de la herramienta es igualmente válida para cualquier tipo de empresa bien sea de sectores industriales o de cualquier otro tipo de sector.

A través de la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER, se obtienen los datos de entrada necesarios para realizar el análisis de las dos capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial.

Capacidad de preparación

El análisis de la capacidad de preparación se realiza a través del coste esperado que los potenciales eventos disruptivos pueden ocasionar a la empresa. Por ello, la empresa debe proporcionar información acerca de los siguientes elementos, tal y como se detallaba en el capítulo 5:

- Por cada evento disruptivo que desea analizar: el horizonte temporal, la probabilidad de ocurrencia, su severidad y el coste que le supondría a la empresa si dicho evento disruptivo aconteciese.
- Además, por cada evento disruptivo, la empresa también deberá seleccionar aquellas acciones preventivas, que mejor se adapten a sus problemas (en forma de eventos disruptivos) para minimizar los efectos negativos de los mismos. Para ello se precisa conocer el coste de las acciones preventivas así como el rango al que disminuiría la probabilidad y severidad tras la implementación de dichas acciones.

Capacidad de recuperación

La capacidad de recuperación se analiza a través de la disponibilidad de información, y por lo tanto del conocimiento accesible en la empresa acerca del histórico de eventos disruptivos acontecidos. El registro del conocimiento se basa en 4 elementos fundamentales, tal y como se detallaba en el capítulo 5. Estos elementos son:

- Registro de los eventos disruptivos acontecidos.
- Registro de las acciones de recuperación ejecutadas.
- Análisis detallado del evento disruptivo y de la/s acción/es de recuperación ejecutada/s.
- Registro de un protocolo de actuación, con la finalidad que sirva de guía estándar de actuación ante la ocurrencia del mismo evento disruptivo en un futuro.

Estos elementos de registro, que también son considerados como diferentes fases de registro del conocimiento, se diferencian unos de otros en que, aparte de ciertas diferencias en los contenidos del proceso de registro, su primordial distinción es el nivel de detalle con el que se realiza el registro del conocimiento, pues se presume que para el registro de un nivel de detalle de información superior, los niveles de detalle de información inferiores deben haber sido registrados, tal y como muestra la Figura 7.1. Por ejemplo para el desarrollar el análisis detallado de lo acontecido, se deben haber registrado previamente sus dos elementos o fases anteriores (evento disruptivo y las acciones de recuperación ejecutadas). En los casos de estudio desarrollados, en alguna ocasión, se han encontrado discrepancias en esta presunción.

Las características técnicas para la ejecución del modelo MILP de la herramienta SATIER no requieren de gran inversión en recursos tecnológicos. El sistema informático utilizado para la experimentación de los pilotos se ha desarrollado a través de un cliente liviano (*thin client*) con un procesador Intel® Xeon® CPU ES-2620 O @2.00GHz 2.00GHz y una memoria RAM de 2.00GB. El tiempo medio de cálculo para el modelo de los diferentes pilotos es menor a un minuto. Por lo tanto, la herramienta ofrece una gran rapidez en el cálculo.

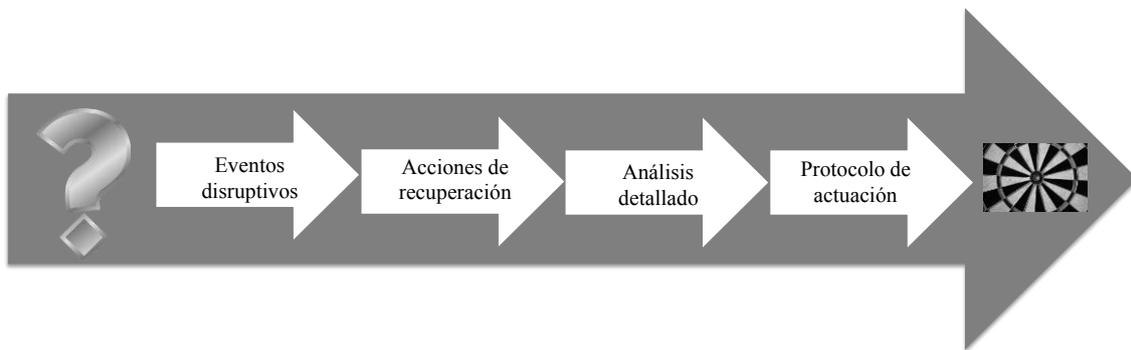


Figura 7.1. Elementos/Fases del registro del conocimiento.

La sección 7.2 describe las tres aplicaciones en las empresas pilotos. La estructura para describir la aplicación de la herramienta SATIER es la misma para los tres pilotos, por ello, la sección 7.2.1 ofrece una visión completa de la aplicación de la herramienta SATIER en el piloto 1, mientras que en el caso de los pilotos 2 y 3, tan solo se ofrece una descripción abreviada donde fundamentalmente se comentan los resultados obtenidos. Las descripciones y análisis detallados de los pilotos 2 y 3 se encuentran disponibles en los Anexos 7.1 y 7.2 respectivamente a través: <https://goo.gl/5NOejy> y <https://goo.gl/ElzcCO>. La sección 7.3 detalla el análisis conjunto de los resultados obtenidos en las tres empresas desde dos perspectivas: (i) analizando las dificultades a las que se han enfrentado las tres empresas que han participado en la aplicación real de SATIER, principalmente en cuanto a la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación, y (ii) analizando comparativamente los tres pilotos. Por último, la sección 7.4, ofrece las principales conclusiones obtenidas a través de la aplicación de la herramienta SATIER en las tres empresas piloto.

7.2 Aplicación de la Herramienta SATIER en los pilotos

7.2.1 Piloto 1: PYME del sector textil

Descripción de la empresa

La empresa en estudio es una PYME del sector textil, más particularmente su actividad principal es la hilatura. Fundada en 1948, es una PYME familiar que ha ido pasando generación tras generación. En la actualidad, cuenta con 10 empleados y está ubicada en la provincia de Alicante.

Descripción general del análisis

La PYME textil está interesada en analizar todas las fuentes de disrupción predefinidas en la herramienta SATIER, seleccionando 45 eventos disruptivos (análisis del 63% de los eventos disruptivos predefinidos en la herramienta SATIER) de los 71 eventos disruptivos con los que cuenta la herramienta. La Tabla 7.1 muestra el número de eventos disruptivos analizados por la empresa según las diferentes fuentes de disrupción de la herramienta.

Tabla 7.1. Número de eventos disruptivos analizados según las 11 fuentes de disrupción del total de eventos definidos en SATIER.

	Eventos disruptivos	
	Analizados	Totales predefinidos en SATIER
Aprovisionamiento	6	7
Clientes	4	9
Distribución	1	6
Energéticos	2	2
Entorno	6	11
Financieras	3	4
Gestión de inventarios	2	7
Legislación	2	3
Producción	6	9

	Eventos disruptivos	
	Analizados	Totales predefinidos en SATIER
Sociales	7	7
Tecnología	6	6
	45	71

La Tabla 7.2 muestra un resumen de los eventos disruptivos analizados así como la información proporcionada por la empresa, a través del cuestionario de autoevaluación, acerca del horizonte temporal, probabilidad, severidad y estimación del coste anual del evento en caso de que aconteciese.

El resto de eventos disruptivos no incluidos en el análisis, no han sido estudiados básicamente por dos razones principales, bien porque no son de interés para la empresa o porque no aplican. Por ejemplo, el evento disruptivo de: “Dispersión geográfica de nuestros clientes”, no aplica, pues la empresa textil opera a nivel regional y nacional, y por lo tanto el ámbito geográfico de sus clientes es muy cercano.

De los 45 eventos disruptivos, la empresa elige 108 acciones preventivas como acciones interesantes a ser implementadas para la mejora de la resiliencia empresarial. Además propone 2 acciones nuevas, que tras su análisis, son incluidas en el listado predefinido de acciones preventivas de SATIER. Por lo tanto, la elección total engloba 110 acciones preventivas tal y como se muestra en la Tabla 7.3. La Tabla 7.3 también muestra el rango al que disminuye la probabilidad y/o severidad tras la implementación de las acciones preventivas así como el coste anual de las mismas, según la estimación de la empresa, a través del cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER.

De los eventos disruptivos analizados, más de la mitad (53%) tienen su origen en la propia empresa, en otras palabras su origen es intra-empresarial. Los eventos disruptivos debidos a situaciones adversas originadas en la cadena/s de suministro en la que la PYME textil opera son el 18%. Mientras que destaca, que el 29% son eventos disruptivos cuyo origen es externo a la empresa y también a su cadena de suministro. También es cierto, que la gran mayoría de los eventos disruptivos relacionados con el entorno, aspectos legislativos y energéticos son extra-empresariales pues dependen de otros organismos u entidades ajenas.

Tabla 7.2. Resumen de los eventos disruptivos analizados.

# Dis	Evento disruptivo	Horizonte temporal			Probabilidad					Severidad					Coste del evento
		CP	MP	LP	MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA	
A1	Mala calidad de las materias primas o componentes aprovisionados	X				X					X				3.000 €
A2	Cambios limitantes en la capacidad de los proveedores	X				X								X	3.200 €
A4	Retraso en el aprovisionamiento de materias primas o componentes	X				X								X	3.250 €
A5	Escasez de materias primas	X				X							X		6.000 €
A6	Fluctuaciones en el precio de los materiales aprovisionados	X					X					X			3.000 €
A7	Desaparición de un proveedor clave		X				X					X			2.500 €
C3	Uno de nuestros clientes clave cambia de fabricante		X			X						X			120.000 €
C4	Problemas financieros de nuestros clientes	X					X					X			15.000 €
C5	Falta de innovación para satisfacer las necesidades del cliente	X						X					X		50.000 €
C7	Nuestros clientes requieren de tiempos de entrega cada vez más exigentes	X						X					X		5.000 €
D1	Capacidad limitada de la distribución	X			X						X				2.500 €
E1	Interrupción en el suministro de agua, gas, electricidad, etc.	X				X								X	6.000 €
E2	Aumento en los precios de los suministros de agua, gas, electricidad...	X						X					X		3.200 €
ET1	Fuego			X			X						X		25.600 €
ET2	Aumento de la competencia	X						X				X			48.000 €
ET3	Entrada de nuevos competidores de países emergentes	X							X					X	75.000 €
ET5	Las instalaciones de nuestros proveedores están expuestas a desastres naturales graves	X			X							X			12.000 €
ET6	Nuestras instalaciones están expuestas a desastres naturales graves	X			X							X			200.000 €
ET11	Sabotaje, robos, vandalismo, secuestro y extorsión	X					X				X				2.400 €
F1	Acceso restringido a crédito	X					X				X				2.500 €
F2	Cambios en las tasa de interés	X				X								X	2.300 €
F4	Problemas de liquidez	X					X					X			3.000 €

# Dis	Evento disruptivo	Horizonte temporal			Probabilidad					Severidad					Coste del evento
		CP	MP	LP	MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA	
I2	Pérdidas de tiempo en la gestión de inventarios por desconfianza del sistema	X				X						X			2.000 €
I3	Rotura de los equipos de manutención	X				X						X			1.000 €
L2	Cambios en la legislación que impliquen modificaciones en nuestros procesos	X				X					X				850 €
L3	Cambios en la legislación que impliquen modificaciones en nuestros productos	X			X					X					1.550 €
P1	Cambios limitantes en la capacidad de producción	X					X					X			500 €
P2	Rotura/fallos de máquinas y/o equipos clave	X					X							X	32.000 €
P4	Operaciones de producción que se vuelven cada vez más complejas	X			X							X			4.000 €
P6	Producción de productos defectuosos o de mala calidad				X								X		3.200 €
P7	Entrega de productos defectuosos (mala calidad) a nuestros clientes	X					X					X			1.000 €
P9	Repentina y fuerte competición en precios de nuestros productos	X					X					X			16.000 €
S1	Absentismo	X			X								X		1.000 €
S2	Huelgas	X			X									X	4.500 €
S3	Cambios en la cultura organizacional de la empresa	X				X						X			1.500 €
S4	Pandemia que afecta al personal de nuestra empresa	X				X							X		2.000 €
S5	Errores graves del personal en las operaciones de la empresa	X			X								X		3.600 €
S6	Ambiente hostil en la empresa	X				X							X		2.500 €
S7	Personal clave que abandona la empresa	X			X								X		5.000 €
TEC1	Falta de infraestructura tecnológica para apoyar las necesidades del negocio	X						X						X	1.500 €
TEC2	Salto tecnológico de nuestros competidores	X				X							X		8.000 €
TEC3	Delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos)	X					X					X			800 €
TEC4	Fallos de comunicación internos y/o con clientes y/o proveedores	X				X						X			1.000 €
TEC5	Fallos imprevistos en nuestras aplicaciones software	X						X					X		750 €
TEC6	Obsolescencia de nuestros equipos y sistemas informáticos	X						X					X		500 €

Tabla 7.3. Resumen de las acciones preventivas seleccionadas.

# Dis	Evento Disruptivo	# Acc	Acciones preventivas	Disminución de la probabilidad ...					Disminución de la severidad ...					Coste
				MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA	
A1	Mala calidad de las materias primas o componentes aprovisionados	A1.5	Implementación de sistemas de seguimiento constante de los proveedores/materiales	X						X				200 €
		A1.6	Inspección previa a producción	X					X					450 €
A2	Cambios limitantes en la capacidad de los proveedores	A2.1	Búsqueda de proveedores alternativos		X						X			550 €
		A2.2	Definición de acuerdos contractuales a largo plazo con proveedores		X						X			200 €
		A2.3	Implementación de sistemas de seguimiento constante de los proveedores/materiales		X							X		200 €
A4	Retraso en el aprovisionamiento de materias primas o componentes	A4.2	Búsqueda de proveedores alternativos		X						X			550 €
		A4.3	Fomento del trabajo cooperativo con proveedores y resolución conjunta de problemas para establecer sistemas de reaprovisionamiento realistas	X								X		350 €
		A4.4	Implementación de sistemas de seguimiento constante de los proveedores/materiales		X							X		200 €
A5	Escasez de materias primas	A5.1	Búsqueda de materias primas o componentes alternativos		X						X			200 €
		A5.5	Implementación de sistemas de logística inversa y reciclaje		X					X				800 €
A6	Fluctuaciones en el precio de los materiales aprovisionados	A6.1	Análisis de la estacionalidad y tendencia (equilibrio oferta-demanda) de los precios de materias primas y/o componentes			X				X				150 €
		A6.2	Búsqueda de materias primas o componentes alternativos			X			X					200 €
		A6.6	Negociación con proveedores			X			X					300 €
A7	Desaparición de un proveedor clave	A7.1	Aumento generalizado de la base de proveedores			X			X					800 €
		A7.3	Búsqueda de proveedores alternativos			X				X				550 €
C3	Uno de nuestros clientes clave cambia de fabricante	C3.3	Definición de estrategias de diversificación del origen de los ingresos		X				X					1.500 €
		C3.5	Definición de estrategias de promoción/negociación de precios	X						X				700 €
		C3.8	Implementación de una adecuada y eficiente gestión de la contratación mediante el establecimiento de acuerdos/ contratos	X					X					3.000 €

# Dis	Evento Disruptivo	# Acc	Acciones preventivas	Disminución de la probabilidad ...					Disminución de la severidad ...					Coste	
				MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA		
			con los clientes a largo plazo												
C4	Problemas financieros de nuestros clientes	C4.1	Contratación de seguros a terceros que cubran este tipo de eventos disruptivos			X				X				4.000 €	
		C4.2	Definición de estrategias de negociación y re-negociación de las condiciones de pago			X				X				300 €	
		C4.3	Definición de un procedimiento de comprobación del riesgo de los clientes		X					X					400 €
C5	Falta de innovación para satisfacer las necesidades del cliente	C5.2	Capacitación del capital humano en innovación			X						X		1.500 €	
		C5.3	Definición de políticas de obsolescencia programada o planificada mediante la determinación del fin de la vida útil de un producto			X					X			20.000 €	
		C5.4	Implementación de actividades de I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación)		X					X					22.000 €
C7	Nuestros clientes requieren de tiempos de entrega cada vez más exigentes	C7.2	Definición de políticas de negociación de plazos de entrega con los clientes de forma colaborativa			X						X		200 €	
		C7.5	Externalización de parte de la producción				X		X					750 €	
		C7.7	Planificación de la utilización de horas extras de la mano de obra y de capacidad ociosa de producción				X			X					500 €
D1	Capacidad limitada de la distribución	D1.1	Acuerdos con operadores de servicios logísticos tercerizados y operadores 4PL	X					X					75 €	
		D1.3	Subcontratación de capacidad a agentes logísticos externos	X					X						50 €
E1	Interrupción en el suministro de agua, gas, electricidad, etc.	E1.1	Definición e implementación de protocolos formales de actuación ante interrupciones de suministro		X							X		200 €	
		E1.5	Negociación con los proveedores energéticos acerca de cláusulas de penalización en caso de interrupciones del suministro energético		X					X					650 €
		E1.6	Mantenimiento continuo de la instalaciones de la empresa		X						X				600 €
E2	Aumento en los precios de los suministros de agua,	E2.2	Definición e implementación de un protocolo de negociación de precios de nuestros productos finales con nuestros clientes				X				X			250 €	

# Dis	Evento Disruptivo	# Acc	Acciones preventivas	Disminución de la probabilidad ...					Disminución de la severidad ...					Coste	
				MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA		
	gas, electricidad...	E2.4	Seguimiento constante de la evolución del precio de los suministros energéticos (legislación, impuestos, etc.) .				X				X				200 €
ET1	Fuego	ET1.2	Capacitación del capital humano sobre las medidas de seguridad de protección contra incendios		X							X			500 €
		ET1.3	Constante revisión, mantención de mangueras, extintores...			X					X				450 €
		ET1.5	Contratación de seguros que contemplen cláusulas anti-incendios			X			X						1.000 €
		ET1.7	Definición de protocolos de evacuación de emergencia de la empresa			X					X				500 €
ET2	Aumento de la competencia	ET2.1	Análisis periódico de la competencia				X			X				1.200 €	
		ET2.4	Definición de políticas de diferenciación (por ejemplo introducción de valores diferenciadores a nuestros productos) frente a nuestros competidores				X		X					1.850 €	
		ET2.5	Definición de políticas para ofrecer un mejor servicio al cliente				X		X					1.000 €	
ET3	Entrada de nuevos competidores de países emergentes	ET3.2	Definición de estrategias de fidelización de clientes					X		X				3.750 €	
		ET3.3	Definición de políticas de diferenciación (por ejemplo introducción de valores diferenciadores a nuestros productos) frente a nuestros competidores					X			X			1.850 €	
ET5	Las instalaciones de nuestros proveedores están expuestas a desastres naturales graves	ET5.1	Aumento generalizado de la base de proveedores	X						X				800 €	
		ET5.3	Búsqueda de proveedores alternativos	X						X				550 €	
		ET5.9	Stock de seguridad especialmente de materias primas y/o componentes	X					X					900 €	
ET6	Nuestras instalaciones están expuestas a desastres naturales graves	ET6.6	Tener las instalaciones y los accesos en perfecto estado	X					X					1.000 €	
		ET6.7	Aseguramiento de las medidas de seguridad (disponibilidad de cascos, chalecos reflectantes...)	X						X				450 €	
ET11	Sabotaje, robos, vandalismo, secuestro y extorsión	ET11.3	Establecimiento de actividades de vigilancia y observación	X					X					900 €	
		ET11.4	Establecimiento de políticas de fomento de la satisfacción del capital humano de la empresa	X						X				500 €	

# Dis	Evento Disruptivo	# Acc	Acciones preventivas	Disminución de la probabilidad ...					Disminución de la severidad ...					Coste
				MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA	
F1	Acceso restringido a crédito	F1.1	Definición de políticas para la creación de un fondo de reserva y/o que se mantenga un porcentaje de reservas			X			X					800 €
		F1.2	Estudio sobre la viabilidad de recurrir a instrumentos de financiación de la cadena de suministro			X			X					200 €
F2	Cambios en las tasa de interés	F2.1	Estudio de la conveniencia de apostar por productos con una tasa fija de interés		X						X			200 €
		F2.3	Negociación de la tasa variable de interés con las entidades bancarias		X						X			250 €
F4	Problemas de liquidez	F4.2	Definición de políticas para la creación de un fondo de reserva y/o que se mantenga un porcentaje de reservas	X						X				800 €
		F4.4	Estudio sobre la viabilidad de recurrir a instrumentos de financiación de la cadena de suministro		X					X				200 €
I2	Pérdidas de tiempo en la gestión de inventarios por desconfianza del sistema	I2.7	Implementación de procedimientos robustos de registro de entradas-salidas al almacén		X					X				200 €
I3	Rotura de los equipos de mantenimiento	I3.3	Mantenimiento preventivo total	X							X			75 €
		I3.4	Servicio técnico próximo o con garantías de respuesta en el plazo requerido		X					X				100 €
L2	Cambios en la legislación que impliquen modificaciones en nuestros procesos	L2.4	Definición e implementación de protocolos formales de actuación ante nueva legislación que afecte a nuestros procesos		X				X					100 €
		L2.7	Implementación de sistemas de seguimiento constante de la normativa/legislación que potencialmente puede afectar a nuestros procesos		X				X					120 €
L3	Cambios en la legislación que impliquen modificaciones en nuestros productos	L3.3	Definición e implementación de protocolos formales de actuación ante nueva legislación que afecte a nuestros productos	X					X					100 €
		L3.6	Implementación de sistemas de seguimiento constante de la normativa/legislación que potencialmente puede afectar a nuestros productos	X					X					90 €
P1	Cambios limitantes en la capacidad de producción	P1.3	Implementación de sistemas de previsión de la demanda		X						X			100 €
		P1.8	Subcontratación			X			X					150 €

# Dis	Evento Disruptivo	# Acc	Acciones preventivas	Disminución de la probabilidad ...					Disminución de la severidad ...					Coste
				MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA	
P2	Rotura/fallos de máquinas y/o equipos clave	P2.4	Mantenimiento preventivo total	X								X		75 €
		P2.7	Servicio técnico próximo o con garantías de respuesta en el plazo requerido		X						X			100 €
		P2.8	Utilización de la capacidad extra de otras máquinas similares		X					X				1.000 €
P4	Operaciones de producción que se vuelven cada vez más complejas	P4.3	Capacitación del capital humano adicional sobre aspectos operativos del departamento de producción. Reciclaje profesional	X					X				300 €	
		P4.4	Definición de tareas, roles y responsabilidades de forma clara y concisa	X						X				100 €
P6	Producción de productos defectuosos o de mala calidad	P6.1	Calificación de proveedores. Inspección y ensayos de materias primas	X							X		300 €	
		P6.2	Capacitación del capital humano para la calidad	X						X			350 €	
		P6.3	Control de calidad en cada punto de la producción	X					X				400 €	
P7	Entrega de productos defectuosos (mala calidad) a nuestros clientes	P7.1	Capacitación del capital humano para la calidad	X							X		350 €	
		P7.2	Control de calidad en cada punto de la producción	X						X			400 €	
P9	Repentina y fuerte competición en precios de nuestros productos	P9.1	Análisis periódico de la competencia			X				X			1.200 €	
		P9.2	Búsqueda de proveedores alternativos			X				X			550 €	
		P9.7	Reducción de los costes mediante técnicas de eficiencia y calidad			X			X				3.000 €	
S1	Absentismo	S1.3	Implementar cambios en las políticas de gestión de recursos humanos para involucrar más a los trabajadores y sus opiniones	X						X			60 €	
S2	Huelgas	S2.1	Definición e implementación de políticas de negociación con el capital humano de la empresa	X								X	300 €	
		S2.4	Definición e implementación de estrategias de fomento de la cultura organizacional de la empresa y su bienestar	X							X		200 €	
S3	Cambios en la cultura organizacional de la empresa	S3.2	Definición e implementación de estrategias de fomento de la cultura organizacional de la empresa y su bienestar		X					X			200 €	
		S3.3	Definición e implementación de políticas que generen mejores relaciones tanto con los empleados como con los clientes		X					X			170 €	

# Dis	Evento Disruptivo	# Acc	Acciones preventivas	Disminución de la probabilidad ...					Disminución de la severidad ...					Coste
				MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA	
		S3.6	Implementación de medidas que fomenten la autonomía y responsabilidad de los trabajadores	X						X				200 €
S4	Pandemia que afecta al personal de nuestra empresa	S4.2	Definición e implementación del calendario laboral anual con la determinación de vacaciones y días festivos		X						X			50 €
		S4.5	Implementación de políticas de prevención de riesgos laborales/accidentes laborales	X							X			100 €
		S4.7	Limitación de la utilización de horas extras del capital humano		X						X			175 €
S5	Errores graves del personal en las operaciones de la empresa	S5.3	Implementación de mejoras en los sistemas de comunicación para que el capital humano esté debidamente informado	X							X			135 €
		S5.5	Redefinición y actualización de los procesos y de las instrucciones asignadas a cada proceso	X					X					275 €
		S5.6	Supervisión detallada de las actividades realizadas	X						X				175 €
S6	Ambiente hostil en la empresa	S6.2	Definición clara e implementación de los valores de empresa a través de la misión y la visión		X						X			100 €
		S6.10	Implementación de políticas que fomenten eventos sociales		X					X				300 €
		S6.11	Implementación de un buzón de sugerencias/quejas	X							X			100 €
S7	Personal clave que abandona la empresa	S7.3	Definición de tareas, roles y responsabilidades de forma clara y concisa	X							X			100 €
		S7.4	Implementación de políticas de énfasis en reclutamiento y retención de empleados sobresalientes	X							X			200 €
		S7.5	Implementación de políticas que fomenten eventos sociales	X						X				300 €
TEC1	Falta de infraestructura tecnológica para apoyar las necesidades del negocio	TEC1.1	Análisis de las necesidades tecnológicas de la empresa para definir los nuevos requerimientos			X					X			300 €
		TEC1.2	Capacitación tecnológica del capital humano para el mantenimiento y administración de la infraestructura tecnológica			X						X		200 €
		TEC1.3	Definición de políticas de mantenimiento, renovación y modernización de la infraestructura tecnológica		X						X			500 €
TEC2	Salto tecnológico de	TEC2.1	Benchmarking		X						X			400 €

# Dis	Evento Disruptivo	# Acc	Acciones preventivas	Disminución de la probabilidad ...					Disminución de la severidad ...					Coste
				MB	B	ME	A	MA	MB	B	ME	A	MA	
	nuestros competidores	TEC2.3	Definición de políticas de investigación, desarrollo e innovación tecnológicas		X						X			500 €
		TEC2.4	Fomento de una actitud de <i>Early Adopters</i> , incorporando soluciones y productos tecnológicos y utilizándolos de forma pionera		X					X				1.000 €
TEC3	Delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos)	TEC3.6	Implementación de sistemas/software anti-virus y cortafuegos		X						X			150 €
		TEC3.7	Realización de copias de seguridad periódicas			X			X					300 €
TEC4	Fallos de comunicación internos y/o con clientes y/o proveedores	TEC4.3	Definición de políticas de mejora continua y reingeniería de los sistemas de comunicación	X						X				150 €
		TEC4.4	Definición y establecimiento de políticas de capacitación y formación del capital humano en TICs		X					X				100 €
TEC5	Fallos imprevistos en nuestras aplicaciones software	TEC5.2	Capacitación del capital humano en TICs				X				X			200 €
		TEC5.5	Definición, diseño y desarrollo de aplicaciones software fiables, robustas, ergonómicas y eficientes			X					X			300 €
		TEC5.7	Realización de copias de seguridad periódicas				X			X				300 €
TEC6	Obsolescencia de nuestros equipos y sistemas informáticos	TEC6.5	Mantenimiento preventivo total de los equipos TIC			X					X			200 €

De las 110 acciones preventivas seleccionadas por la PYME textil, existen 6 acciones que presentan la característica de igualdad. La misma acción preventiva aplica a diferentes eventos disruptivos. La Tabla 7.4 muestra un resumen de cuáles son las acciones preventivas que presentan la característica de igualdad y cuáles son los eventos disruptivos a los que aplican.

Tabla 7.4. Acciones preventivas iguales analizadas que aplican a varios eventos disruptivos.

# Dis	Evento Disruptivo	#Acc	Acciones preventivas
A2	Cambios limitantes en la capacidad de los proveedores	A2.1, A3.1, A4.2, A7.3	Búsqueda de proveedores alternativos
A3	Dispersión geográfica de nuestros proveedores (diferencia horaria, idioma, proximidad)		
A7	Desaparición de un proveedor clave		
A4	Retraso en el aprovisionamiento de materias primas o componentes	A3.4, A4.4	Implementación de sistemas de seguimiento constante de los proveedores/materiales
A3	Dispersión geográfica de nuestros proveedores (diferencia horaria, idioma, proximidad)		
I1	Capacidad limitante del almacén	I1.2, I5.2	Clasificación ABC-XYZ
I5	Altos tiempos en la búsqueda de materias, componentes y/o productos necesarios para fases sucesivas		
I2	Pérdidas de tiempo en la gestión de inventarios por desconfianza del sistema	I2.5, I4.4	Implementación de la tecnología de la Internet de las Cosas para aumentar la fiabilidad de los datos y la actualización en tiempo real (por ej. Infraestructura de identificación por radio frecuencia)
I4	Errores en la identificación de productos		
TEC3	Delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos)	TEC3.7, TEC5.7	Realización de copias de seguridad periódicas
TEC5	Fallos imprevistos en nuestros sistemas internos de información		
TEC4	Fallos de comunicación internos y/o con clientes y/o proveedores	TEC4.6, TEC5.8	Desarrollo de un informe de degradados con las posibles acciones de recuperación

Con 25.000€ anuales de inversión anual para la mejora de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial (1% de la facturación de la PYME), la solución óptima implementa acciones preventivas en todos los eventos disruptivos analizados. La cantidad de acciones preventivas óptimas a ser implementadas por cada evento disruptivo oscila entre 1 y 2, por lo que, en los casos en los que el número de acciones preventivas es mayor a 1, se debe minorar el ahorro que supone la implementación conjunta de varias acciones, y por tanto se itera el modelo a través de un algoritmo de optimización hasta que una solución sea igual de forma consecutiva. En este caso, se precisó de 3 iteraciones.

Análisis de la Capacidad de Resiliencia Empresarial

Análisis de la Capacidad de Preparación

Análisis del Estado Actual

A través de la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación, se obtienen los datos de entrada para valorar la capacidad de preparación actual de la empresa ante eventos disruptivos. Particularmente, se calcula C_i a partir de la probabilidad que acontezca el evento disruptivo i (P_i); el horizonte temporal en la previsión de la ocurrencia del evento disruptivo i (H_i); el coste del evento disruptivo i definido como % sobre el coste de facturación anual en caso de que aconteciese dicho evento (CF_i) y la facturación anual del último año (F), según (5.1):

$$C_i = \frac{P_i}{H_i} \cdot \frac{CF_i}{100} \cdot F$$

La Tabla 7.5 muestra los C_i de los 45 eventos disruptivos analizados.

Tabla 7.5. C_i de los 45 eventos disruptivos analizados.

# Dis	C_i	# Dis	C_i	# Dis	C_i
A1	540 €	ET3	60.075 €	P7	433 €
A2	576 €	ET5	972 €	P9	6.928 €
A4	585 €	ET6	16.200 €	S1	81 €
A5	1.080 €	ET11	1.039 €	S2	365 €
A6	1.299 €	F1	1.083 €	S3	270 €
A7	1.083 €	F2	414 €	S4	360 €
C3	4.320 €	F4	1.299 €	S5	292 €
C4	6.495 €	I2	360 €	S6	450 €
C5	32.250 €	I3	180 €	S7	405 €
C7	3.225 €	L2	153 €	TEC1	968 €
D1	203 €	L3	126 €	TEC2	1.440 €
E1	1.080 €	P1	217 €	TEC3	346 €
E2	1.290 €	P2	13.856 €	TEC4	180 €
ET1	1.108 €	P4	324 €	TEC5	484 €
ET2	30.960 €	P6	1.386 €	TEC6	323 €

A través de los datos ofrecidos en la Tabla 7.5, se muestra que la fuente de disrupción más sensible a los eventos disruptivos (sumatorio de los costes C_i por fuente de disrupción) es la fuente relacionada con aspectos del entorno, pues el coste esperado anual de los eventos disruptivos potenciales de dicha fuente representan más del 55% del coste esperado anual de la totalidad de los eventos disruptivos analizados. A los aspectos del entorno, le siguen los aspectos relacionados con los clientes (23%) y con temas de producción (11%).

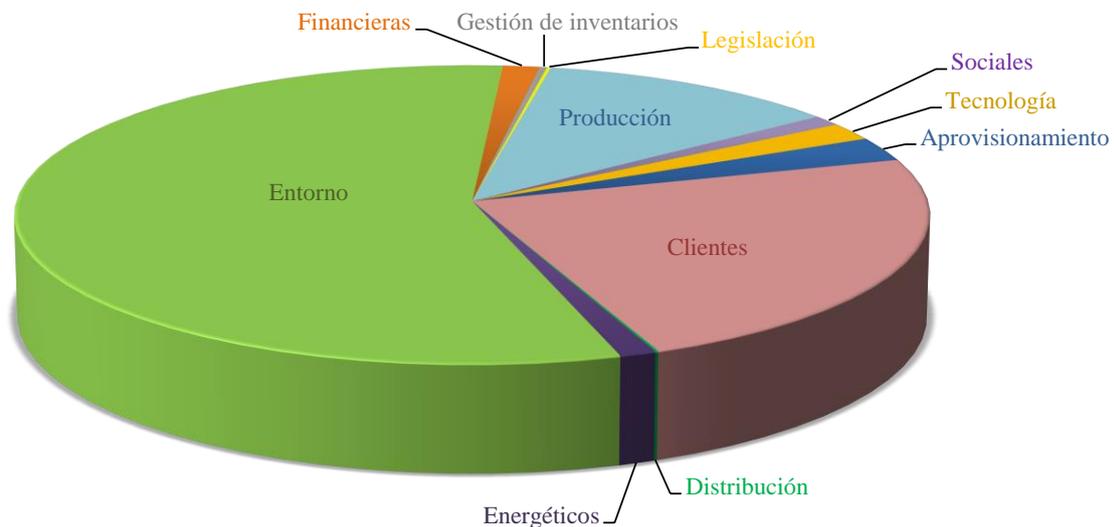


Figura 7.2. Porcentajes del coste esperado anual de los eventos disruptivos según las fuentes de disrupción de SATIER.

Por tanto, como resumen, las tres fuentes de disrupción más críticas para la empresa en cuanto a su capacidad de preparación de la resiliencia empresarial, según su coste esperado anual total, son las fuentes de disrupción relacionadas con aspectos del entorno, de clientes y eventos de producción. Pero también cabe destacar en cuarto lugar, a la fuente de disrupción de aprovisionamiento, pues según la información proporcionada, parece que la empresa es bastante susceptible en cuanto a su preparación para hacer frente a potenciales eventos disruptivos.

Si el análisis de la criticidad de las diferentes fuentes de disrupción, se realiza como el promedio del coste esperado anual de los eventos disruptivos analizados en cada fuente, las tres más críticas son, del mismo modo que en el caso anterior, entorno, clientes y producción, pero en este caso, la cuarta posición es ocupada por la fuente de disrupción de aspectos energéticos, y los aspectos de aprovisionamiento quedan a ocupar la 6ª posición por detrás de los aspectos financieros.

Por otro lado, destacar que 5 eventos disruptivos (ET3, C5, ET2, ET6 y P2) representan el 77% del coste esperado anual de la totalidad de eventos disruptivos analizados, lo cual hace prever que las medidas preventivas deberían ir encaminadas a preparar a la empresa ante dichos eventos disruptivos, siempre y cuando, dichas acciones sean las óptimas para mejorar la capacidad de preparación actual de la resiliencia empresarial.

Tomando como base, los datos de entrada obtenidos a través del cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER, la Figura 7.3 detalla la situación de la empresa en cuanto a su capacidad de preparación (según la estimación del coste de los eventos disruptivos potenciales, su probabilidad de ocurrencia y su severidad) para hacer frente a eventos disruptivos relacionados con las 11 fuentes de disrupción.

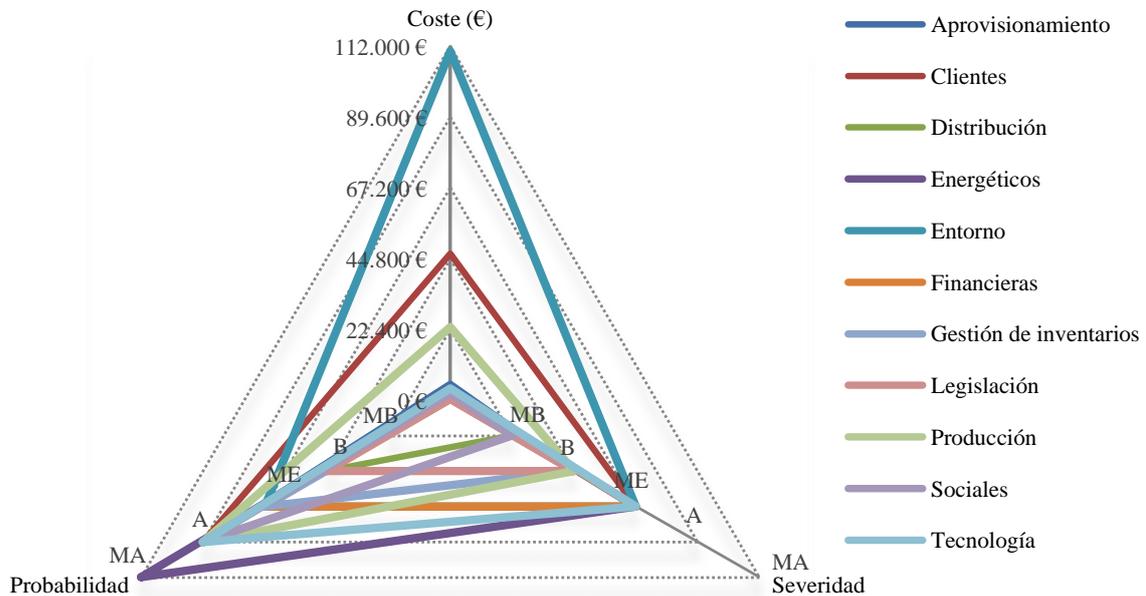


Figura 7.3. Situación actual (AS IS) de la empresa en cuanto a su capacidad de preparación de la resiliencia empresarial.

Los eventos disruptivos relacionados con el entorno tienen una probabilidad de ocurrencia y severidad media, sin embargo son los que presentan un mayor coste esperado anual. Los eventos disruptivos relacionados con los clientes son más probables que los anteriores pero su coste esperado anual es menor. Los eventos disruptivos de producción se encuentran en la tercera posición en cuanto a su coste esperado anual. Además, también es importante mencionar que los eventos disruptivos energéticos, aunque su ocurrencia no representa un coste esperado anual extremadamente elevado para la empresa, son los eventos disruptivos más probables. A continuación se realiza un breve análisis de las fuentes de disrupción según los eventos disruptivos analizados. Los gráficos que representan la situación actual de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial, se encuentran en la sección de: *Análisis comparativo de la situación AS IS y TO BE de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial*, junto con los gráficos de la situación futura, para de esta forma, poder comparar ambos estados.

a) Aprovisionamiento.

La fuente de disrupción de aprovisionamiento es la cuarta fuente potencialmente más crítica, en la cual la empresa analiza 6 eventos disruptivos de los 7 que hay definidos en SATIER. Desde el punto de vista del aprovisionamiento, el evento disruptivo A6 (fluctuaciones en el precio de los materiales aprovisionados) es el que presenta un mayor coste esperado anual, por lo tanto es el más crítico desde el punto de vista del aprovisionamiento. Le siguen los eventos disruptivos A7 (desaparición de un proveedor clave) y A5 (escasez de materias primas), con costes muy próximos al evento disruptivo A6, mientras que los costes esperados anuales de los eventos disruptivos A1 (mala calidad de las materias primas o componentes aprovisionados), A2 (cambios limitantes en la capacidad de los proveedores) y A4 (retraso en el

aprovisionamiento de materias primas o componentes) tan sólo representan el 50 % respecto al evento disruptivo de aprovisionamiento con mayor coste esperado anual.

b) Clientes.

La fuente de disrupción relacionada con los clientes es la segunda fuente más crítica pues supone un 23% del coste esperado anual total del análisis global. Se han analizado 4 eventos disruptivos de los 9 que presenta SATIER. De los 4 eventos disruptivos analizados, el más crítico es el C5 (falta de innovación para satisfacer las necesidades del cliente) pues supone un 69% del coste esperado anual total de la fuente de disrupción de clientes, seguido, ya de lejos, por el evento disruptivo C4 (problemas financieros de nuestros clientes) que tan sólo representa un 14%. El evento disruptivo C3 (uno de nuestros clientes clave cambia de fabricante), era el más costoso según el cuestionario de autoevaluación de SATIER, sin embargo su probabilidad de ocurrencia es baja y por ello, C_i disminuye considerablemente. Finalmente, el evento disruptivo C7 (nuestros clientes requieren de tiempos de entrega cada vez más exigentes) es muy probable, pero su coste esperado anual tan solo supone un 6% del coste esperado anual total de la fuente de disrupción de clientes.

c) Distribución

La fuente de disrupción relacionada con aspectos de distribución no es una fuente crítica para la empresa, debido a que tan sólo analiza un evento disruptivo de los 6 eventos que posee SATIER predefinidos y además es la que presenta el menor coste esperado anual de la totalidad de las fuentes de disrupción analizadas. El bajo índice de elección de eventos disruptivos para su análisis, es debido a que la empresa no considera los eventos disruptivos relacionados con la distribución como críticos y la búsqueda de información para cumplimentar la herramienta le supone un gran esfuerzo.

El coste esperado anual del evento disruptivo analizado D1 (capacidad limitada de la distribución) no presenta un coste elevado en términos absolutos en comparación con otros eventos disruptivos de otras fuentes de disrupción y su probabilidad de ocurrencia y severidad son muy baja y baja, respectivamente, por tanto, aunque la empresa presenta interés en analizar dicho evento disruptivo, su criticidad no es clave.

d) Energéticos

La fuente de disrupción relacionada con aspectos energéticos supone un 1,20% sobre el coste esperado anual total del análisis global realizado por la PYME textil, con lo cual su coste no es excesivamente crítico para la empresa, aunque cabe destacar que el evento disruptivo E1 (interrupción en el suministro de agua, gas, electricidad,...) presenta una severidad muy alta, ya que ante un corte en el suministro eléctrico (aunque sea un microcorte) las empresas textiles (más concretamente las hilaturas) precisan de numerosas horas para restablecer de nuevo la producción debido a la configuración de la maquinaria. Sin embargo, para este tipo de evento, la empresa estima que la probabilidad de ocurrencia actualmente es baja. Por otro lado, según la empresa, el evento disruptivo E2 (aumento en los precios de los suministros de agua, gas, electricidad...) aunque no supone un gran coste esperado anual, es muy común que ocurra.

e) Entorno

La fuente de disrupción relacionada con los eventos disruptivos del entorno es la más crítica pues supone el mayor coste esperado anual de todo el análisis (55% sobre el coste esperado anual total). La empresa presenta interés en el análisis de 6 eventos disruptivos de los 11 que la herramienta SATIER presenta predefinidos. El evento disruptivo ET6 (nuestras instalaciones están expuestas a desastres naturales graves) es el que presenta un mayor coste si aconteciese, sin embargo presenta una probabilidad de ocurrencia muy baja, y por lo tanto su coste esperado anual, disminuye bruscamente, siendo ET3 (entrada de nuevos competidores de países emergentes) y ET2 (aumento de la competencia) los eventos disruptivos más críticos, por encima incluso del ET6, pues sus costes esperados anuales son muy elevados.

Los tres eventos disruptivos restantes analizados por la empresa textil son: ET1 (fuego), ET5 (las instalaciones de nuestros proveedores están expuestas a desastres naturales graves) y ET11 (sabotaje, robos, vandalismo, secuestro y extorsión) que tan sólo representan un 2,8% del coste esperado anual de la totalidad de los eventos disruptivos de la fuente de disrupción relacionada con aspectos del entorno.

f) Financieras

Los eventos disruptivos relacionados con aspectos financieros presentan una probabilidad de ocurrencia entre baja y media y unos costes esperados medios relativamente bajos. El evento disruptivo que presenta el mayor coste esperado medio de la fuente de disrupción de aspectos financieros es el evento F4

(problemas de liquidez) cuyo coste asciende a 1.299€, que supone un 0,66% de la totalidad de los costes esperados anuales del análisis de la empresa textil. El evento disruptivo F1 (acceso restringido a crédito) posee un coste esperado anual muy similar al F4, mientras que el evento disruptivo F2 (cambios en las tasas de interés) apenas es costoso para la empresa si acontece.

g) Gestión de inventarios

La fuente de disrupción de gestión de inventarios es la tercera con el menor coste esperado anual de la totalidad de fuentes de disrupción analizadas. La empresa textil trabaja según la estrategia de cumplimentación de pedidos de fabricación bajo pedido (*Make-to-Order*, MTO), lo que hace que la empresa apenas tenga inventario en sus instalaciones y por lo tanto, muchos de los eventos disruptivos predefinidos en la herramienta SATIER no le aplican o bien la empresa no presenta interés en los mismos. No obstante, de los 7 eventos relacionados con aspectos de inventarios predefinidos en SATIER, la empresa decide analizar 2 eventos, I2 (pérdidas de tiempo en la gestión de inventarios por desconfianza del sistema) e I3 (rotura de los equipos de mantenimiento). En el primer caso, la gestión de inventarios se centra específicamente en la gestión de inventarios de materias primas de pedidos ya finalizados y posee un coste esperado anual ínfimo. En el segundo caso, el coste esperado anual de dicho evento es todavía menor que el coste del evento disruptivo I2.

h) Legislación

Del mismo modo que en el caso de la fuente de disrupción de gestión de inventarios, la fuente de aspectos legislativos es la segunda menos crítica atendiendo a los costes esperados anuales de los eventos disruptivos. Los 2 eventos disruptivos analizados L2 (cambios en la legislación que impliquen modificaciones en nuestros procesos) e L3 (cambios en la legislación que impliquen modificaciones en nuestros productos) presentan una probabilidad de ocurrencia baja y muy baja respectivamente, junto con una severidad baja, y por ello, sus costes esperados anuales son inapreciables. El tercer evento disruptivo L1 (legislación nueva y más restrictiva sobre importaciones/exportaciones) no es analizado por la empresa, ya que no aplica, pues la empresa tan solo opera a nivel regional y nacional.

i) Producción

Los aspectos relacionados con la producción de bienes son la tercera fuente de disrupción más importante según el coste esperado anual de los eventos disruptivos analizados. La empresa selecciona 6 eventos disruptivos de los 9 que ofrece la herramienta SATIER. El evento disruptivo P2 (rotura/fallos de máquinas y/o equipos clave) es el que presenta un mayor coste esperado anual seguido del evento P9 (repentina y fuerte competición en precios de nuestros productos) e el evento P6 (producción de productos defectuosos o de mala calidad). Para poder comparar la magnitud de los costes de los eventos disruptivos restantes analizados, P1 (cambios limitantes en la capacidad de producción), P4 (operaciones de producción que se vuelven cada vez más complejas) e P7 (entrega de productos defectuosos a nuestros clientes), la suma de los costes esperados anuales de estos tres últimos eventos disruptivos es menor que el coste esperado anual del evento disruptivo P6. Además, señalar que la probabilidad de ocurrencia de los eventos disruptivos P4 e P7 es muy baja, por lo tanto, si en la solución óptima aparecen acciones preventivas que mejoren la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial de dichos eventos, deberán atacar a la severidad de los mismos, pues su probabilidad ya está situada en el rango más inferior.

j) Sociales

La fuente de disrupción de aspectos sociales, es la fuente en la que mayor número de eventos disruptivos se han analizado. Sin embargo, los costes esperados anuales de los mismos tan sólo representan un 1,13% de la totalidad de los costes esperados anuales de los eventos disruptivos analizados. Esto es debido a que la mayoría de los eventos disruptivos analizados: S1 (absentismo), S2 (huelgas), S5 (errores graves del personal en las operaciones de la empresa) e S7 (personal clave que abandona la empresa), tienen una probabilidad de ocurrencia muy baja, y por tanto, los costes C_i se vuelven muy pequeños. En el resto de eventos disruptivos analizados: S3 (cambios en la cultura organizacional de la empresa), S4 (pandemia que afecta al personal de nuestra empresa) e S6 (ambiente hostil en la empresa), la probabilidad de ocurrencia aumenta de muy baja a baja. Sin embargo, pese a esta diferencia, los costes esperados anuales siguen siendo triviales en comparación a otros eventos disruptivos de otras fuentes de disrupción.

k) Tecnología

En la fuente de disrupción de aspectos tecnológicos, la empresa analiza el 100% de los eventos que ofrece SATIER. El evento disruptivo que presenta un mayor coste esperado anual es el TEC2 (salto tecnológico de nuestros competidores) seguido por el evento TEC1 (falta de infraestructura tecnológica para apoyar las necesidades del negocio). La suma de los costes esperados anuales de los 4 eventos disruptivos

restantes: TEC3 (delito informático), TEC4 (fallos de comunicación internos y/o con clientes y/o proveedores), TEC5 (fallos imprevistos en nuestras aplicaciones software) y TEC6 (obsolescencia de nuestros equipos y sistemas informáticos) representan el 35% del coste esperado total de los eventos disruptivos de la fuente de disrupción de tecnología, representando ésta un 1'90% del coste esperado anual del análisis total de los eventos disruptivos analizados.

Análisis del Estado Futuro

Para la mejora de la capacidad de preparación ante eventos disruptivos, la herramienta SATIER proporciona la indicación de qué acciones preventivas activar para mejorar la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial. Para ello, se calcula CD_i como la diferencia entre C_i que es el coste esperado anual del evento disruptivo i y la variable A_i , que es el ahorro que se produce tras haber implementado las acciones preventivas. El análisis del estado futuro también tiene en cuenta el coste de las acciones preventivas (C_j) activadas (E_j) según el modelo matemático de programación lineal entera mixta (MILP – *Mixed Integer Linear Programming*).

La empresa estima que destinará 25.000€ anuales de inversión para mejorar su capacidad de resiliencia y el MILP obtiene la solución óptima en la cual implementa 39 acciones preventivas. Para 8 eventos disruptivos, activa dos acciones preventivas y tan sólo para un evento disruptivo aplica tres acciones preventivas. De los 9 eventos disruptivos anteriores, la activación de más de 1 acción preventiva es debida al hecho de que la misma acción preventiva también aplica a varios eventos disruptivos y es activada en uno de ellos, con lo cual automáticamente también es activada en el resto de los eventos disruptivos con los que tiene relación ($R_{ij}=1$), lo cual supone un gran ahorro en la inversión necesaria para mejorar la capacidad de resiliencia ya que con el mismo coste (C_j), varios eventos disruptivos se benefician de la implementación de la acción preventiva. Tan sólo en 2 de los eventos disruptivos, las acciones preventivas activadas son diferentes y tan sólo aplican a dicho evento.

En los casos en que el número de acciones preventivas es mayor a 1 se debe minorar el ahorro que supone la implementación conjunta de varias acciones, a través del algoritmo de optimización iterativo desarrollado hasta que dos soluciones consecutivas resulten iguales. En este caso, se precisa de 3 iteraciones hasta llegar a la solución óptima.

La Figura 7.4 muestra la situación de las fuentes de disrupción, tras haber activado las acciones preventivas indicadas en la solución óptima.

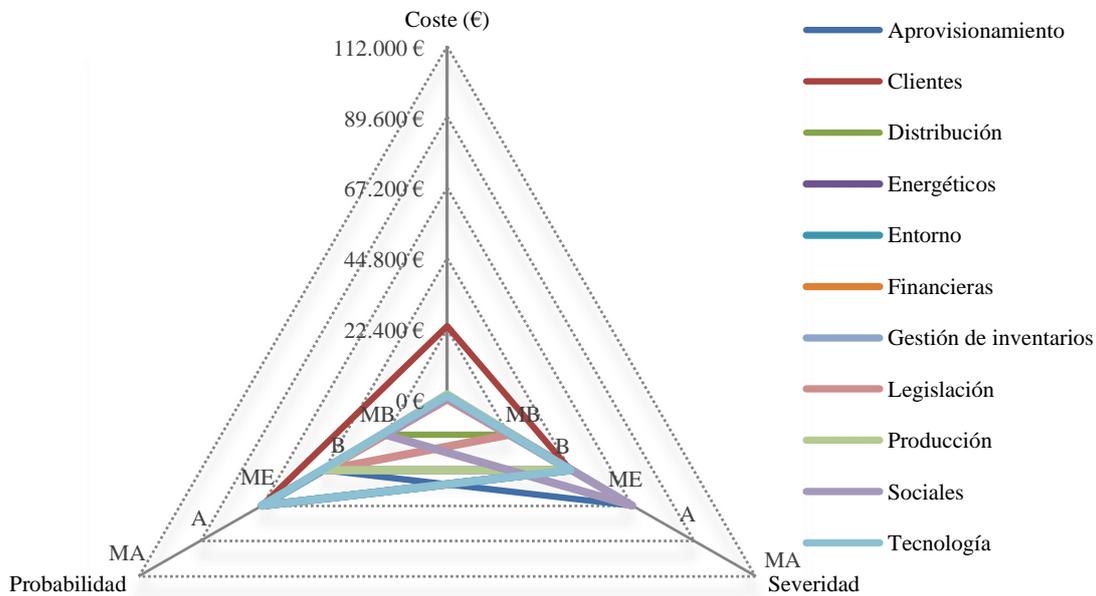


Figura 7.4. Situación futura (TO BE) de la empresa en cuanto a su capacidad de preparación de la resiliencia empresarial.

La Tabla 7.6 muestra qué acciones preventivas activar y sobre qué eventos disruptivos. Además, también ofrece información acerca del coste esperado anual de los eventos disruptivos i tras haber implementado las acciones preventivas j (CD_i). Estos nuevos costes CD_i son los que se utilizan para el cálculo del índice de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial en la situación TO BE ($I_PRE_{TO\ BE}$).

Tabla 7.6. CD_i de los eventos disruptivos de la solución óptima proporcionada por el MILP.

#Dis	#Acc	CD_i	#Dis	#Acc	CD_i
A1	A1.5, A2.3, A4.4	243 €	F4	F1.2, F4.4	198 €
A2	A1.5, A2.3, A4.4	98 €	I2	I2.7	132 €
	A2.1, A4.2, A7.3, ET5.3, P9.2		I3	I3.3, P2.4,	53 €
	A2.2			I3.4, P2.7	
A4	A1.5, A2.3, A4.4	340 €	L2	L2.4	29 €
	A2.1, A4.2, A7.3, ET5.3, P9.2		L3	L3.6	20 €
A5	A5.1, A6.2	544 €	P1	P1.8	15 €
A6	A5.1, A6.2	91 €	P2	I3.3, P2.4,	0 €
A7	A2.1, A4.2, A7.3, ET5.3, P9.2	396 €		I3.4, P2.7	
C3	C3.3	1.521 €	P4	P4.4, S7.3	119 €
C4	C4.2	0 €	P6	P6.3, P7.2	19 €
	C4.3		P7	P6.3, P7.2	15 €
C5	C5.2	21.650 €	P9	A2.1, A4.2, A7.3, ET5.3,	1.439 €
C7	C7.5	114 €		P9.2	
D1	D1.3	39 €	ET2	ET2.1, P9.1	0 €
E1	E1.5	147 €		ET2.4, ET3.3	
E2	E2.4	381 €	ET3	ET2.4, ET3.3	0 €
ET1	ET1.2	461 €	ET3.2		
ET2	ET2.1, P9.1	0 €	ET5	A2.1, A4.2, A7.3, ET5.3, P9.2	356 €
ET3	ET2.4, ET3.3		0 €	ET6	ET6.6
ET5	A2.1, A4.2, A7.3, ET5.3, P9.2	ET6.7			
ET6	ET6.6	0 €	ET11	ET11.4	194 €
ET11	ET11.4		194 €	F1	F1.2, F4.4
F1	F1.2, F4.4	208 €	F2	F2.1	154 €
F2	F2.1	154 €	S1	S1.3	15 €
S1	S1.3	15 €	S2	S2.4, S3.2	135 €
S2	S2.4, S3.2	135 €	S3	S2.4, S3.2	99 €
S3	S2.4, S3.2	99 €	S4	S4.5	82 €
S4	S4.5	82 €	S5	S5.6	54 €
S5	S5.6	54 €	S6	S6.11	102 €
S6	S6.11	102 €	S7	P4.4, S7.3	204 €
S7	P4.4, S7.3	204 €	TEC1	TEC1.1	241 €
TEC1	TEC1.1	241 €	TEC2	TEC2.1	725 €
TEC2	TEC2.1	725 €	TEC3	TEC3.7, TEC5.7	24 €
TEC3	TEC3.7, TEC5.7	24 €	TEC4	TEC4.4	66 €
TEC4	TEC4.4	66 €	TEC5	TEC3.7, TEC5.7	89 €
TEC5	TEC3.7, TEC5.7	89 €	TEC6	TEC6.5	109 €
TEC6	TEC6.5	109 €			

Tal y como se observa en la Tabla 7.6, las fuentes de interrupción de aprovisionamiento, entorno junto con la gestión de inventarios son las que más acciones preventivas son activadas por evento disruptivo para minimizar los efectos negativos de los mismos. Le sigue la fuente de interrupción de producción y en tercer lugar, se sitúa la fuente de interrupción relacionada con los clientes. Tal y como se mostró durante el análisis de la situación AS IS, las fuentes de interrupción más críticas en función del coste C_i eran entorno, clientes, producción y aprovisionamiento que coinciden con las fuentes de interrupción sobre las cuales mayor cantidad de acciones preventivas se activan. La única fuente de interrupción, sobre la que se activa un ratio de acciones preventivas elevado, que no fue clasificado, según su coste C_i en el análisis del estado AS IS de la capacidad de preparación como crítico, es la fuente de interrupción relacionada con la gestión de inventarios. La elevada activación de acciones preventivas puede ser debida a que, pese a que el coste esperado anual de los eventos disruptivos relacionados con la gestión de inventarios es pequeño, las acciones preventivas propuestas parecen ser muy efectivas y por ello su activación masiva. También conviene destacar que varias de las acciones preventivas activadas también aplican a eventos disruptivos relacionados con la fuente de interrupción de producción, fuente considerada como crítica en el análisis AS IS de la capacidad de preparación, y por lo tanto la activación de gran cantidad de acciones preventivas en la gestión de inventarios puede ser debida a la igualdad de acciones preventivas que aplican a diferentes eventos disruptivos de ambas fuentes de interrupción.

A continuación se muestra una visión general de cómo han mejorado los costes esperados anuales de cada una de las fuentes de disrupción gracias a la activación de las acciones preventivas óptima obtenidas a través del modelo MILP.

a) Aprovisionamiento

En la fuente de disrupción de aprovisionamiento, en la cual se analizan 6 eventos disruptivos, se activan 4 acciones preventivas que aplican a los 6 eventos disruptivos, pues 3 de las 4 acciones preventivas, presentan la propiedad de igualdad. Por ejemplo, la acción preventiva A1.5, A2.3, A4.4 (implementación de sistemas de seguimiento constante de los proveedores/materiales) que es activada, aplica a los eventos disruptivos A1 (mala calidad de las materias primas o componentes aprovisionados), A2 (cambios limitantes en la capacidad de los proveedores) y A4 (retraso en el aprovisionamiento de materias primas o componentes), por lo tanto con el mismo coste de implementación de la acción C_j se benefician todos los eventos disruptivos a los que aplica.

b) Clientes.

La PYME textil analiza 4 eventos disruptivos, y para alcanzar una eficiente transición del estado AS IS al TO BE en cuanto a su capacidad de preparación, debería implementar, según la solución óptima obtenida a través del MILP, 5 acciones preventivas, una por cada evento disruptivo analizado a excepción del evento disruptivo C4 (problemas financieros de nuestros clientes) en el cual se activan dos acciones preventivas C4.2 (definición de estrategias de negociación y re-negociación de las condiciones de pago) y C4.3 (definición de un procedimiento de comprobación del riesgo de los clientes). En este último caso, se reduce el coste esperado anual del evento disruptivo C4 a cero, lo cual significa que la combinación de la implementación de ambas acciones preventivas es óptima para mejorar de manera sobresaliente la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial.

En esta fuente de disrupción, se encuentra el evento disruptivo que más coste esperado anual presenta después de haber activado las acciones preventivas. Dicho evento es el evento C5 (falta de innovación para satisfacer las necesidades del cliente). A través del cuestionario de autoevaluación, la PYME textil mostró su interés en 3 acciones preventivas que aplican a dicho evento: C5.2 con un coste de 1.500€, C5.3 y C5.4 con los costes de 20.000€ y 22.000€ respectivamente. El MILP activa la acción preventiva C5.2 que hace disminuir la probabilidad un rango y mantiene la severidad en el mismo nivel. Las otras dos acciones (C5.3 y C5.4) son más eficientes, en el sentido que disminuyen la probabilidad y severidad del evento disruptivo considerablemente, pero son mucho más costosas, pues su coste está cercano a la inversión en resiliencia que la PYME textil está dispuesta a realizar para mejorar su capacidad resiliente. Por ello, en el informe que se le proporciona a la empresa, se recomienda que analice cuidadosamente dicho evento, pues destaca por su coste CD_i , y que analice la posibilidad de definir otras acciones preventivas eficientes y cuyo coste no suponga una barrera para la PYME textil.

El evento C3 (uno de nuestros clientes clave cambia de fabricante) también es considerado como crítico, pues es el evento por detrás del C5 que mayor coste esperado anual supone tras la implementación de acciones preventivas, aunque si bien es cierto que el montante del coste anual esperado del evento C3 en comparación con el evento disruptivo C5 es un 93% menor.

c) Distribución.

La fuente de disrupción de aspectos relacionados con la distribución de la empresa, según el análisis del estado AS IS, es la menos crítica pues representa el menor coste anual esperado. A la PYME textil, tan sólo le interesa analizar un evento disruptivo, que es el D1 (capacidad limitada de la distribución). Pese a no ser una prioridad, la solución óptima activa una acción preventiva, la D1.3 que consiste en subcontratar la capacidad de distribución a agentes logísticos externos para hacer frente a las limitaciones.

d) Energéticos

En la fuente de disrupción de eventos energéticos, la solución activa dos acciones preventivas, una para cada evento analizado. En el caso del evento disruptivo E1 (interrupción en el suministro de agua, gas, electricidad, ...), la implementación de la acción E1.5 (negociación con los proveedores energéticos acerca de cláusulas de penalización en caso de interrupciones del suministro energético) le supone a la empresa una disminución del coste anual esperado del evento C_i del 86%, con lo cual, la medida de preparación en forma de acción preventiva, parece ser muy efectiva, mientras que en el caso de evento disruptivo E2 (aumento en los precios de los suministros de agua, gas, electricidad...), la implementación de la acción preventiva E2.4 (seguimiento constante de la evolución del precio de los suministros energéticos) reduce el coste anual esperado inicial del evento en un 77%, reducción también muy significativa.

e) Entorno

La fuente de disrupción de aspectos relacionados con el entorno es la más importante tal y como se expuso en el análisis del estado AS IS, según el coste esperado anual de los eventos disruptivos, pero también es la fuente que más reduce su coste esperado anual tras la implementación de las acciones preventivas óptimas. La PYME textil analiza 6 eventos disruptivos, en 3 de los cuales se activan 2 acciones preventivas, mientras que en los otros 3 eventos, tan sólo se activa una acción preventiva. Los 3 eventos disruptivos más costosos de los 6 eventos analizados son ET3 (entrada de nuevos competidores de países emergentes), ET2 (aumento de la competencia) y ET6 (nuestras instalaciones están expuestas a desastres naturales graves). El coste C_i del evento ET3 es el doble que el del ET2 y lo mismo ocurre entre el coste ET2 y ET6, pues el del ET2 es un poco inferior al doble del ET6. Para el caso del ET3, se aplican las acciones preventivas ET3.2 (definición de estrategias de fidelización de clientes) y ET2.4, ET3.3 (definición de políticas de diferenciación), que también es aplicada al evento ET2 junto con la acción ET2.1, P9.1 (análisis periódico de la competencia). La activación de dichas acciones, origina que la mejora en la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial ante dichos eventos disruptivos sea básicamente total. En el caso del evento disruptivo ET6, la solución propuesta, activa las acciones ET6.6 (mantenimiento de las instalaciones y los accesos en perfecto estado) y ET6.7 (aseguramiento de las medidas de seguridad: disponibilidad de cascos, chalecos reflectantes...), mediante las cuales, el coste CD_i tras su activación se ve reducido de forma óptima.

f) Financieras

En la fuente de disrupción de aspectos financieros, la PYME textil analiza 3 eventos disruptivos de los 4 que ofrece SATIER y la solución del MILP activa 2 acciones preventivas, una de las cuales aplica a 2 de los 3 eventos disruptivos. La acción preventiva F1.2, F4.4 (estudio sobre la viabilidad de recurrir a instrumentos de financiación de la cadena de suministro) se activa tanto en el evento disruptivo F1 (acceso restringido a crédito) como en el F4 (problemas de liquidez). Mientras que en el evento disruptivo F2 (cambios en las tasa de interés), se activa la acción F2.1 (estudio de la conveniencia de apostar por productos con una tasa fija de interés). La activación de dichas acciones de preventivas, supone una disminución del coste C_i del 79%.

g) Gestión de inventarios

La PYME textil analiza dos eventos disruptivos relacionados con la gestión de inventarios I2 (pérdidas de tiempo en la gestión de inventarios por desconfianza del sistema) e I3 (rotura de los equipos de manutención). En esta fuente de disrupción se activan 3 acciones preventivas, una para el evento disruptivo I2, y se trata de la acción preventiva I2.7 (implementación de procedimientos robustos de registro de entradas-salidas al almacén) y dos acciones preventivas I3.3, P2.4 (mantenimiento preventivo total) y I3.4, P2.7 (servicio técnico próximo o con garantías de respuesta en el plazo requerido) para el evento I3. El evento I3, no es un evento crítico, tal y como se expuso en el estado AS IS de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial. Por eso, se presume que la activación de las dos acciones preventivas anteriores no es debida a la criticidad del evento I3, sino más bien a la importancia del evento P2, pues ambas acciones preventivas también aplican al evento disruptivo de la fuente de disrupción de producción.

h) Legislación

La fuente de disrupción de aspectos legislativos es la segunda fuente menos crítica. En esta fuente de disrupción se analizan 2 eventos disruptivos, el evento L2 (cambios en la legislación que impliquen modificaciones en nuestros procesos) y el L3, que fundamentalmente es el mismo evento, pero en vez de afectar a los procesos de la empresa, se focaliza más en los productos. Sobre los eventos disruptivos anteriores, se activan 2 acciones preventivas, la L2.4 (definición e implementación de protocolos formales de actuación ante nueva legislación que afecte a nuestros procesos) para el primero de los eventos, y la L3.6 (implementación de sistemas de seguimiento constante de la normativa/legislación que potencialmente puede afectar a nuestros productos) para minimizar los efectos negativos del evento disruptivo L3.

i) Producción

La fuente de disrupción de producción ocupa el tercer puesto en cuanto a criticidad, basándose tanto en el C_i global como en el coste promedio por número de eventos disruptivos de la fuente de producción. La PYME textil analiza 6 eventos disruptivos sobre los cuales se activan 8 acciones preventivas, presentando todas ellas, a excepción de una, la condición de igualdad y por lo tanto su activación no sólo aplica a un evento disruptivo, sino que otros eventos disruptivos pueden beneficiarse de su implementación. Para el evento disruptivo P1 (cambios limitantes en la capacidad de producción), se activa la acción preventiva

P1.8 (subcontratación). En el evento disruptivo P2 (rotura/fallos de máquinas y/o equipos clave), se activan las acciones I3.3, P2.4 (mantenimiento preventivo total) y I3.4, P2.7 (servicio técnico próximo o con garantías de respuesta en el plazo requerido), que tal y como se expuso anteriormente, también aplican a la fuente de disrupción de gestión de inventarios. La acción preventiva P4.4, S7.3 (definición de tareas, roles y responsabilidades de forma clara y concisa), que también aplica a la fuente de disrupción de aspectos sociales, más concretamente el evento disruptivo S7 (personal clave que abandona la empresa), es activada para minimizar los efectos negativos del evento disruptivo P4 (operaciones de producción que se vuelven cada vez más complejas).

La activación de la acción preventiva P6.3, P7.2 (control de calidad en cada punto de la producción) actúa sobre los eventos disruptivos P6 (producción de productos defectuosos o de mala calidad) y P7 (entrega de productos defectuosos a nuestros clientes), con lo cual, con tan solo un coste de implementación, ambos eventos disruptivos se benefician de su activación. Finalmente, para el evento disruptivo P9 (repentina y fuerte competición en precios de nuestros productos), se activan dos acciones preventivas, A2.1, A4.2, A7.3, ET5.3, P9.2 (búsqueda de proveedores alternativos) y ET2.1, P9.1 (análisis periódico de la competencia) que también aplican a otras fuentes de disrupción. Este último evento disruptivo presenta un *CD*_i elevado, de hecho es el tercer coste más elevado, siendo el P9 considerado como crítico también, después de la activación de las acciones preventivas.

j) Sociales

La fuente de disrupción relacionada con aspectos sociales, es la fuente en la que más eventos disruptivos se han analizado. Sin embargo, pese al interés de la PYME textil por dicha fuente de disrupción, los aspectos sociales ocupan la cuarta posición a la cola, en cuanto a criticidad se refiere. Para cada evento disruptivo se activa una acción preventiva. En algunos casos como por ejemplo para los eventos disruptivos S1 (absentismo), S4 (pandemia que afecta al personal de nuestra empresa), S5 (errores graves del personal en las operaciones de la empresa) y S6 (ambiente hostil en la empresa), se activan las siguientes acciones preventivas S1.3 (implementar cambios en las políticas de gestión de recursos humanos para involucrar más a los trabajadores y sus opiniones), S4.5 (implementación de políticas de prevención de riesgos laborales/accidentes laborales), S5.6 (supervisión detallada de las actividades realizadas) y S6.11 (implementación de un buzón de sugerencias/quejas) respectivamente, que solo aplican a dichos eventos disruptivos.

Para los eventos disruptivos S2 (huelgas) y S3 (cambios en la cultura organizacional de la empresa), se activa la acción preventiva S2.4, S3.2 (definición e implementación de estrategias de fomento de la cultura organizacional de la empresa y su bienestar) que aplica a ambos eventos. Finalmente, para el evento disruptivo S7 (personal clave que abandona la empresa), la solución del MILP, activa la acción preventiva P4.4, S7.3 (definición de tareas, roles y responsabilidades de forma clara y concisa) que también aplica al evento disruptivo P4 (operaciones de producción que se vuelven cada vez más complejas) de la fuente de disrupción de producción.

k) Tecnología

En la fuente de disrupción de tecnología, la PYME textil analiza 6 eventos disruptivos y el MILP implementa 5 acciones preventivas para minimizar los efectos negativos de dichos eventos. En el caso de los aspectos tecnológicos, las acciones preventivas son muy específicas para solventar problemas muy particulares, por ello sus acciones preventivas tan sólo aplican a la fuente de disrupción tecnológica, aunque también se presenta la condición de igualdad de las acciones preventivas dentro de la misma fuente tecnológica. Para los eventos disruptivos, TEC1 (falta de infraestructura tecnológica para apoyar las necesidades del negocio), TEC2 (salto tecnológico de nuestros competidores), TEC4 (fallos de comunicación internos y/o con clientes y/o proveedores) y TEC6 (obsolescencia de nuestros equipos y sistemas informáticos), la solución del MILP activa TEC1.1 (análisis de las necesidades tecnológicas de la empresa para definir los nuevos requerimientos), TEC2.1 (benchmarking), TEC4.4 (definición y establecimiento de políticas de capacitación y formación del capital humano en TICs) y TEC6.5 (mantenimiento preventivo total de los equipos TIC), respectivamente. En el caso de los eventos disruptivos TEC3 (delito informático) y TEC5 (fallos imprevistos en nuestras aplicaciones software), la activación de la acción preventiva TEC3.7, TEC5.7 (realización de copias de seguridad periódicas) aplica a ambos eventos y mejora su capacidad de preparación.

Análisis Comparativo de la Situación AS IS y TO BE de la Capacidad de Preparación de la Resiliencia Empresarial

En el análisis AS IS de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial, se concluyó que las fuentes de disrupción más críticas basándose en el coste esperado anual (C_i) de los eventos disruptivos

analizados, eran entorno, clientes, producción y aprovisionamiento. Tras la activación de las acciones preventivas, los costes de los eventos esperados anuales de los eventos disruptivos (CD_i) disminuyen considerablemente, pues la empresa mejora su capacidad de preparación. Las fuentes de disrupción que experimentan una mayor reducción en la diferencia de coste esperado anual entre la situación AS IS y TO BE son, ordenadas de mayor a menor reducción de coste, las fuentes de disrupción de entorno, producción, legislación y distribución respectivamente. Se puede observar por tanto, que dos de las fuentes de disrupción clasificadas como críticas en el análisis AS IS de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial (entorno y producción) son las que presentan una mayor reducción del coste esperado anual, al implementar las acciones preventivas, mientras que las fuentes de disrupción de clientes y aprovisionamiento no se encuentran en las primeras posiciones en la reducción del coste CD_i , siendo más acentuada la escasa reducción del coste en la fuente de disrupción de clientes. Este hecho puede ser debido a que la PYME textil no valora las acciones preventivas referentes a la fuente de disrupción clientes de forma tan eficiente como las acciones preventivas de otras fuentes de disrupción como legislación y distribución. Además, destacar que el evento disruptivo C5 (falta de innovación para satisfacer las necesidades del cliente) es el que supone un mayor coste esperado anual después de la activación de las acciones preventivas, tal y como se expuso en la fuente disrupción de clientes. No obstante cabe destacar que la implementación de las acciones preventivas de la fuente de disrupción relativa a los clientes supone una reducción del 49% respecto al coste esperado anual C_i .

A continuación, se muestra de forma gráfica (Figuras 7.5 – 7.15) , por cada fuente de disrupción, cual es la situación AS IS y cuál sería la situación TO BE atendiendo a la probabilidad de ocurrencia, la severidad de los eventos disruptivos y al coste esperado anual C_i (estado AS IS) y CD_i (TO BE) de los mismos. Las diferencias entre la situación AS IS y TO BE, hacen mejorar la capacidad de preparación, y por lo tanto, hacen prosperar la capacidad de resiliencia empresarial.

Aprovisionamiento

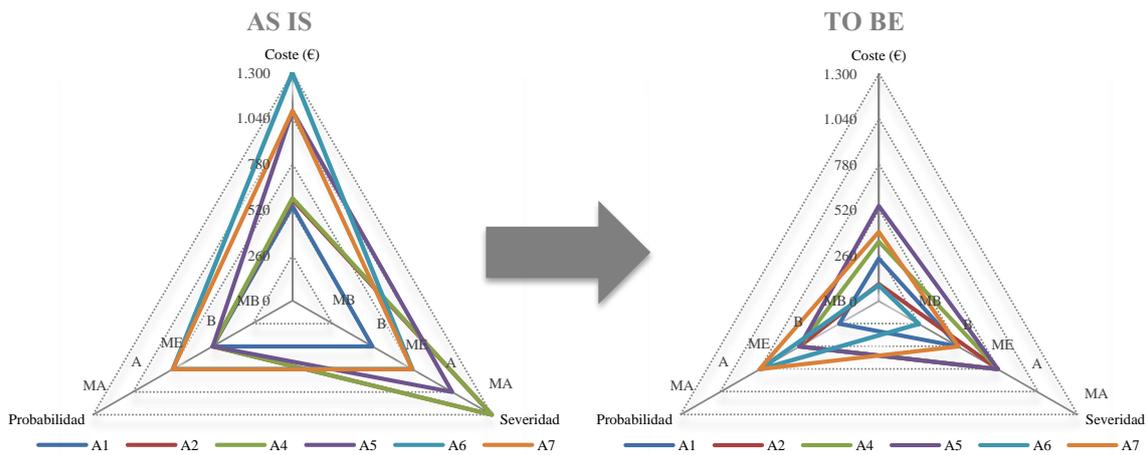


Figura 7.5. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de aprovisionamiento.

Clientes

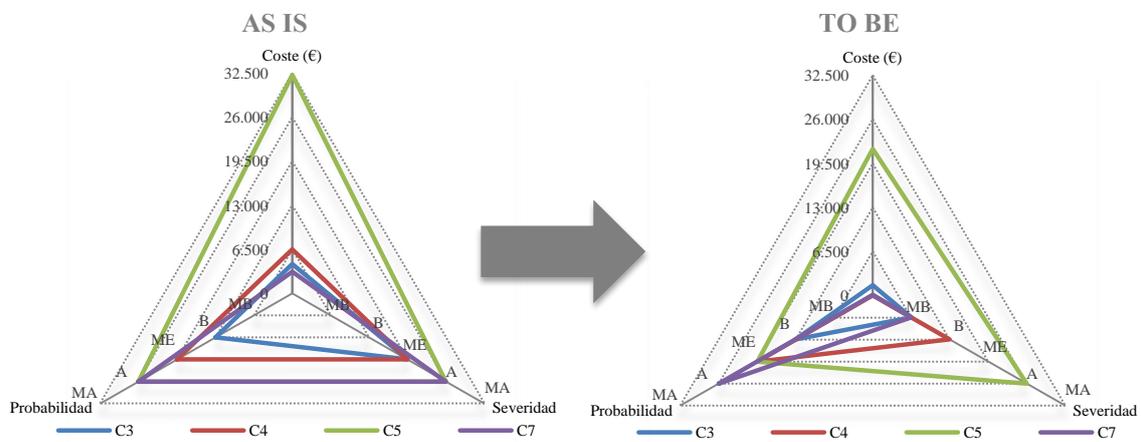


Figura 7.6. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de disrupción de clientes.

Distribución

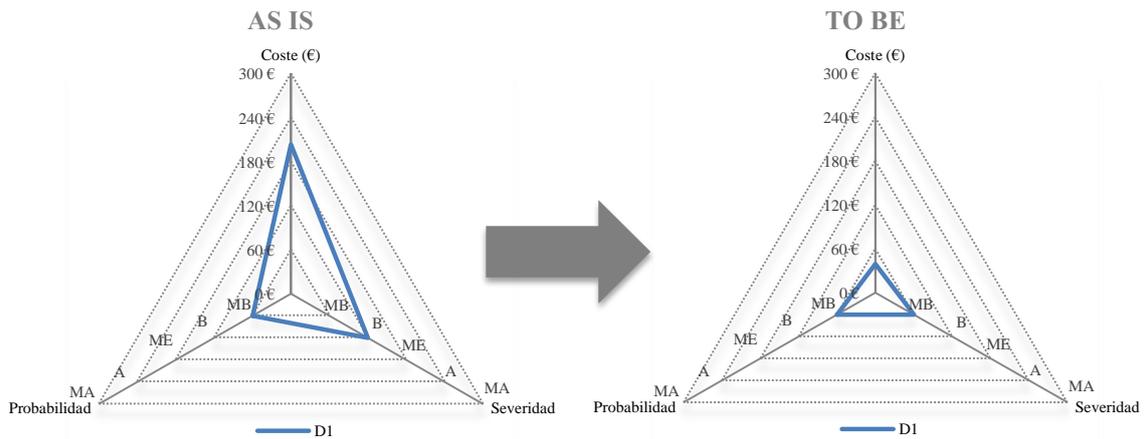


Figura 7.7. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de interrupción de distribución.

Energéticos

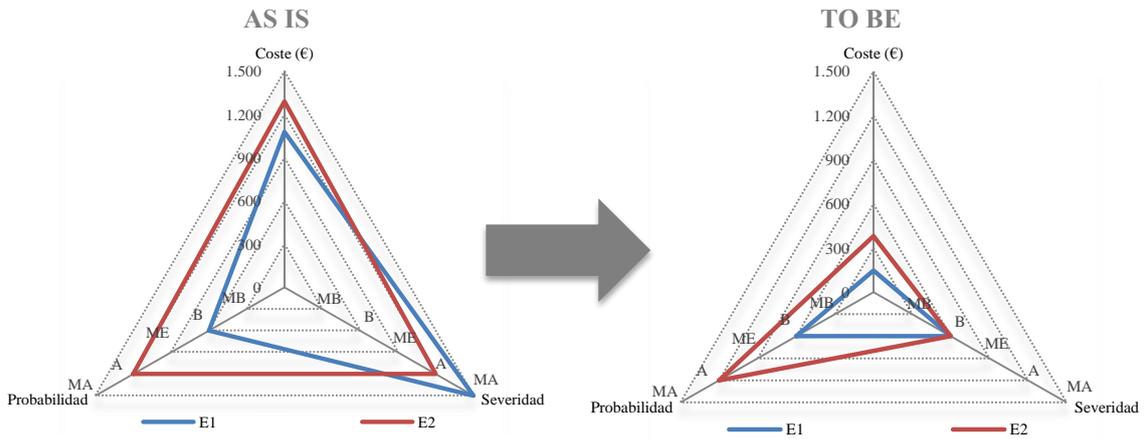


Figura 7.8. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de interrupción de eventos energéticos.

Entorno

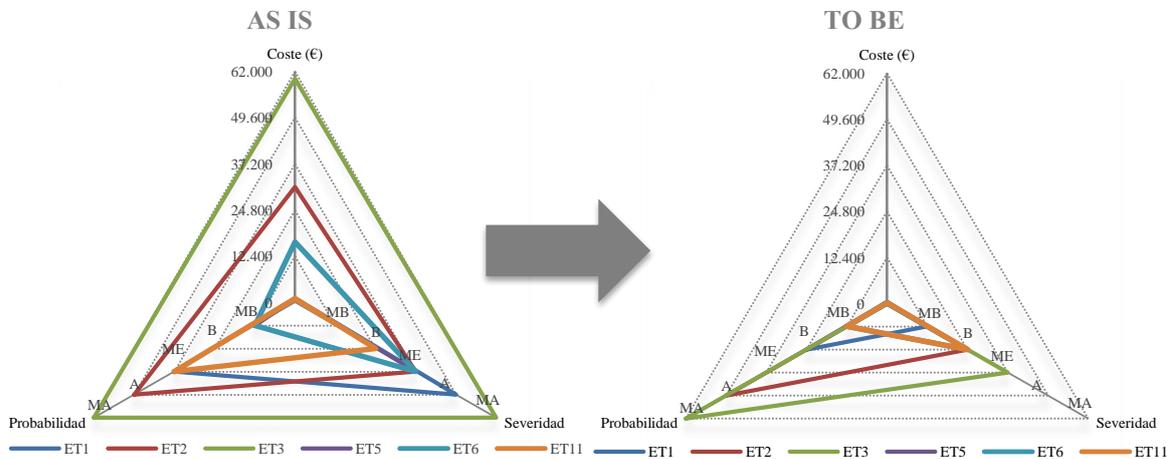


Figura 7.9. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de interrupción de eventos del entorno.

Financieros

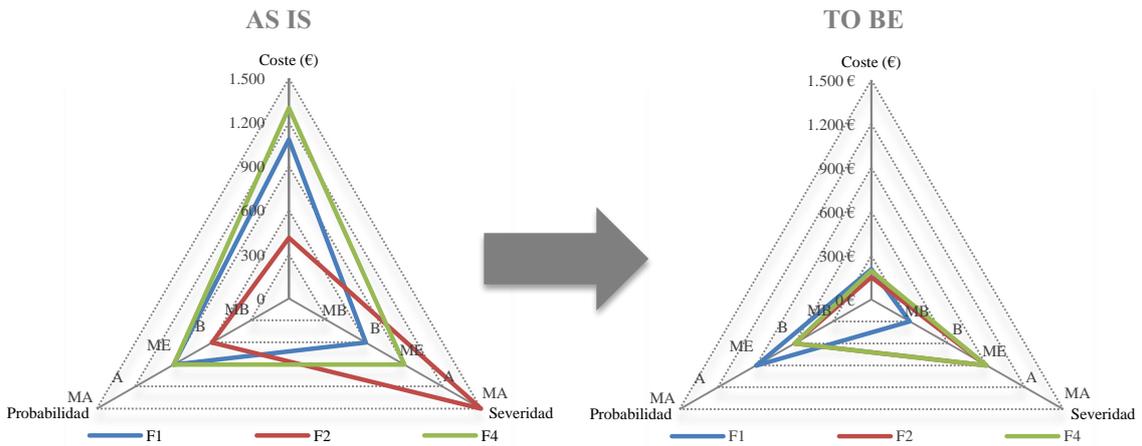


Figura 7.10. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de interrupción de eventos financieros.

Gestión de inventarios

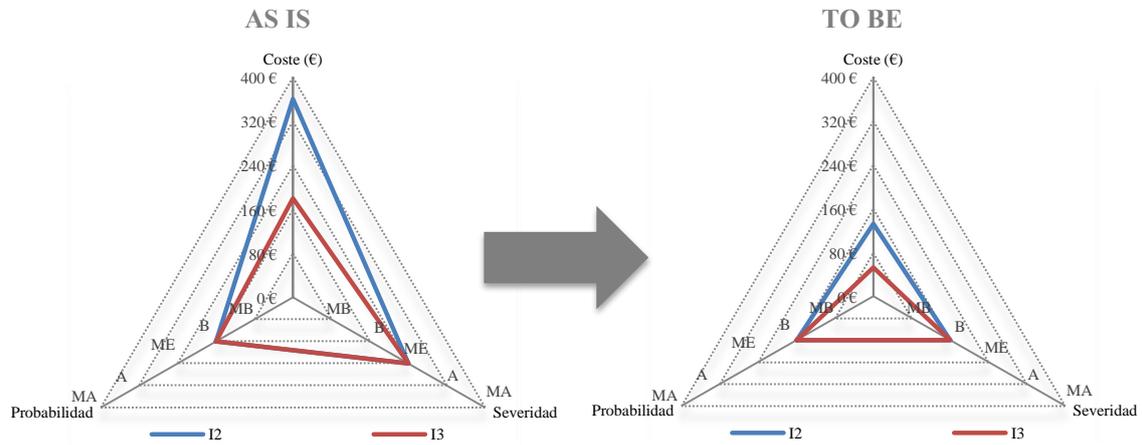


Figura 7.11. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de interrupción de gestión de inventarios.

Legislación

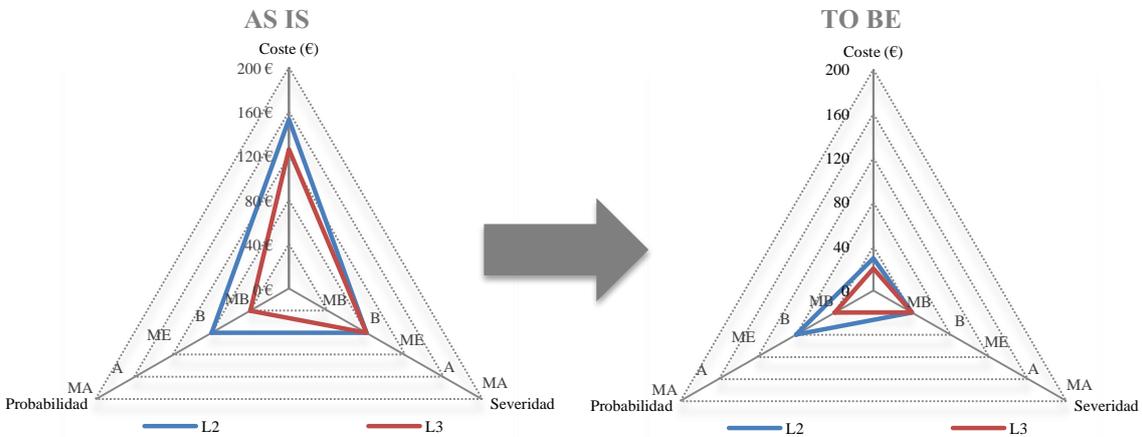


Figura 7.12. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de interrupción de legislación.

Producción

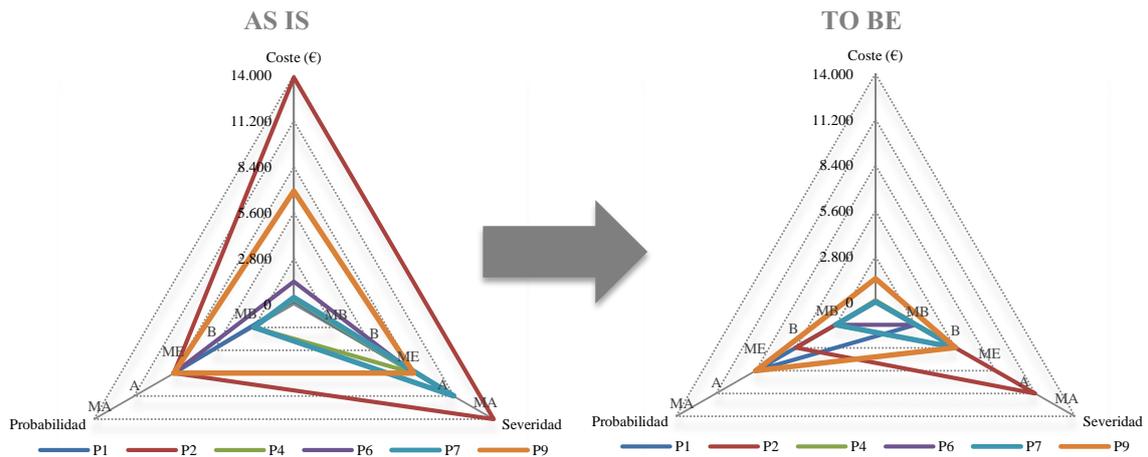


Figura 7.13. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de interrupción de producción.

Sociales

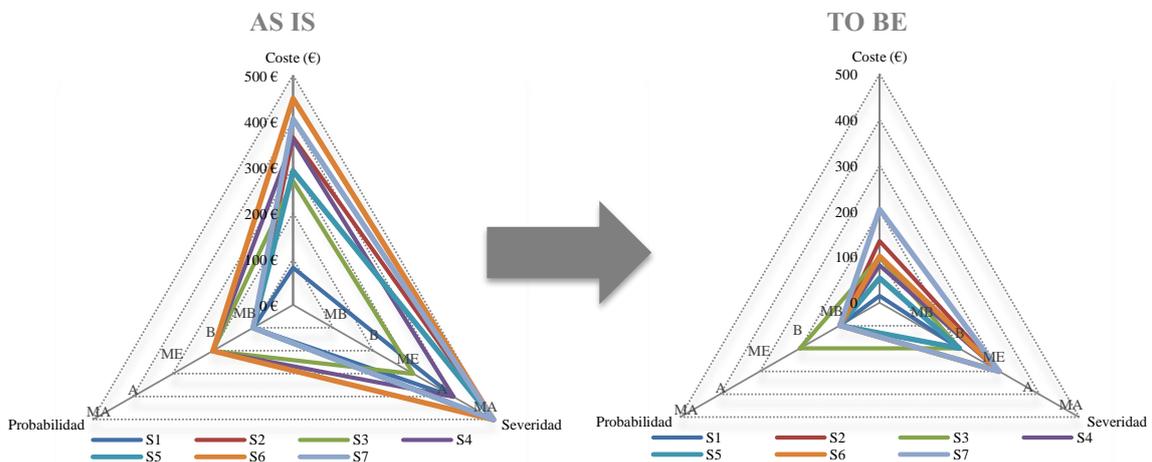


Figura 7.14. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de interrupción de eventos sociales.

Tecnología

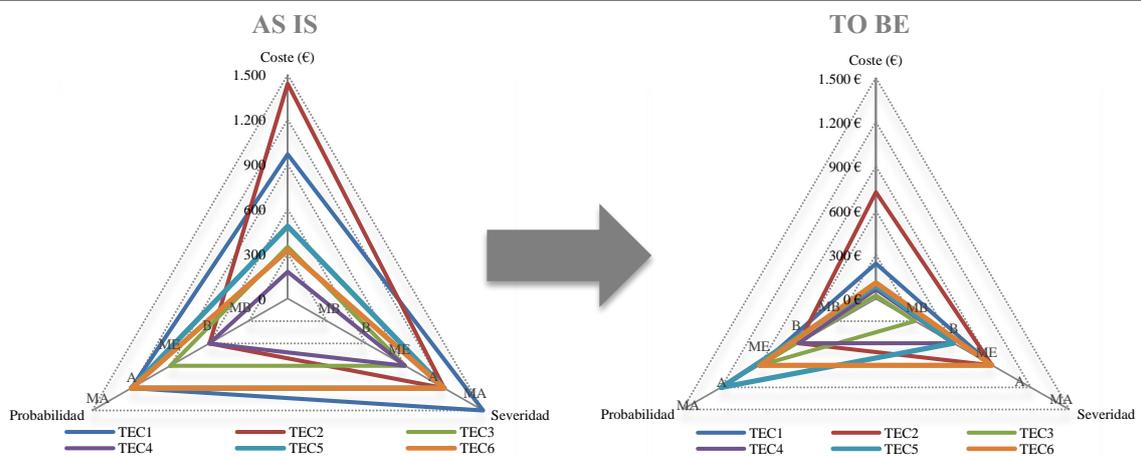


Figura 7.15. Transición del estado AS IS al TO BE en la fuente de interrupción de tecnología.

El análisis del estado AS IS de la PYME textil tras la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación mostraba que el coste esperado anual de la totalidad de eventos disruptivos analizados es de **197.103€**, mientras que tras la implementación de las acciones preventivas según la solución propuesta por el MILP, el coste CD_i se reduce a **30.968€**. Cabe destacar que a este coste se le debe añadir el coste anual de la implementación de las acciones preventivas, que asciende a **19.300€**, siendo el coste total **50.268€**, con lo cual se reduce el coste esperado anual del estado AS IS al estado TO BE en un 74%.

Cálculo del Índice de la Capacidad de Preparación de la Resiliencia Empresarial

Para el cálculo del índice actual de la capacidad de preparación, se precisa el valor contable de la empresa, dato que también es proporcionado a través del cuestionario de autoevaluación, y que en este caso, es estimado en 1'5 millones de €.

Mediante la aplicación de la fórmula del índice $I_{PRE_{AS IS}}$, definida en el capítulo 5, se obtiene el índice del estado actual de la capacidad de preparación según:

$$I_{PRE_{AS IS}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{VC_{emp}} \cdot \frac{n_{SATIER}}{n}$$

Siendo 1, completamente preparado ante los eventos disruptivos analizados y 0, nada preparado. Un índice de 0,38, tal y como muestra la Tabla 7.7, representa que la PYME textil posee una capacidad de preparación limitada. Cuanto más próximo esté dicho índice al 1, mayor capacidad de preparación poseerá la empresa para hacer frente a los potenciales eventos disruptivos. El índice de la capacidad de preparación no supera el umbral de los 0,5 puntos. Por lo tanto, la empresa es muy susceptible respecto a su preparación ante eventos disruptivos.

Tras haber activado las acciones preventivas de la solución óptima, el coste esperado anual de los eventos disruptivos decrece debido a las mejoras introducidas en la capacidad de preparación considerando, además, el coste de activación e implementación de las acciones. Mediante la aplicación del índice $I_{PRE_{TO BE}}$, definido en el capítulo 5, se obtiene el índice del estado futuro de la capacidad de preparación según:

$$I_{PRE_{TO BE}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n CD_i + \sum_{j=1}^m C_j \cdot E_j}{VC_{emp}} \cdot \frac{n_{SATIER}}{n}$$

Un índice $I_{PRE_{TO BE}}$ de 1, sería la situación ideal en la cual la empresa está completa y absolutamente preparada ante la ocurrencia de cualquiera de los eventos disruptivos analizados. Cuanto mayor sea el $I_{PRE_{TO BE}}$, mayor será la capacidad de preparación para hacer frente a los eventos disruptivos, y por lo tanto, más resiliente será la empresa. Si la PYME textil implementa todas las acciones preventivas sugeridas por SATIER, pasará de tener un índice de preparación de 0,38 a 0,84, con lo cual mejora su capacidad de preparación de la resiliencia empresarial de manera notable. Para ello, la empresa precisará de una inversión anual de 19.300€, que es el coste anual de las acciones preventivas.

Tabla 7.7. Índice de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial actual (AS IS) y futuro (TO BE)

$I_{PRE_{AS IS}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{VC_{emp}} \cdot \frac{n_{SATIER}}{n}$	$I_{PRE_{AS IS}} = 0,38$
$I_{PRE_{AS IS}} = 1 - 0,02 \cdot \frac{71}{45}$	
$I_{PRE_{TO BE}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n CD_i + \sum_{j=1}^m C_j \cdot E_j}{VC_{emp}} \cdot \frac{n_{SATIER}}{n}$	$I_{PRE_{TO BE}} = 0,84$
$I_{PRE_{TO BE}} = 1 - 0,10 \cdot \frac{71}{45}$	

Análisis de la Capacidad de Recuperación

Análisis del Estado Actual

Del mismo modo que con el análisis de la capacidad de preparación, a través del cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER, se obtiene la información necesaria para analizar el estado actual de la empresa en relación a su capacidad de recuperación ante eventos disruptivos acontecidos. La empresa ha analizado 45 eventos disruptivos, de los cuales el 53% de los mismos han acontecido alguna vez durante la vida de la PYME textil, mientras que 21 eventos disruptivos, han sido analizados desde la perspectiva de la capacidad de preparación, pero nunca han acontecido, y por lo tanto, no han sido

considerados para el cálculo del I_REC. Los eventos más habituales acontecidos en los últimos años en la PYME textil están relacionados con la fuente de disrupción de tecnología (Figura 7.16). En este sentido, la PYME afirma que es una empresa tradicional y familiar que ha ido introduciendo las nuevas tecnologías de la información y comunicación conforme sus necesidades tecnológicas iban apareciendo, con lo cual, no existe una definición de la estrategia óptima para la implementación, mantenimiento y seguimiento de las tecnologías precisas, y estas son las razones que han llevado a la gran ocurrencia de eventos disruptivos relacionados con la fuente de disrupción tecnológica. La segunda fuente de disrupción, en la cual mayor cantidad de eventos disruptivos han acontecido, es la fuente de disrupción de producción, siguiéndole las fuentes de disrupción de aprovisionamiento y entorno, con el mismo número de eventos disruptivos.

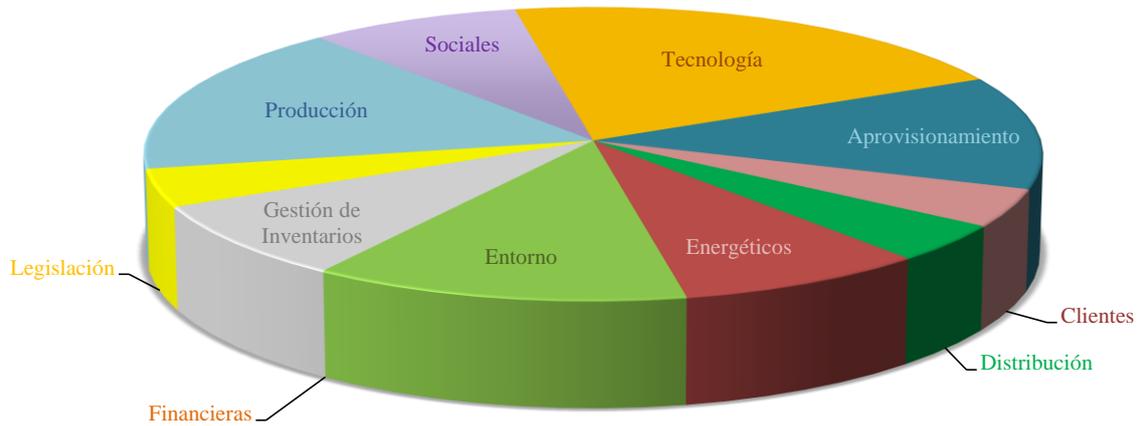


Figura 7.16. Ocurrencia de eventos disruptivos de la PYME textil en el pasado.

En el capítulo 5 se describe que la mejora de la capacidad de recuperación, y por tanto de la resiliencia empresarial, pasa por promover el registro del conocimiento sobre eventos disruptivos ya acontecidos, de forma que, cuando un cierto evento disruptivo vuelva a acontecer, la información esté, de forma clara y sencilla, disponible para recuperarse lo más eficientemente posible. Basándose en los datos anteriores, que de 45 eventos, tan sólo 24 han acontecido en alguna ocasión en la PYME textil, la Figura 7.17 detalla en qué porcentaje se ha registrado el conocimiento acerca de: (i) la ocurrencia del evento disruptivo, (ii) las acciones de recuperación que se llevaron a cabo, (iii) el análisis detallado del evento disruptivo y de la/s acción/es de recuperación ejecutada/s y (iv) el protocolo de actuación que sirve de guía estándar ante la ocurrencia del mismo evento disruptivo en un futuro.

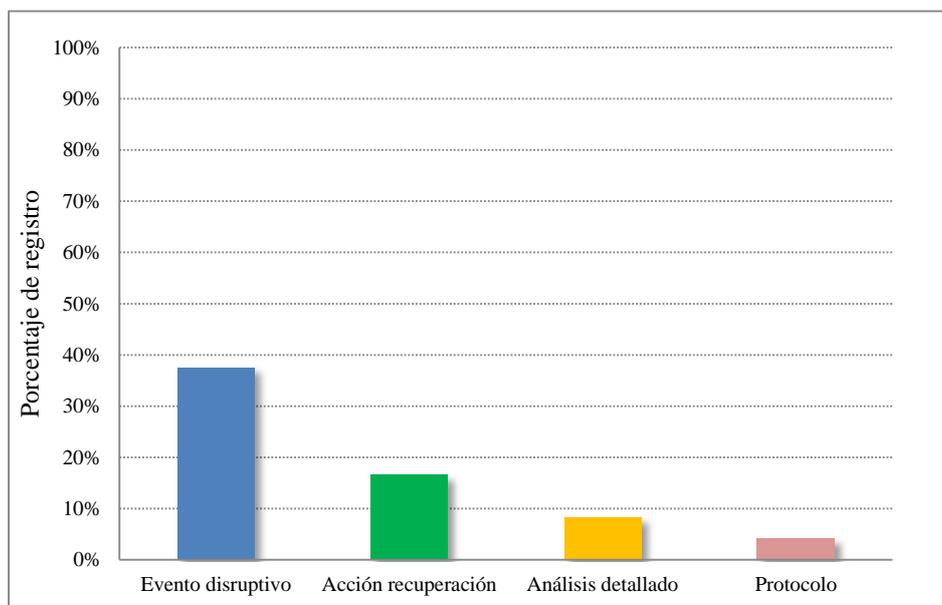


Figura 7.17. Registro de conocimiento relativo a los eventos disruptivos analizados.

Tal y como se puede observar en la Figura 7.17, la empresa ha registrado alrededor del 38% de los eventos disruptivos que en alguna ocasión han acontecido. La PYME textil no registra gran cantidad de información acerca de la ocurrencia de eventos cuyos efectos tienen un impacto negativo en la empresa.

Respecto a las acciones de recuperación ejecutadas para sobreponerse a los efectos negativos de los eventos disruptivos analizados, el porcentaje de registro disminuye bruscamente, tan sólo registrando el 17% de las acciones de recuperación ejecutadas. Conforme va creciendo la complejidad en el registro y la cantidad de información a registrar es mayor, la tendencia del proceso de registro disminuye considerablemente, de forma que de 24 eventos disruptivos, tan sólo para un evento, la empresa posee un protocolo de actuación.

Respecto al registro de conocimiento según las fuentes de disrupción, las fuentes relacionadas con eventos del entorno y eventos tecnológicos, son las más registradas, pues en la fuente de disrupción del entorno, se ha llegado a registrar los cuatro 4 elementos fundamentales del proceso de registro, aunque tan sólo sea de un pequeño porcentaje de eventos. En la fuente de aprovisionamiento, pese a que también es una de las fuentes de disrupción más registradas, el registro finaliza en la fase de “análisis detallado”. En las fuentes de disrupción de eventos energéticos y producción, tan sólo se registran los eventos y sus acciones de recuperación. En el resto de fuentes de disrupción, la empresa no realiza ningún tipo de registro, teniendo en cuenta que la empresa ha declarado que los eventos disruptivos relacionados con la fuente de disrupción financiera, no han acontecido en los últimos años y por ello dicha fuente de disrupción no aparece en la Figura 7.18.

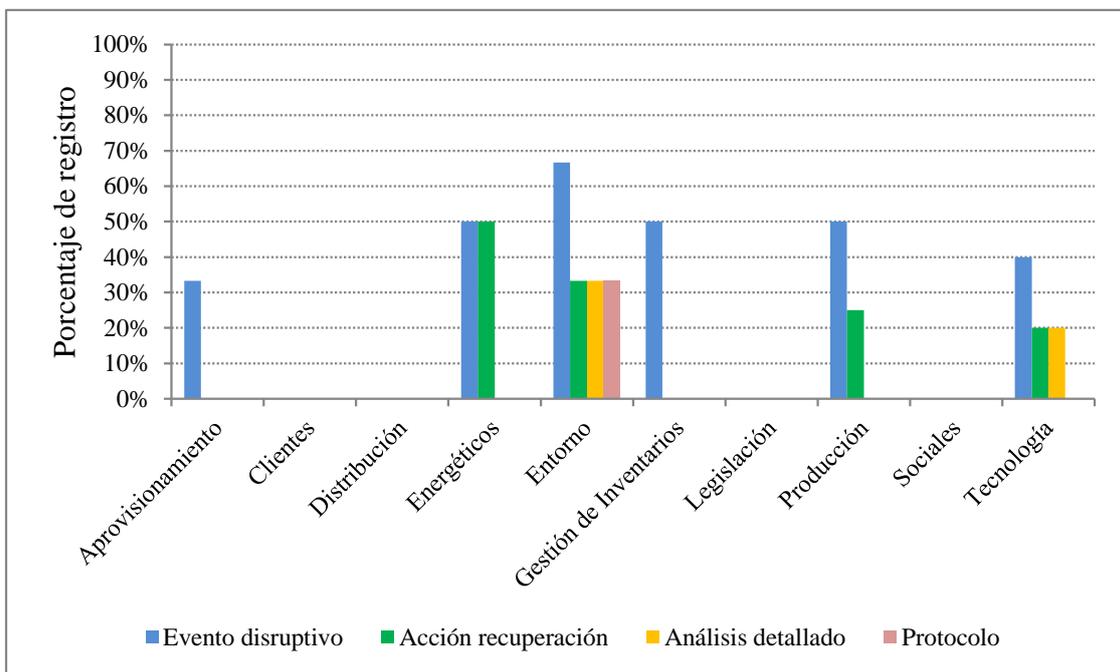


Figura 7.18. Registro de conocimiento según las diferentes fuentes de disrupción para la situación AS IS.

Análisis del Estado Futuro

El análisis del estado futuro de la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial se basa en la voluntad futura de registro de los elementos definidos en el capítulo 5. La Figura 7.19 muestra la predisposición de registro para los 24 eventos disruptivos analizados y que han acontecido en algún momento de la historia de la PYME textil, atendiendo a la voluntad de registro de: (i) los potenciales eventos disruptivos, (ii) las acciones de recuperación ejecutadas para volver al nivel de operación habitual de la empresa, (iii) el análisis detallado de qué ha ocurrido y qué se ha hecho para recuperarse de dicha situación y (iv) la definición de un protocolo de actuación para tener información disponible y fácilmente accesible de todos los pasos a seguir ante situaciones adversas. La Figura 7.19 muestra que existe una gran predisposición y compromiso por parte de la PYME textil a registrar la ocurrencia de todos los eventos disruptivos. Respecto al registro de las acciones de recuperación llevadas a cabo, parece que la PYME textil desea tener una base de conocimiento de las acciones históricas ejecutadas, a excepción de aquellas relacionadas con el evento disruptivo D1 (capacidad limitada de la distribución), tal vez porque no es un evento crítico (tal y como ha detallado el análisis AS IS de la capacidad de preparación). Conforme se va avanzando hacia los diferentes elementos del registro, la información a registrar se vuelve más densa pues se requiere mayor nivel de detalle, por ello, la tendencia general es que las empresas disminuyan el registro de los elementos más detallados debido al esfuerzo que se precisa. En este caso, la PYME textil cumple con las expectativas pues la Figura 7.19 muestra cómo el registro de los dos elementos que precisan mayor nivel de detalle, disminuye. No obstante, una predisposición del

83% para realizar el análisis detallado del evento que aconteció junto con las acciones ejecutadas y un 60% de predisposición para la definición y registro de protocolos, son unas mejoras notablemente destacadas.

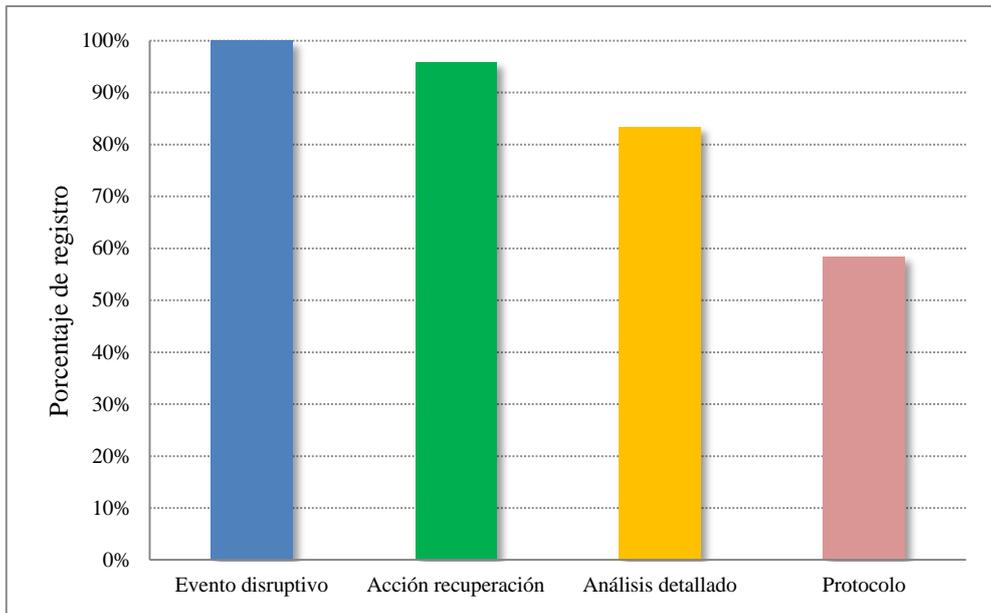


Figura 7.19. Predisposición de registro futuro de conocimiento relativo a los eventos disruptivos acontecidos para el escenario TO BE.

La Figura 7.20 representa las diferentes fuentes de disrupción analizadas según el porcentaje de registro de los 4 elementos de conocimiento.

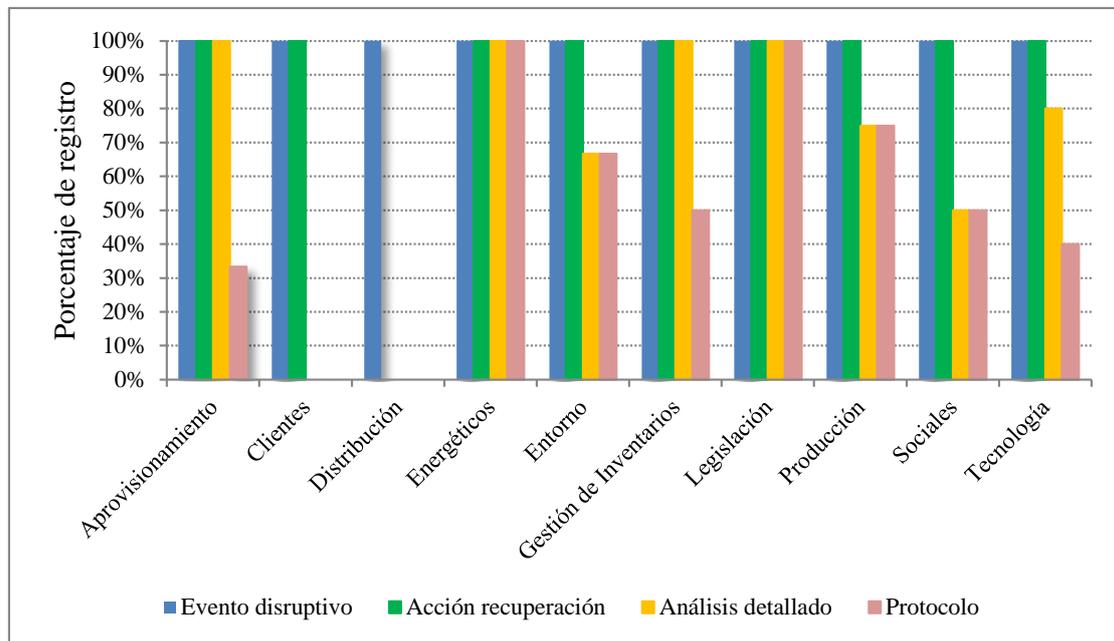


Figura 7.20. Predisposición de registro de conocimiento según las diferentes fuentes de disrupción para el escenario TO BE.

Las fuentes de disrupción que presentan un registro total, pues para todos los eventos disruptivos acontecidos, la empresa muestra su interés de registrar los 4 elementos, son las fuentes de disrupción relacionadas con aspectos energéticos y legislativos. En el primer de los casos, la empresa expresa que para la toma de decisiones legales contra las empresas de suministro eléctrico, se precisa tener de forma muy detallada el registro de los eventos acontecidos, por ello, su voluntad de registro es máxima. En el caso de la fuente de disrupción legislativa, su justificación es similar, pues la PYME, precisa el registro de información normativa en todos los niveles de detalle para dar soporte al proceso de toma de decisiones ante un cambio de legislación.

Las fuentes de interrupción de aprovisionamiento, entorno y gestión de inventarios son las que muestran una predisposición de registro del 100% de la información hasta el tercer elemento de la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial. En estas tres fuentes de interrupción, la empresa también muestra intencionalidad de definir y registrar protocolos, sin embargo no lo hace para todos los eventos disruptivos.

Para las fuentes de interrupción de entorno, producción, sociales y tecnología, la PYME textil muestra su predisposición de registro absoluta para los dos primeros elementos de la capacidad de recuperación, siendo estos, el registro de eventos disruptivos y de sus acciones de recuperación, y mostrando un interés menor en el análisis detallado de lo acontecido y de los protocolos de actuación.

En el caso de la fuente de interrupción relacionada con los clientes, la empresa pretende registrar los eventos disruptivos y sus acciones de recuperación, sin mostrar interés por los dos elementos de registro de la capacidad de recuperación que presentan mayor nivel de detalle de la información. En el caso de la fuente de interrupción de distribución, la empresa tan sólo tiene la predisposición de registrar los eventos disruptivos. Cabe destacar que en estas dos últimas fuentes de interrupción, tan sólo se han analizado dos eventos disruptivos, uno por cada fuente de interrupción, pues tan sólo han acontecido dichos eventos, y por lo tanto debido a la poca cantidad de eventos, se presume que las conclusiones extraídas no son representativas.

Análisis Comparativo de la Situación AS IS y TO BE de la Capacidad de Recuperación de la Resiliencia Empresarial

El análisis de la situación AS IS de la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial mostró un registro moderado de la ocurrencia de eventos disruptivos, siendo más reducido en el caso del registro de las acciones de recuperación, y presentando un registro muy limitado para los dos elementos del proceso de registro que ofrecen información más detallada, pero que también precisan de un mayor nivel de detalle, siendo estos, el análisis detallado y la definición del protocolo.

La situación futura TO BE de la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial, mejora considerablemente respecto a la situación AS IS, pues el registro del conocimiento y por tanto la disponibilidad de la información para recuperarse de manera más eficiente, aumenta cuantiosamente en todos los elementos del proceso de registro que engloba la capacidad de recuperación. La mejora global entre el estado AS IS y TO BE de la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial, basándose en el registro del conocimiento relevante, es de un 68%.

La Figura 7.21 ofrece la comparativa entre la situación AS IS y la situación TO BE respecto a la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial.

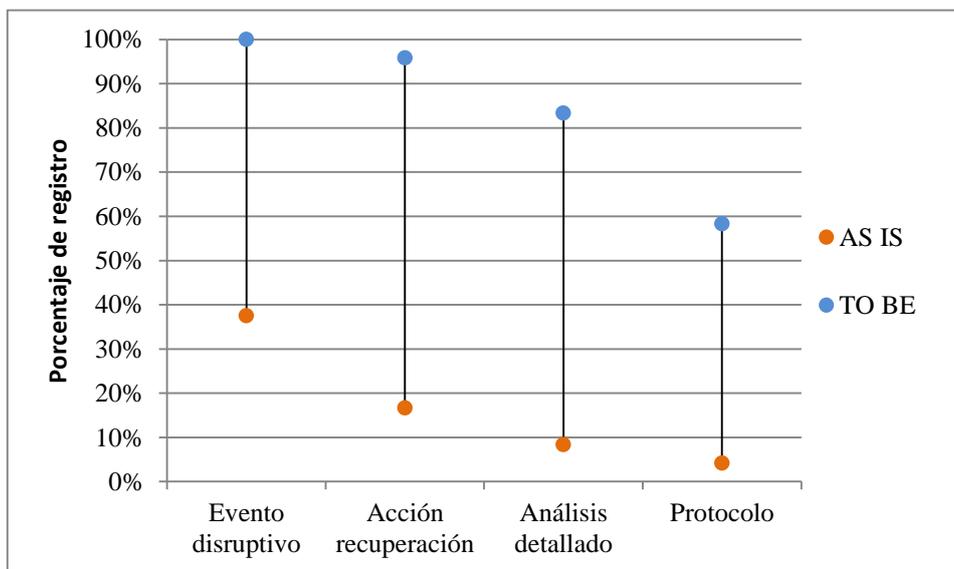


Figura 7.21. Transición del estado AS IS al TO BE de la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial.

En la Figura 7.21, se puede observar que en el caso del primer elemento del proceso de registro, que consiste en el registro de los eventos disruptivos, la transición del estado AS IS al TO BE, es completa pues se alcanza la predisposición futura de la empresa de registrar la ocurrencia del 100% de los eventos disruptivos. Porcentaje muy similar se alcanza a la hora del registro de las acciones de recuperación que se acerca al 96% en la situación TO BE desde un casi 17% del registro actual. Es el elemento del registro

que mayor diferencia presenta entre la situación AS IS y la TO BE, siendo ésta de un 79%. Le sigue de cerca con un 75%, el tercer elemento del proceso de registro en cuanto a nivel de detalle de la información que engloba el análisis detallado. En este caso, la PYME textil también muestra su firmeza en cuanto a realizar un análisis detallado de lo acontecido y de las medidas correctoras llevadas a cabo. Finalmente, la empresa pasa, de tener actualmente registrado un solo protocolo de los 24 eventos disruptivos acontecidos, a manifestar que en la situación TO BE, registrará 14, lo cual supone un aumento del 54%.

Cálculo del Índice de la Capacidad de Recuperación de la Resiliencia Empresarial

El índice de recuperación de la situación actual de la empresa se mide a través de la fórmula (5.16) descrita en el capítulo 5, tal y como se muestra a continuación:

$$I_{REC_{AS\ IS}} = \frac{\delta \cdot nr_{eve} + \varphi \cdot nr_{rec} + \omega \cdot nr_{ana} + \gamma \cdot nr_{pro}}{n_{pas}}$$

δ , φ , ω y γ son parámetros definidos por la empresa para ponderar la importancia de las diferentes actividades de registro. Parece razonable que, el último elemento del registro que engloba la definición de protocolos, debería ser el elemento más importante, pues engloba el mayor nivel de detalle de registro del conocimiento, sin embargo, se han encontrado discrepancias en esta presunción, como en el caso de la PYME textil, pues define los siguientes parámetros 0,15; 0,15; 0,40 y 0,30 respectivamente, dotándole de mayor importancia al análisis detallado que a la definición de protocolos, tal vez por su naturaleza y características particulares de pequeña y mediana empresa.

Según los datos proporcionados por la PYME textil, el índice $I_{REC_{AS\ IS}}$ es 0,13 (Tabla 7.8). La empresa posee una capacidad de recuperación muy limitada en términos de disponibilidad del conocimiento para hacer frente de forma eficiente a la ocurrencia de eventos disruptivos. De hecho, de las tres empresas que han participado en el estudio, la PYME textil es la que presenta el menor de los índices. Tal vez puede ser debido a que al ser una PYME tradicional, presenta recursos limitados en cuanto al uso de tecnologías y por ello que no poseen un procedimiento establecido ni los recursos necesarios para definir, introducir y mantener un procedimiento de registro.

Respecto al índice TO BE de la capacidad de recuperación, aplicando la fórmula (5.17) definida en el capítulo 5 con los datos obtenidos de las respuestas de la PYME textil a través del cuestionario de autoevaluación, se obtiene un índice $I_{REC_{TO\ BE}}$ de 0,80 (Tabla 7.8).

$$I_{REC_{TO\ BE}} = \frac{\delta \cdot nr'_{eve} + \varphi \cdot nr'_{rec} + \omega \cdot nr'_{ana} + \gamma \cdot nr'_{pro}}{n_{pas}}$$

Para el cálculo del índice de la capacidad de recuperación del estado TO BE, los parámetros δ , φ , ω y γ utilizados son los mismos que en el caso del cálculo del $I_{REC_{AS\ IS}}$.

Existe una diferencia de 0,68 puntos entre el índice $I_{REC_{AS\ IS}}$ y el índice $I_{REC_{TO\ BE}}$, con lo que el diseño del módulo de registro del conocimiento de la herramienta SATIER, le servirá de gran ayuda a la PYME para lograr la transición de su situación actual a la situación ideal futura respecto a su capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial.

Tabla 7.8. Índice de la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial actual (AS IS) y futuro (TO BE)

$I_{REC_{AS\ IS}} = \frac{\delta \cdot nr_{eve} + \varphi \cdot nr_{rec} + \omega \cdot nr_{ana} + \gamma \cdot nr_{pro}}{n_{pas}}$ $I_{PRE_{AS\ IS}} = \frac{0,15 \cdot 9 + 0,15 \cdot 4 + 0,40 \cdot 2 + 0,30 \cdot 1}{24} = 0,13$	$I_{REC_{AS\ IS}} = 0,13$
$I_{REC_{TO\ BE}} = \frac{\delta \cdot nr'_{eve} + \varphi \cdot nr'_{rec} + \omega \cdot nr'_{ana} + \gamma \cdot nr'_{pro}}{n_{pas}}$ $I_{PRE_{TO\ BE}} = \frac{0,15 \cdot 24 + 0,15 \cdot 23 + 0,40 \cdot 20 + 0,30 \cdot 14}{24} = 0,80$	$I_{REC_{TO\ BE}} = 0,80$

Cálculo del Índice de Resiliencia

Tras el análisis de los índices de la capacidad de preparación tanto de la situación actual AS IS ($I_{PRE_{AS\ IS}}$) como de la futura TO BE ($I_{PRE_{TO\ BE}}$) y de los índices de la capacidad de recuperación de ambas

situaciones ($I_{REC_{AS\ IS}}$ y $I_{REC_{TO\ BE}}$), se dispone de la información necesaria para calcular el índice de resiliencia empresarial basándose en las dos capacidades constituyentes de la misma, mediante las ecuaciones (5.20) y (5.21) definidas en el capítulo 5. Además, se precisa del parámetro λ , definido por la PYME textil y que pondera la importancia de las capacidades de preparación y recuperación. En este caso, λ es definida con un valor de 0,65, con lo cual la PYME textil considera más importante la capacidad de preparación ante eventos disruptivos, que su capacidad de recuperación. La empresa, por tanto, prefiere una visión proactiva que reactiva, pues pondera con mayor importancia anticiparse a los eventos que reaccionar ante la ocurrencia de los mismos. La Tabla 7.9 muestra los valores del índice de resiliencia empresarial, tanto para la situación actual de la empresa, como para la situación futura, en caso de la que PYME textil implemente las acciones preventivas óptimas indicadas por el MILP y registre el conocimiento sobre eventos disruptivos según los 4 elementos del proceso de registro a través del diseño del módulo de registro de la herramienta SATIER.

Tabla 7.9. Índice de resiliencia empresarial actual (AS IS) y futuro (TO BE)

$I_{RE_{AS\ IS}} = \lambda \cdot I_{PRE_{AS\ IS}} + (1 - \lambda) \cdot I_{REC_{AS\ IS}}$ $I_{RE_{AS\ IS}} = 0,65 \cdot 0,38 + 0,35 \cdot 0,13$	$I_{RE_{AS\ IS}} = 0,29$
$I_{RE_{TO\ BE}} = \lambda \cdot I_{PRE_{TO\ BE}} + (1 - \lambda) \cdot I_{REC_{TO\ BE}}$ $I_{RE_{TO\ BE}} = 0,65 \cdot 0,84 + 0,35 \cdot 0,80$	$I_{RE_{TO\ BE}} = 0,83$

El índice de resiliencia aumenta casi tres veces, obteniendo de esta forma un nivel de resiliencia considerablemente elevado, lo cual proporciona a la empresa un mayor capacidad de preparación frente a los eventos disruptivos, pero también una mejor capacidad de recuperación ante los mismos en caso de ocurrencia. La Figura 7.22 muestra la transición del índice de resiliencia desde la situación actual hacia la situación futura mediante los índices $I_{REC_{AS\ IS}}$ y $I_{REC_{TO\ BE}}$. Además también ofrece la perspectiva de los índices de preparación y recuperación en ambas situaciones AS IS y TO BE.

Por tanto, con una inversión de 19.300€ anuales, siguiendo las directrices en cuanto a qué acciones preventivas implementar, ofrecidas por la solución del MILP de la herramienta SATIER y a través del registro del conocimiento sobre eventos disruptivos con el soporte del diseño del módulo de registro de la herramienta SATIER, la PYME textil puede mejorar de forma considerable su capacidad de resiliencia empresarial, para de esta forma, poder enfrentarse al entorno actual de forma más eficiente y con garantías de supervivencia a largo plazo.

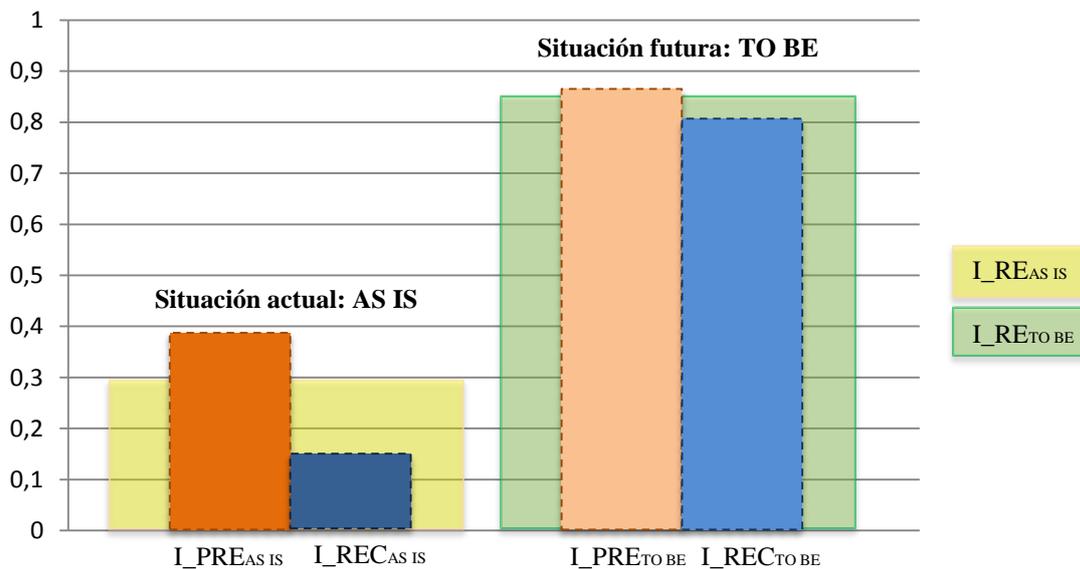


Figura 7.22. Índices AS IS y TO BE de la capacidad de resiliencia empresarial y de sus capacidades constituyentes: preparación y recuperación.

7.2.2 Piloto 2: Empresa del Sector de la Automoción

La descripción detallada del análisis realizado a la empresa de automoción se encuentra disponible en el Anexo 7.1 accesible a través del siguiente link: <https://goo.gl/5NOejy>. A continuación se realiza una breve descripción de la empresa así como del análisis desarrollado. Además se comentan los resultados

tanto de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial en su situación actual y futura, así como de la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial en ambas situaciones, que dará lugar al cálculo del índice de resiliencia AS IS y TO BE.

Descripción de la Empresa

La empresa que ha participado en el estudio de análisis y mejora de la resiliencia empresarial es una empresa del sector de la automoción que pertenece a un grupo empresarial que se constituyó en el año 1997 tras la fusión de dos grandes empresas. El grupo cuenta con más de 320 plantas industriales incluyendo 30 centros de I+D en 34 países de todo el mundo. La planta industrial que ha participado en el estudio se encuentra en Valencia y está especializada en el suministro de una amplia gama de productos y actividades de fabricación como:

- Pintado de componentes exteriores tales como parachoques, ventanas traseras, guardabarros y alerones.
- Fabricación de módulos frontales, incluyendo la parte delantera técnica y estructural y el sistema de refrigeración del motor.
- Fabricación de partes estructurales compuestas, tales como estructuras de techo, argollas de remolque y sistemas de absorción de impactos.

Descripción General del Análisis

La planta industrial dedicada al sector de la automoción está interesada en analizar 3 fuentes de disrupción: aprovisionamiento, inventarios y tecnología, con un total de 17 eventos disruptivos. SATIER ofrece un listado con 7 eventos disruptivos relacionados con aspectos de aprovisionamiento, de los cuales la empresa estudia 6. De los 7 eventos disruptivos que SATIER tiene predefinidos en la fuente de disrupción de gestión de inventarios, la empresa analiza 6; mientras que en la fuente de disrupción de tecnología, la empresa está interesada en analizar los 5 eventos que SATIER tiene predefinidos.

De los 17 eventos disruptivos, la empresa elige 49 acciones preventivas como acciones interesantes a ser implementadas para la mejora de la resiliencia empresarial. Además propone dos acciones nuevas, que tras su análisis son incluidas en el listado predefinido de acciones preventivas de SATIER. Por lo tanto, la elección total engloba 51 acciones preventivas.

Análisis de la Resiliencia Empresarial

Análisis de la Capacidad de Preparación

La Tabla 7.10 muestra los costes esperados anuales de los 17 eventos disruptivos analizados tanto en la situación actual de la empresa, como en la situación ideal futura tras la implementación de las acciones preventivas.

Tabla 7.10. C_i y CD_i de los 17 eventos disruptivos analizados, junto con la propuesta de acciones preventivas a activar.

#Dis	C_i	#Acc	CD_i
A1	86.600€	-	86.600€
A2	1.299€	A2.1, A3.1, A4.2, A7.3	206€
A3	58.050€	A2.1, A3.1, A4.2, A7.3	25.136€
A4	116.100€	A2.1, A3.1, A4.2, A7.3	55.281€
		A4.1	27.837€
A6	2.165€	-	2.165€
A7	21.650€	A2.1, A3.1, A4.2, A7.3	2.877€
I1	400.500€	I1.2, I5.2	236.821€
I2	160.200€	I2.3	10.719€
I3	25.800€	-	25.800€
I4	9.675€	-	9.675€
I5	16.125€	I1.2, I5.2	3.516€
I6	48.375€	I6.2	10.547€
TEC2	144.000€	-	144.000€
TEC3	19.350€	-	19.350€
TEC4	6.495€	-	6.495€
TEC5	2.700€	TEC5.3	161€

#Dis	C_i	#Acc	CD_i
TEC6	24.462€	-	24.462€

En la situación actual, la fuente de disrupción más sensible a los eventos disruptivos es la gestión de inventarios, pues el coste esperado anual de los eventos disruptivos representa más del 50% del coste esperado anual de la totalidad de los eventos disruptivos analizados. A la gestión de inventarios, le siguen los aspectos de aprovisionamiento y tecnología respectivamente.

Por otro lado, destacar que 4 eventos disruptivos: I1 (capacidad limitante del almacén), I2 (pérdidas de tiempo en la gestión de inventarios por desconfianza del sistema), TEC2 (salto tecnológico de nuestros competidores) y A4 (retraso en el aprovisionamiento de materias primas o componentes) representan el 72% del coste esperado anual de la totalidad de eventos disruptivos, lo que hace prever que las medidas preventivas deberían ir encaminadas a preparar a la empresa ante dichos eventos disruptivos, siempre y cuando, dichas acciones sean las óptimas para mejorar la capacidad de preparación actual de la empresa. Y efectivamente, en 3 de los 4 eventos se activan 1 ó 2 acciones preventivas para minimizar los efectos negativos de los mismos, y así reducir su coste esperado anual, excepto en el caso del evento TEC2, en el cual no se activa ninguna acción. Por lo tanto, parece que las acciones preventivas aplicadas a dicha fuente de disrupción no son las más idóneas pues no minimizan los efectos negativos de la manera más conveniente o bien la inversión en resiliencia empresarial no está proporcionada a la dimensión del coste esperado anual de los eventos disruptivos tecnológicos analizados.

Por último destacar que, aunque la reducción en el coste esperado anual de los eventos disruptivos tras la activación de acciones preventivas es notable, existen eventos disruptivos como por ejemplo, I1, TEC2 y A1 que poseen un coste CD_i muy elevado y cuyas acciones preventivas deberían ser analizadas para corroborar su eficiencia e idoneidad. En general, los costes CD_i de la empresa de automoción son elevados, en comparación con los costes CD_i de la PYME textil, debido a su propia naturaleza de gran empresa y pequeña y mediana empresa, respectivamente.

Con toda esta información, se obtiene que el índice de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial para la situación actual ($I_{PRE_{AS\ IS}}$) es de 0,32 y que, tras la activación de las acciones preventivas, el índice $I_{PRE_{TO\ BE}}$ asciende a 0,63, con lo que la empresa pasa a estar el doble de preparada ante los eventos disruptivos analizados. La inversión en resiliencia que la empresa del sector de la automoción está dispuesta a hacer asciende a **35.000€**. La solución óptima acerca de las acciones preventivas a implementar supone un coste total de **34.750€**, muy próximo a la inversión máxima.

Análisis de la Capacidad de Recuperación

La empresa ha analizado 17 eventos disruptivos, de los cuales el 100% de los mismos han acontecido en alguna ocasión en la empresa. El análisis de la capacidad de preparación viene determinada, por la promoción del registro del conocimiento en 4 niveles: (i) la ocurrencia del evento disruptivo, (ii) las acciones de recuperación que se llevaron a cabo, (iii) el análisis detallado del evento disruptivo y de la/s acción/es de recuperación ejecutada/s y (iv) el protocolo de actuación para que sirva de guía estándar ante la ocurrencia del mismo evento disruptivo en un futuro.

Actualmente (situación AS IS), la empresa ha registrado casi la mitad de los eventos disruptivos que en alguna ocasión han acontecido e impactado en su empresa. Sin embargo, respecto a las acciones de recuperación ejecutadas para sobreponerse a los efectos negativos de los eventos disruptivos analizados, el porcentaje de registro cae bruscamente, registrando tan sólo el 17% de las acciones de recuperación. Conforme la complejidad en el registro del conocimiento es mayor, la tendencia a registrar disminuye, de forma que de 17 eventos disruptivos, tan sólo para 3, la empresa posee un protocolo de actuación.

Respecto a las fuentes de disrupción de la situación actual AS IS, los eventos disruptivos tecnológicos son los que presentan un mayor registro del conocimiento, pero el registro se focaliza tan solo, en el acontecimiento de los mismos, pues no se registra ningún otro tipo de información, mientras que las fuentes de disrupción de aprovisionamiento y gestión de inventarios registran menos, pero cuando lo hacen, lo hacen en todos los niveles de detalle, incluso definiendo protocolos de actuación.

En la situación TO BE, la empresa expresa su predisposición a incrementar el registro de los 4 elementos que fomentan la mejora de la capacidad de recuperación ante la ocurrencia de eventos disruptivos. Dicha predisposición de registro es mayor cuanto menor es el nivel de detalle del conocimiento a registrar. El estado TO BE presenta mejoras substanciales respecto a la situación anterior AS IS. El registro de los eventos disruptivos y de las acciones de recuperación se sitúa cerca del 100%, mientras que el porcentaje del registro de los otros dos elementos (análisis detallado y protocolos de actuación), aunque no es tan elevado como el porcentaje de los dos primeros elementos, alcanza unos niveles muy deseables. El diseño

del módulo de registro del conocimiento de SATIER les será de gran ayuda para alcanzar la situación TO BE.

Con toda la información hasta el momento analizada, se realiza el cálculo del índice de recuperación tanto de la situación AS IS como TO BE. El índice $I_{REC_{AS\ IS}}$ es de 0,17 indicando que la empresa posee una capacidad de recuperación limitada en términos de la disponibilidad del conocimiento para recuperarse de forma eficiente ante la ocurrencia de eventos disruptivos. Respecto al índice TO BE de la capacidad de recuperación, se obtiene un índice $I_{REC_{TO\ BE}}$ de 0,82. Existe una diferencia de 0,65 puntos entre ambos índices con lo que cual en la situación ideal futura (TO BE), la empresa deberá llevar a cabo el registro del conocimiento para, que de esta forma, esté disponible y sea utilizado en el caso de ocurrencia de eventos disruptivos con el objetivo de recuperarse de la mejor de las maneras.

Cálculo del Índice de Resiliencia

Una vez que se han calculado los índices de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial, se procede a calcular el índice de resiliencia empresarial, tanto de la situación actual de la empresa (AS IS) como de la situación ideal futura (TO BE) si se aplican todas las recomendaciones proporcionadas a través de la herramienta SATIER.

Para ello, la empresa asigna pesos según la importancia que le merece cada una de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial. En este caso, la empresa del sector de la automoción asigna un peso, a través del parámetro λ , del 0,75 a la capacidad de preparación, con lo cual apuesta mayoritariamente por la preparación y prevención antes que por la recuperación.

La empresa presenta un índice actual de la capacidad de resiliencia: $I_{RE_{AS\ IS}}$ de 0,28 y un índice futuro de la capacidad de resiliencia: $I_{RE_{TO\ BE}}$ de 0,68. Existe una diferencia de 0,40 puntos entre el índice de resiliencia actual y el índice deseado de la situación futura. Con lo cual, la mejora en la capacidad de resiliencia es cuantiosa, sin embargo, el valor del índice de la resiliencia empresarial de la situación TO BE es un valor relativamente bajo y por ello, la recomendación hacia la empresa iría encaminada a promover mayores esfuerzos e inversión para mejorar de forma más contundente la capacidad de resiliencia empresarial.

La empresa del sector de la automoción tiene una capacidad de preparación y recuperación muy limitada pues no alcanza, ni tan siquiera, el valor medio entre 0 y 1. Con las mejoras introducidas a través del análisis de la herramienta SATIER que proporciona un listado de las acciones preventivas óptimas para, en este caso, mejorar la capacidad de preparación ante eventos disruptivos así como el diseño del módulo de registro de conocimiento relativo a la ocurrencia de los mismos, el índice de resiliencia empresarial mejora considerablemente. Sin embargo, sigue en un nivel muy moderado con lo cual la empresa debería plantearse realizar una mayor asignación de recursos económicos de modo que se volviese a iterar el modelo matemático MILP, a través del algoritmo de optimización y de esta forma analizar si la solución obtenida mejora en mayor medida el $I_{RE_{TO\ BE}}$. Además, la empresa también debería fomentar el registro del conocimiento acerca de los eventos disruptivos acontecidos para definir y registrar protocolos de actuación que sirvan de guía ante la nueva ocurrencia de eventos disruptivos iguales o similares.

7.2.3 Piloto 3: PYME del Sector de Construcción y Promoción

La descripción detallada del análisis realizado a la PYME constructora y promotora se encuentra disponible en el Anexo 7.2 accesible a través del siguiente link: <https://goo.gl/eNMkn3>. A continuación se muestra una síntesis del análisis realizado y se comentan los resultados obtenidos basándose en el cálculo de los índices de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial y del propio cálculo del índice de resiliencia empresarial tanto para el estado actual de la empresa como para la situación ideal futura.

Descripción de la Empresa

La empresa en estudio es una PYME es una empresa constructora e inmobiliaria que desde 1969 se dedica a la promoción de viviendas, la ejecución de obras para distintas administraciones públicas, otras empresas promotoras y particulares.

Descripción General del Análisis

La PYME del sector de la construcción y promoción está interesada en analizar 4 fuentes de interrupción predefinidas en la herramienta SATIER, seleccionando 12 eventos disruptivos de los 71 eventos que hay predefinidos en la herramienta. El sector en el que opera la PYME no es un sector puramente industrial. La herramienta SATIER está definida para empresas de ámbitos industriales, sin embargo mediante el testeo de la herramienta a través de esta PYME constructora y promotora, se comprueba que diversos

eventos disruptivos también aplican a empresas no industriales, aunque si bien es cierto que para empresas de ámbitos destinados más a la provisión de servicios, la herramienta SATIER debería ser actualizada para que estuviese más personalizada y se dirigiese de forma más centralizada a los eventos típicos y comunes de empresas de sectores no industriales. No obstante, como se ha citado anteriormente, la empresa ha podido analizar los eventos disruptivos en los cuales tenía un especial interés y que engloban las fuentes de disrupción de eventos financieros, legislativos, del entorno y de aspectos sociales.

La empresa presenta interés en analizar 3 de los 4 eventos financieros predefinidos en SATIER, 2 de los 3 eventos relacionados con aspectos de legislación, 3 eventos relacionados con el entorno en base a los 11 eventos que ofrece la herramienta y 4 eventos de un total de 7 eventos relacionados con los recursos humanos (sociales).

Análisis de la Resiliencia Empresarial

Análisis de la Capacidad de Preparación

A modo de resumen, la Tabla 7.11 muestra los costes esperados anuales de los 12 eventos disruptivos analizados tanto en la situación actual (AS IS) de la empresa, como en la situación ideal futura (TO BE) tras la implementación de las acciones preventivas.

El análisis AS IS de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial, muestra que las fuentes de disrupción más críticas basándose en el coste esperado anual (C_i) son las fuentes de entorno, financieras y sociales. Por otro lado, destacar que 2 eventos disruptivos: ET2 (aumento de la competencia) y F2 (cambios en las tasa de interés) representan el 54% del coste esperado anual de la totalidad de eventos disruptivos.

Tras la activación de las acciones preventivas, los costes esperados anuales de los eventos disruptivos (CD_i) disminuyen considerablemente, pues la empresa mejora su capacidad de preparación de la resiliencia empresarial. Las fuentes de disrupción que experimentan una mayor reducción en la diferencia de coste esperado anual entre la situación AS IS y TO BE son, ordenadas de mayor a menor reducción de coste, las fuentes de disrupción de aspectos sociales, entorno y financieros respectivamente.

Mediante el cálculo del índice $I_{PRE_{AS IS}}$, definido en la fórmula (5.8) del capítulo 5, se obtiene el índice del estado actual de la capacidad de preparación, siendo 1, completamente preparado ante los eventos disruptivos analizados y 0, nada preparado. El índice $I_{PRE_{AS IS}}$ de la PYME constructora es de 0,50, con lo cual la empresa posee una capacidad de preparación media. Sin embargo, cuanto más próximo esté dicho índice al 1, mayor capacidad de preparación poseerá la empresa para hacer frente a los potenciales eventos disruptivos. Por ello, la mejora de la capacidad de resiliencia debe ser una proceso continuo, pues las empresas son entidades dinámicas sometidas a sus propias presiones y a las del entorno que amenazan su supervivencia y cuanto mayor sea el índice $I_{PRE_{AS IS}}$, mayor capacidad de preparación para hacer frente a los potenciales eventos disruptivos.

Tabla 7.11. C_i y CD_i de los 12 eventos disruptivos analizados, junto con la propuesta de acciones preventivas a activar.

#Dis	C_i	#Acc	CD_i
F1	12.900 €	F1.3	3.219 €
F2	25.800 €	F2.3	675 €
F4	12.990 €	F4.6	996 €
L2	645 €	L2.3	236 €
L3	1.613 €	L3.6	114 €
ET1	8.100 €	ET1.3	3.011 €
ET2	64.500 €	ET2.1	13.799 €
		ET2.5	
ET11	6.495 €	ET11.4	234 €
S1	17.320 €	S1.3	1.328 €
S5	12.600 €	S5.3, S6.9	2.855 €
S6	3.600 €	S5.3, S6.9	299 €
S7	1.800 €	-	1.800 €

Mediante la aplicación del índice $I_{PRE_{TO\ BE}}$, definido en la fórmula (5.15) del capítulo 5, se obtiene el índice del estado futuro de la capacidad de preparación que es de 0,92, valor muy cercano al 1, con lo cual su capacidad de preparación está muy cercana a la situación ideal si implementa todas las propuestas de acciones preventivas ofrecidas en la solución óptima. Para ello, la empresa deberá destinar unos de recursos económicos que ascienden a 11.800€.

Análisis de la Capacidad de Recuperación

De los eventos analizados y acontecidos, que en este caso son los mismos, en la situación AS IS, la empresa ha registrado su ocurrencia en el 60% de las ocasiones, este porcentaje va descendiendo progresivamente conforme se va avanzando en los niveles superiores de detalle del conocimiento. El registro de las acciones de recuperación, tan solo se realiza en el 34% de los casos, mientras que un análisis detallado y la definición de un protocolo de actuación junto con el registro, tan sólo se ha realizado el 17% y el 8% respectivamente de las ocasiones en las que se ha producido un evento disruptivo de los analizados.

Respecto al registro de información según las fuentes de disrupción en la situación AS IS, la fuente de disrupción de aspectos legislativos es la que presenta un mayor registro, si bien es cierto que la empresa tan solo ha analizado 2 eventos disruptivos. La razón, por la cual es la fuente que presenta mayor registro, pues abarca el registro de los tres primeros niveles de detalle del conocimiento (evento, acción de recuperación y análisis detallado), es debida a que los aspectos legislativos son registrados/guardados para ser consultados en caso de dudas. La segunda fuente de disrupción más registrada es la fuente relacionada con aspectos del entorno.

La segunda fuente de disrupción más registrada es la fuente relacionada con aspectos del entorno. En este caso, casi el 70% de los eventos disruptivos han sido analizados, pero este porcentaje cae a la mitad cuando se refiere al registro de acciones de recuperación y definición de protocolos. Además, cabe señalar, que en este caso, no se cumple la presunción de que para el registro de un nivel de detalle de conocimiento superior, los niveles de detalle de conocimiento inferiores deben haber sido registrados. En este caso, existen registros de un protocolo de actuación, mientras que no existen registros de análisis detallados. Analizado el cuestionario cumplimentado por la empresa, se observa que el caso de protocolo de actuación está definido para el evento disruptivo de fuego. En este caso, la empresa, por normativa, tiene definido y registrado un protocolo de actuación ante la ocurrencia del evento disruptivo fuego, sin embargo no ha realizado un análisis detallado de lo acontecido, sino que directamente ha definido el protocolo.

En el caso de la fuente de disrupción de aspectos sociales, el registro de eventos disruptivos ronda el 75%, sin embargo el registro de las acciones de recuperación desciende hasta el 25%. Por último, señalar que la empresa no registra ningún tipo de elemento, ni tan siquiera la ocurrencia de los eventos disruptivos relacionado con la fuente de disrupción financiera.

Respecto a la situación TO BE, la tendencia en cuanto a la predisposición de registro del conocimiento acerca de los eventos disruptivos acontecidos sigue la tendencia esperada, pues la empresa del sector de la construcción y la promoción muestra interés en registrar los 4 elementos (evento, acción de recuperación, análisis y protocolo), pero siendo su intencionalidad más elevada según decrece el detalle del nivel de conocimiento. La empresa expone que se registrarán todos los eventos disruptivos acontecidos y analizados así como las acciones de recuperación de casi todos los eventos. Sin embargo, el porcentaje sobre la predisposición de la empresa para definir y registrar análisis detallados y protocolos de actuación, va disminuyendo conforme se va incrementando el nivel de detalle del conocimiento, aunque el porcentaje sigue siendo considerablemente elevado.

Con toda la información anterior, se calcula el índice AS IS de la capacidad de recuperación, $I_{REC_{AS\ IS}}$ que asciende a 0,20, valor que muestra una muy escasa capacidad de recuperación. Respecto al índice TO BE de la capacidad de recuperación, se obtiene un índice $I_{REC_{TO\ BE}}$ de 0,76. Existe una diferencia de 0,56 puntos entre ambos índices, con lo que la empresa precisa de una herramienta de soporte que esté especialmente diseñada para el registro de todos los elementos relevantes para poder recuperarse de manera eficiente. Para ello, SATIER ofrece el diseño del módulo de registro del conocimiento como medio inmejorable para dar soporte a las empresas en sus tareas de registro del conocimiento.

Cálculo del Índice de Resiliencia

Con los índices de la situación AS IS tanto de la capacidad de preparación ($I_{PRE_{AS\ IS}}$) como de recuperación ($I_{REC_{AS\ IS}}$) y los índices de la situación TO BE, también de la capacidad de preparación ($I_{PRE_{TO\ BE}}$) y de recuperación ($I_{REC_{TO\ BE}}$), se calcula el índice de resiliencia empresarial, para la situación actual de la empresa ($I_{RE_{AS\ IS}}$) y para la situación futura ($I_{RE_{TO\ BE}}$). La situación actual

muestra cómo de resiliente es la empresa sin haber tomado ninguna decisión ni medida para gestionar y mejorar la capacidad resiliente, mientras que la situación futura, se alcanza a través de la implementación de las diferentes acciones preventivas ofrecidas por el modelo MILP de la herramienta SATIER y a través del registro del conocimiento relacionado con la ocurrencia de eventos disruptivos a través del diseño del módulo de registro de la herramienta SATIER. Con el desarrollo de ambas acciones, implementación de acciones preventivas y registro, se calcula el índice de resiliencia futura TO BE, para poder conocer el nivel de resiliencia que podría alcanzar la empresa.

Para el cálculo del índice de resiliencia, la empresa pondera la importancia de las capacidades de preparación y recuperación a través del parámetro λ . En este caso, la empresa proporciona mayor importancia a la capacidad de preparación, para anticiparse ante la ocurrencia de los eventos disruptivos, que a la capacidad de recuperación, pues define λ como 0,6. De esta forma, la empresa está proporcionando información acerca de su preferencia por una actitud proactiva en vez de reactiva. El índice AS IS de resiliencia empresarial, $I_{RE_{AS\ IS}}$ tiene un valor de 0,61, mientras que el índice TO BE, $I_{RE_{TO\ BE}}$ mejora hasta un valor de 0,89. Existe una diferencia de 0,28 puntos entre el índice de resiliencia actual y deseado de la situación futura. Con lo cual, su índice de resiliencia empresarial mejora notablemente quedando próximo del óptimo 1 que sería la situación perfecta en la que le empresa es idealmente resiliente.

A modo de resumen, destacar que la empresa del sector de la construcción y promoción parece tener un nivel de capacidad de preparación bastante elevado, aunque su capacidad actual de recuperación es muy limitada atendiendo al registro del conocimiento sobre los eventos disruptivos acontecidos. La transición del estado AS IS al TO BE no es excesivamente amplia, aunque sí que mejora su capacidad de resiliencia empresarial de forma moderada. La mejora producida es mayor en la capacidad constituyente de la resiliencia empresarial de recuperación que en la capacidad de preparación. La inversión necesaria para realizar la transición del estado AS IS al TO BE es de 11.800€. Dicha inversión es necesaria para implementar las acciones preventivas que ofrece la solución del MILP de la herramienta SATIER y de esta forma mejorar la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial. Asimismo, la empresa debe mejorar su capacidad de recuperación a través del registro del conocimiento generado de la ocurrencia de eventos disruptivos y para ello, la herramienta SATIER ofrece el diseño del módulo de registro del conocimiento que será de gran ayuda para la empresa.

7.3 Análisis Conjunto de la Aplicación de SATIER en los Pilotos

7.3.1 Análisis del Procedimiento de Aplicación de la Herramienta SATIER

El cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER facilita el proceso de recopilación de los datos necesarios para poder realizar el cálculo del índice de resiliencia empresarial. Pero SATIER no solo ofrece información acerca de cómo está le empresa actualmente y cómo puede llegar a estar en el futuro respecto a su capacidad de resiliencia empresarial, sino que también ofrece cómo prepararse, a través de la solución del modelo de programación matemática que proporciona información sobre qué acciones preventivas óptimas debería activar la empresa para mejorar su capacidad de preparación y también proporciona el módulo especialmente diseñado para el registro de conocimiento relativo a la ocurrencia de eventos disruptivos, de forma que se mejore la base de conocimiento de la empresa en este ámbito y que permita una recuperación más eficiente.

El cuestionario de autoevaluación es una herramienta que está diseñada especialmente para que, sin la interacción de ningún actor ni el soporte o asistencia de un externo, la empresa pueda llegar a recopilar toda la información necesaria y cumplimentar correctamente el cuestionario, junto con el soporte de la metodología que guía las empresas en las diferentes fases y etapas a seguir para un desarrollo satisfactorio de análisis de la resiliencia empresarial. En el caso de los tres pilotos, para comprobar la autonomía de las empresas en cuanto a la recopilación y cumplimentación del cuestionario, se experimentó de forma que en una de las empresas se le explicó en qué consistía el proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, las instrucciones le fueron remitidas y de forma autónoma, sin necesidad de interacción, la empresa cumplimentó el cuestionario. Mientras que en los otros dos casos, la cumplimentación se realizó con el soporte externo de forma que las dos empresas, estuvieron en todo momento guiadas durante la cumplimentación de la información.

Las principales dificultades con las que se encontraron las empresas para la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación de la herramienta SATIER son las que se describen a continuación:

- Dificultad en la estimación de ciertos valores del cuestionario de autoevaluación, especialmente a la hora de definir la probabilidad de ocurrencia y la severidad de los eventos disruptivos. Ante

preguntas en las cuales se tiene que estimar por ejemplo la severidad de un evento disruptivo específico, en las empresas que sí que tuvieron soporte, la palabra más utilizada fue “depende”. Ante preguntas del tipo, ¿qué severidad tiene que en su empresa haya un ambiente hostil con los recursos humanos? La respuesta más generalizada es la de “depende”. Por ello, desde el principio (antes de iniciar la cumplimentación del cuestionario), la empresa debe elegir una de estas tres perspectivas para la cumplimentación del cuestionario: (i) optimista, (ii) moderada o (iii) pesimista. La perspectiva optimista se refiere a que cuando se cumplimenta el cuestionario, por ejemplo estimando la ocurrencia de eventos disruptivos (según su probabilidad, severidad y coste) lo hacen en su aspecto más positivo o favorable. A través de la visión moderada, cuando la empresa cumplimenta el cuestionario, lo hace desde una visión no extremada. Y por último, la perspectiva pesimista engloba la cumplimentación del cuestionario desde la visión lo más negativa o desfavorable posible. Aunque todo ello, está explicitado en las instrucciones de cumplimentación del cuestionario, la comprensión fue mucho más clara y sencilla en aquellas empresas con las que hubo contacto durante la cumplimentación del cuestionario.

- Dificultad en expresar los costes como % de la facturación anual. La información de entrada referente a los costes debe ser expresada como tanto por ciento (%) respecto a la facturación anual de la empresa. Una de las empresas, realizó la cumplimentación del coste de las acciones preventivas de una de las fuentes de disrupción, como el % del tiempo que cierto personal de cierta categoría de su empresa invertiría en implementar y mantener la acción preventiva durante un año. Para transformar el tiempo en coste, la empresa facilitó los datos sobre el coste medio anual del personal de la categoría especificada así como los días laborables anuales de su empresa. Finalmente, la herramienta SATIER tuvo que reprocesar la información de entrada para transformarla en % sobre la facturación anual de la empresa y de este modo que los datos de entrada estuviesen en el formato adecuado.
- Dificultad para estimar costes anuales. Durante la revisión de los datos introducidos, siguiendo la etapa II.4. Revisión y refinamiento de la información de la propuesta metodológica definida en el capítulo 5, se detectó algunas inconsistencias en la estimación de costes, pues no estaban expresados de forma anual, hecho que sucedía de forma más predominante en la estimación de los costes de las acciones preventivas. La principal razón se focaliza en que la estimación del coste anual abarca los costes de implementación de la acción por primera vez y los costes de mantenimiento de la misma. Por tanto, para el cálculo del coste anual de la acción preventiva, se debía tener en cuenta el coste de implementación con una duración determinada que se extendiese a varios periodos de forma que la empresa pudiese estimar dicho valor pero de manera anual, para posteriormente añadirle el coste anual de mantenimiento de la acción preventiva, que en este caso, a las empresas les resultó más sencillo de calcular. Por tanto, aunque dicha observación está descrita en las instrucciones para las empresas, fue mucho más eficiente su esclarecimiento en contacto directo.
- Incertidumbre a la hora de la cumplimentación del cuestionario acerca de la cantidad de eventos disruptivos a analizar así como la cantidad de acciones preventivas a seleccionar. Del mismo modo que en el caso anterior, a las empresas a las que se les asistió durante el proceso de cumplimentación, se les explicó que debían seleccionar aquellos eventos disruptivos en los que estuvieran interesados para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. Aquellos eventos que no seleccionaban, bien era debido porque no les aplicaban o porque la empresa no estaba interesada. Y del mismo modo con las acciones preventivas, se les expuso que tan sólo tenían que seleccionar aquellas que creían interesantes y viables de ser implementadas en sus respectivas empresas. Dicha información está presente en el documento de instrucciones para la cumplimentación del cuestionario. La empresa que cumplimentó el cuestionario de manera autónoma, no tuvo problemas en este sentido.

El proceso de cumplimentación del cuestionario en sí no es un proceso complejo, sin embargo la búsqueda de la información así como la estimación de los valores de los requerimientos de información de entrada, sí que es una tarea más compleja pues se debe tener en cuenta todas las enumeraciones anteriores, y además la búsqueda y estimación de la información es complicada por naturaleza.

No obstante, todas las dificultades descritas anteriormente han sido utilizadas para actualizar el documento de instrucciones así como la página web de la herramienta SATIER, para de este modo, facilitar al máximo la comprensión de cuáles son los objetivos del proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, pero también cómo se deben introducir los datos de entrada y desde qué perspectivas se puede posicionar la empresa para la cumplimentación de la información de entrada.

7.3.2 Análisis Comparativo de la Aplicación de SATIER en los tres Pilotos Participantes

La aplicación de la herramienta SATIER, tal y como se ha visto en las secciones anteriores, se ha realizado en tres empresas, siendo dos de ellas PYMES y una gran empresa. La Tabla 7.12 muestra un resumen de las características principales de las empresas participantes en el proceso de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

Tabla 7.12. Características de las empresas de los tres pilotos participantes en la aplicación de SATIER.

	Tamaño	Sector	Sector Industrial	Número de empleados	Ámbito de operación
Piloto 1	PYME	Textil	✓	12	Nacional
Piloto 2	Empresa	Automoción	✓	620	Internacional
Piloto 3	PYME	Construcción y promoción	X	15	Internacional

Se puede observar una gran diferencia entre las empresas participantes pues hay dos PYMEs, una que pertenece al sector tradicional textil y una empresa del sector de la construcción y promoción, sector que no es considerado puramente industrial. Originalmente, SATIER ha sido diseñada para ir dirigida a empresa de sectores industriales y productivos, sin embargo mediante la aplicación de la herramienta a una empresa de un sector no industrial, se ha evidenciado que existen numerosos eventos disruptivos que no aplican pero que existen otros tanto que sí que son comunes con los ya predefinidos en la herramienta, y que por tanto, también se puede aplicar a otra tipología de empresas no necesariamente de sectores industriales. Sin embargo, cabe mencionar que en este caso, sería aconsejable diseñar una herramienta SATIER.02, destinada única y exclusivamente a empresas de sectores que no son puramente industriales, eliminando aquellos eventos disruptivos que no aplican y realizando un análisis exhaustivo de la literatura y de la situación real de las empresas no industriales (tal y como se realizó en su momento para el desarrollo de la versión actual de la herramienta SATIER), para definir el nuevo listado de eventos disruptivos destinados a esta tipología de empresa.

Por otro lado existe una gran empresa del sector de la automoción, que cuenta con 620 empleados y que opera a nivel internacional, con lo cual es un perfil de empresa muy diferente a los dos anteriores. La gran diversidad en las características de las empresas participantes, se considera muy favorable, pues se obtienen visiones diferentes sobre la propia herramienta así como sobre los resultados que ofrece, lo cual evidencia que la elección de los pilotos constituye una muestra representativa del tejido empresarial español. Por tanto, destacar que la aplicación de la herramienta SATIER ha sido lo más amplia posible, no desde el punto de vista de cantidad de empresas participantes, sino desde la perspectiva de que la muestra de empresas participantes fuera lo más heterogénea posible para que diferentes perfiles testearan la herramienta y se obtuviese una validación robusta de los resultados de investigación.

Además, el ámbito de aplicación de la herramienta SATIER en las tres empresas ha sido muy diferente. La PYME de sector textil ha mostrado interés, a través de los datos de entrada obtenidos mediante la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación de la herramienta, en el análisis de las 11 fuentes de disrupción, analizando un total de 45 eventos disruptivos. La PYME del sector de la construcción, tal solo ha mostrado interés en el análisis de 4 fuentes de disrupción. En este caso, en que la empresa tan solo ha querido analizar una pequeña parte de las fuentes de disrupción ofrecidas por SATIER, puede que sea debido a que en algunas fuentes de disrupción, los eventos disruptivos predefinidos no aplicaban debido a la particularidad de su sector no industrial. Por último, la gran empresa de automoción, ha dedicado sus esfuerzos a estudiar los eventos disruptivos de tres fuentes de disrupción, debido a que son las áreas que, según la dirección de la empresa, son las más susceptibles ante la ocurrencia de eventos disruptivos.

La Tabla 7.13 muestra un resumen del ámbito de aplicación de la herramienta SATIER en cada uno de los tres pilotos.

Tabla 7.13. Ámbito de aplicación de la herramienta SATIER

		Fuentes de disrupción analizadas	Eventos disruptivos analizados	Acciones preventivas seleccionadas	Eventos acontecidos
	SATIER	11	71	312	71
Piloto 1	PYME textil	11	45	90	24
Piloto 2	Empresa automoción	3	17	43	17
Piloto 3	PYME construcción	4	12	33	12

Respecto a la comparativa entre el estado actual de las empresas (estado AS IS) y la situación futura (TO BE) según las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial: la capacidad de preparación y la de recuperación, así como la propia capacidad de resiliencia empresarial, los resultados del cálculo de los diferentes índices se muestran en la Tabla 7.14.

Tabla 7.14. Comparativa de los índices de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial y de la propia resiliencia empresarial

	Capacidad de Preparación		Capacidad de Recuperación		Capacidad de resiliencia empresarial	
	I PRE _{AS IS}	I PRE _{TO BE}	I REC _{AS IS}	I REC _{TO BE}	I RE _{AS IS}	I RE _{TO BE}
PYME textil	0,38	0,84	0,13	0,80	0,29	0,83
Empresa automoción	0,32	0,63	0,17	0,82	0,28	0,68
PYME construcción	0,50	0,92	0,20	0,76	0,61	0,89

De los tres pilotos, el piloto 3 es el que presenta una mayor capacidad de preparación, mientras que los otros dos pilotos poseen índices muy similares. Asimismo, tras la activación de las acciones preventivas, el piloto 3 sigue siendo la empresa que mayor aumenta su capacidad de preparación ante eventos disruptivos, seguida por la empresa textil, cuyo $I_{PRE_{TO BE}}$ aumenta más del doble. En el caso de la empresa de automoción, aunque también mejora su capacidad de preparación notablemente, es la menos preparada ante la ocurrencia de eventos disruptivos.

La Figura 7.23 muestra la comparativa entre los tres pilotos en cuanto a: (i) los eventos disruptivos analizados, (ii) las acciones preventivas seleccionadas por la empresa como interesantes para prepararse ante eventos disruptivos y (iii) las acciones preventivas idóneas que la empresa debería activar para mejorar su capacidad de preparación, solución ofrecida a través de la iteración del modelo matemático MILP de la herramienta SATIER.

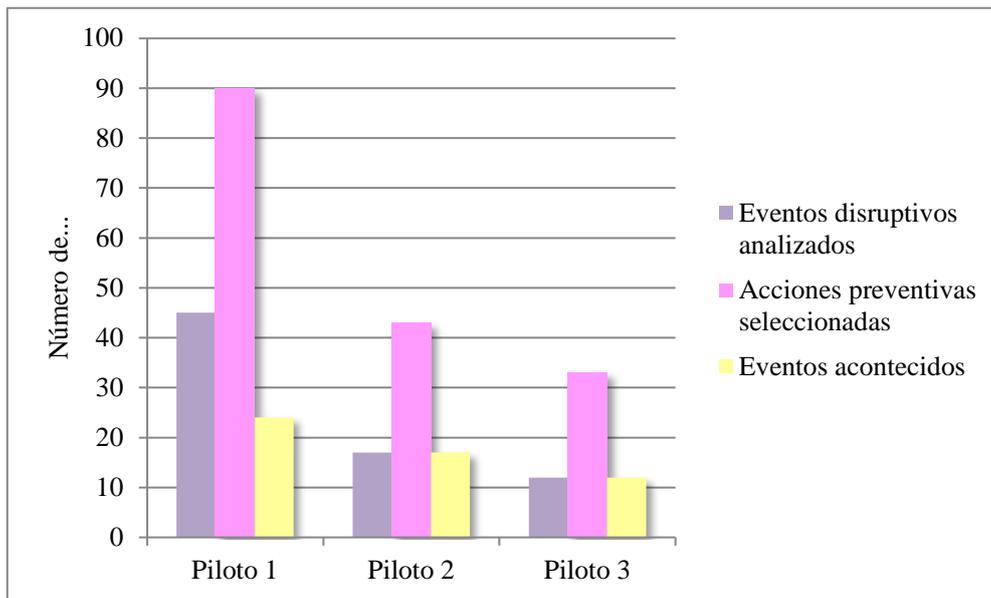


Figura 7.23. Comparativa de las acciones preventivas seleccionadas y activadas según el número de eventos disruptivos analizados en los tres pilotos.

El ratio de acciones preventivas activadas por piloto es de 1,2; 0,6 y 1,0 respectivamente. Por lo tanto, el piloto que presenta un mayor ratio es el piloto 1 que también coincide con el piloto cuya transición del estado AS IS al TO BE, en cuanto a la capacidad de preparación es la mayor de las tres aplicaciones, aunque en términos absolutos, es el piloto 3 quien presenta una mayor capacidad de preparación tras la activación de las acciones preventivas.

Respecto al índice de recuperación, la mayor transición entre el estado AS IS y el TO BE también la experimenta el piloto 1, aunque en términos absolutos es la empresa de automoción (piloto 2), la que presenta una mayor capacidad de recuperación de los tres pilotos.

Finalmente y siguiendo la misma tendencia que con las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial, el piloto 1 es el que experimenta un mayor aumento de la capacidad de resiliencia, encontrándose en segunda posición, la gran empresa del sector de la automoción y en tercera posición, la PYME del sector de la construcción. Al principio de la presente investigación, se podría haber asumido que la gran empresa de automoción, al no tener las limitaciones de recursos, característico de las PYMES, resultaría ser la que finalmente presentase una mayor capacidad de resiliencia, pero no ha sido así, sino que la PYME textil, la más pequeña en cuanto a tamaño, es la que ha experimentado una mayor transición en el índice de la capacidad de resiliencia. Si bien es cierto, que la inversión en resiliencia empresarial de la PYME textil es bastante cuantiosa, respecto a la inversión de la otra PYME participante.

No obstante, independientemente del análisis comparativo de la aplicación de la herramienta SATIER en las tres empresas, las mejoras obtenidas en los tres pilotos son reconocidas por todas las empresas. Se reconoce que la habilidad con la que las empresas participantes harán frente a potenciales eventos disruptivos mejora de manera muy notable con la implementación de las acciones preventivas y de registro.

7.4 Conclusiones

La herramienta SATIER se ha aplicado a tres empresas obteniendo buenos resultados, desde tres puntos de vista.

Desde el punto de vista de la recopilación y cumplimentación de la información. Tras la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación SATIER, se han realizado pruebas de forma colaborativa con la empresa que ha cumplimentado el cuestionario de manera autónoma (sin necesidad de interacción y asistencia externa) y tras la revisión conjunta de la información de entrada, tan sólo se detectaron 2 pequeños errores y uno de gran magnitud. Los dos primeros relacionados con un pequeño error de cálculo y con la introducción de una cifra errónea, mientras que el tercero está relacionado con la estimación errónea del coste anual, pues no había sido calculado de forma anual. Por lo tanto, se puede concluir que el cuestionario se puede cumplimentar correctamente de manera autónoma, pese a los tres errores detectados, aunque si bien es cierto que la selección adecuada de la información de entrada es una tarea compleja. Por ello, en la propuesta metodológica se define una etapa (II.4) de revisión y refinamiento de la información para detectar inconsistencias previamente a la introducción de la información en SATIER.

Desde el punto de vista de la comunicación con las empresas para la provisión de los resultados. Una vez que las empresas han proporcionado los datos de entrada necesarios, la herramienta SATIER procesa los datos y lanza el modelo de programación matemática con el que se obtiene el resultado sobre qué acciones preventivas activar para mejorar la capacidad de preparación. Además con dichos resultados, se calculan los índices de la capacidad de preparación de la resiliencia empresarial de la situación AS IS y TO BE. De forma paralela, a través de los datos de entrada del cuestionario de autoevaluación SATIER, donde se cumplimenta el registro de los eventos disruptivos, se calculan los índices de la capacidad de recuperación del estado AS IS y del TO BE. Finalmente, todos estos resultados sirven para el cálculo del índice de resiliencia empresarial actual y futuro. Toda esta información de salida de la herramienta SATIER, se detalla en un informe que es enviado a las empresas. La comunicación con las empresas, de forma que reciban los resultados (a través del informe), ha sido muy fluida y valorada muy positivamente por las empresas.

Desde el punto de vista del análisis de los resultados. Una vez analizados los resultados ofrecidos por la herramienta SATIER, las empresas han expresado que los resultados están en línea con su situación actual y creen muy beneficiosa la información que se les proporciona acerca de qué acciones llevar a cabo para mejorar su índice de resiliencia. Los tres pilotos han manifestado su satisfacción con las conclusiones extraídas del análisis y su predisposición a llevar a cabo la implementación de todas aquellas acciones que mejoren la continuidad de su negocio a largo plazo.

No obstante, la aplicación de la herramienta SATIER también ha servido para la detección de pequeñas inexactitudes que han sido corregidas conforme se iba testeando la herramienta y para la obtención de ciertas sugerencias por parte de los usuarios para mejorar diversos aspectos de la herramienta de modo que fuese más sencilla y ergonómica de utilizar. Algunas de las sugerencias se han implementado rápidamente y otras como por ejemplo que la versión online del cuestionario de autoevaluación de la SATIER también ofrezca información acerca de si la información introducida es correcta (por ejemplo la probabilidad de ocurrencia de un evento disruptivos sea mayor o igual que la probabilidad de ocurrencia de dicho evento disruptivo tras activar 1 o más acciones preventivas) todavía no han sido implementadas. Se está averiguando si el sistema actual utilizado para albergar el cuestionario de autoevaluación de

SATIER de manera online, permite la comprobación y validación de la información introducida atendiendo a diferentes reglas como por ejemplo \leq , \neq , etc.

Actualmente, las tres empresas se encuentran inmersas en la Fase IV: “Diagnóstico, Planificación e Implementación de Acciones” de la metodología propuesta en la presente investigación. Más concretamente, dos empresas se encuentran en la Etapa IV.2, mientras que una de las PYMEs ya se encuentra en la Etapas de IV.3 y IV.4 de implementación de acciones. La propuesta metodológica está sirviendo a las empresas para seguir con continuidad todas las fases para alcanzar la mejora de su capacidad resiliente, pero también como soporte para la formación de nuevo personal que es involucrado en el proceso de análisis y mejora de la resiliencia empresarial y que no ha seguido su implementación desde el inicio.

Además de la validación de la herramienta SATIER y de su metodología hasta la Fase IV, por las tres empresas, tanto la herramienta SATIER como la propuesta metodológica descrita en el capítulo 6, ha sido validada por una empresa consultora especializada en la mejora de las operaciones empresariales y en la gestión de la cadena de suministro así como en el desarrollo de soluciones tecnológicas para empresas líder. La consultora ha mostrado su interés en la herramienta SATIER y en su metodología de apoyo para dar servicio a empresas que precisen analizar resiliencia. Por tanto, el siguiente paso es en sentido se dirigirá hacia el desarrollo de un análisis detallado del plan de explotación de la herramienta SATIER a través de diferentes modelos de explotación como por ejemplo el modelo CANVAS.

7.5 Anexos

Anexo 7.1. Piloto 2: Empresa del Sector de la Automoción. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/5NOejy>

Anexo 7.2. Piloto 3: PYME del Sector de Construcción y Promoción. Disponible a través del siguiente link: <https://goo.gl/eNMkn3>

PARTE V. CONCLUSIONES Y
LÍNEAS FUTURAS DE
INVESTIGACIÓN

Capítulo 8. Conclusiones

Este capítulo contiene las principales conclusiones obtenidas a raíz del trabajo de investigación realizado. Se describen las contribuciones realizadas tanto al ámbito académico como en el empresarial y se evidencia el cumplimiento de los objetivos de investigación propuestos. Además se detalla el ámbito de aplicación así como las limitaciones encontradas durante el proceso de investigación.

8.1 Contribución de la Investigación

La contribución principal de la presente investigación es el desarrollo de la herramienta SATIER y de la propuesta metodológica de soporte para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial. La Figura 8.1 muestra un resumen de los diferentes elementos que componen la contribución principal de la tesis.

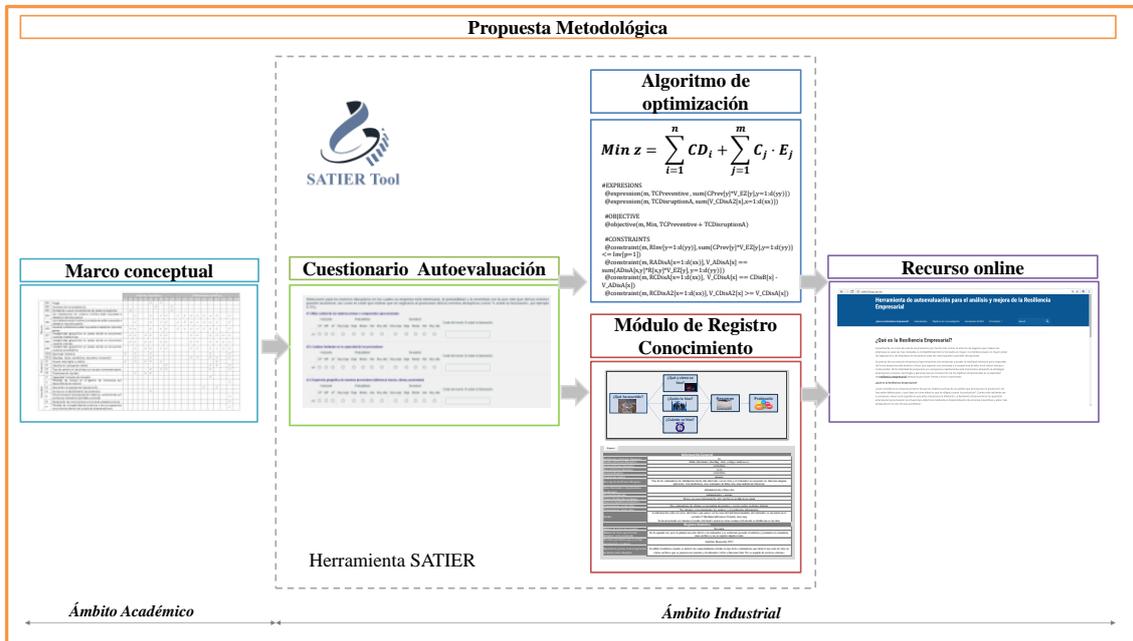


Figura 8.1. Síntesis de la contribución global de la presente investigación.

SATIER está compuesta por:

- Un cuestionario de autoevaluación para ser cumplimentado por las empresas interesadas en analizar y mejorar su capacidad de resiliencia. El cuestionario proporciona la información de entrada necesaria para el cálculo del índice de resiliencia empresarial actual de la empresa y también el mismo índice, pero para la situación futura en la que se introduzcan mejoras que hagan aumentar la capacidad resiliente de la empresa.
- Un modelo matemático de programación lineal mixta entera (MILP) con el objetivo de proporcionar recomendaciones acerca de qué acciones preventivas son las óptimas a implementar para mejorar la capacidad de preparación, capacidad constituyente de la resiliencia empresarial.
- El diseño y estructura del módulo de registro del conocimiento del histórico de eventos disruptivos para crear una base de conocimiento que permita reutilizarlo cuando sea requerido de forma que se mejore la capacidad de recuperación, capacidad constituyente de la resiliencia empresarial, al tener el conocimiento necesario fácilmente disponible.
- Un entorno web de modo que SATIER y toda la información relevante de la presente investigación para el análisis y mejora de la capacidad de resiliencia empresarial esté a disposición de las empresas interesadas.
- La propuesta metodológica que guía a las empresas en la ejecución de su proyecto de análisis y mejora de su capacidad de resiliencia, abarcando el análisis y mejora de sus capacidades constituyentes (preparación y recuperación).

Todo ello basado en una exhaustiva revisión bibliográfica donde se han identificado las fuentes de disrupción y sus eventos disruptivos más críticos y comunes, así como las acciones preventivas más apropiadas según el evento disruptivo analizado. La propuesta de acciones preventivas basada en la literatura ha sido contrastada por parte de un panel de expertos experimentados en cada fuente de disrupción en dos rondas consecutivas. Todo ello conforma el marco conceptual de análisis de la herramienta SATIER que sirve de base para la configuración de la estructura de la herramienta.

Por lo tanto, la investigación no solo realiza una aportación al ámbito empresarial mediante el desarrollo de la herramienta SATIER y su aplicación real en tres casos de estudio, sino que también realiza un aporte teórico a la base de conocimiento científico en forma de marco conceptual de categorización y

clasificación de eventos disruptivos y de sus acciones preventivas para el análisis y mejora de la resiliencia. Además, destacar que la formulación del modelo matemático de optimización para la mejora de la capacidad de preparación, capacidad constituyente de la resiliencia empresarial, también es una contribución de relevancia al mundo académico, pues supone una innovación original en el campo de la resiliencia empresarial.

Desde el ámbito empresarial, la herramienta SATIER proporciona información relevante para ayudar a las empresas en el proceso de toma de decisiones acerca:

- De las acciones preventivas óptimas a activar/implementar para mejorar la capacidad de preparación ante eventos disruptivos, que por ende mejorará la capacidad de resiliencia empresarial.
- Del registro del histórico de eventos disruptivos de forma que se fomente la creación de una base de conocimiento para mejorar la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial en caso de que eventos disruptivos iguales o similares acontezcan.

Las empresas tienen a su alcance una herramienta que no sólo da a conocer cuán resiliente son actualmente dichas empresas, sino que ofrece información muy significativa acerca de las acciones a implementar para mejorar su capacidad de resiliencia empresarial. Para ello, también disponen de una serie de pautas estructuradas en forma de propuesta metodológica que guía a las empresas durante todo el ciclo de vida del análisis y mejora de la resiliencia empresarial para conseguir una capacidad mejorada a corto plazo.

Además, todos los recursos de la herramienta SATIER están disponibles de manera online a través de su página web <http://satier.blogs.upv.es/>, de forma que la herramienta es muy accesible. Asimismo la cumplimentación del cuestionario de autoevaluación no es una tarea especialmente compleja y las empresas tienen a su disposición diferentes documentos de ayuda y guía, así como un email de contacto al que dirigirse en caso de duda. Tras la cumplimentación, las empresas reciben el informe final con un plazo máximo de 2 días laborables.

Con todo ello, las empresas poseen mayor información ante decisiones respecto a la inversión de activos para reducir el impacto de las disrupciones o asumir el impacto de algunas de ellas, mediante una mejora en la capacidad de preparación pero también en su capacidad de recuperación para garantizar la continuidad del negocio.

8.2. Respuesta a las Preguntas de Investigación

En el capítulo 1 se detallaban las diferentes preguntas de investigación así como la propuesta de objetivos de la presente investigación. A continuación se detalla el análisis de cómo la contribución de la presente investigación responde a las diferentes preguntas de investigación. El análisis se inicia con la pregunta general y global envolviendo las diferentes cuestiones específicas:

Pregunta General de la Investigación

¿Cómo puede una empresa analizar y mejorar su capacidad de resiliencia empresarial?

Una empresa puede analizar su capacidad de resiliencia a través de la herramienta SATIER. Para ello, la empresa debe proporcionar la información de entrada a través del cuestionario de autoevaluación de la herramienta, que está disponible tanto de manera *online* como *offline*. Con los datos introducidos, el modelo de programación lineal mixta entera calcula las acciones preventivas óptimas a ser implementadas para mejorar la capacidad de preparación de la empresa, capacidad constituyente de la resiliencia empresarial y con ello, se obtiene el índice de preparación de la situación actual y de la situación futura.

Asimismo, los datos de entrada también se utilizan para el cálculo del índice de la capacidad de recuperación, tanto de la situación actual de la empresa como de su situación futura tras la implementación de las acciones de registro.

Una empresa puede mejorar la capacidad de resiliencia empresarial:

- A través de los resultados ofrecidos por SATIER acerca de qué acciones preventivas implementar para mejorar la capacidad de preparación.
- A través del diseño del módulo de registro del conocimiento ofrecido por SATIER para registrar todo el conocimiento relevante relacionado con el histórico de eventos disruptivos de forma que se mejore la capacidad de recuperación.

Todo ello con el soporte de la propuesta metodológica que guía a las empresas tanto en el proceso de análisis como de mejora de la resiliencia empresarial.

Las Preguntas de Investigación (PI) que se formularon en el capítulo 1, se resumen a continuación junto a la justificación de cómo la contribución de la presente investigación da respuesta cada una de las PIs específicas:

PI1. ¿Podría describirse de forma específica una metodología que de soporte y guíe a las empresas que pretendan analizar y mejorar su capacidad de resiliencia empresarial?

La presente investigación desarrolla una propuesta metodológica en forma de guía que consta de 6 fases y 24 etapas con el objetivo principal de guiar a las empresas en la ejecución de su proyecto de análisis y mejora de su capacidad de resiliencia, abarcando el análisis y mejora de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial, tanto la capacidad de preparación como la de recuperación. La propuesta metodológica es una propuesta global; que engloba todas las fases de un proyecto desde su concepción hasta la fase de mejora e innovación continua. Es una propuesta con un claro enfoque práctico que precisa de la experiencia del personal de la empresa pero que del mismo modo ofrece resultados muy funcionales. Es una propuesta sencilla que trata de facilitar a las empresas la puesta en marcha de un proyecto de esta envergadura y cuenta con un enfoque estructurado mediante la definición de una secuencia lógica de fases y etapas, de forma que las empresas puedan ser autónomas en su seguimiento e implementación. Es una propuesta metodológica flexible pues ha sido definida con suficiente nivel de detalle pero de forma universal para garantizar que su implementación puede ir dirigida a cualquier tipo de empresa.

Las PIs 2 y 5 se presentan agrupadas, pues el mismo elemento de la presente investigación, da respuesta a ambas.

PI2. ¿Podría desarrollarse una nueva herramienta que evalúe la resiliencia empresarial a través del análisis de las disrupciones potenciales que puedan acontecer e impactar en la empresa?

PI5. ¿Cómo podría una empresa saber si sus procesos hoy son más resilientes de lo que lo eran ayer?

La presente investigación desarrolla la herramienta SATIER (*Self-Assessment Tool to Improve Enterprise Resilience*) cuyo objetivo principal es calcular el índice de resiliencia empresarial desde las dos perspectivas que conforman la capacidad de resiliencia: la capacidad de preparación de la empresa para hacer frente a eventos disruptivos y su capacidad de recuperación, una vez que los eventos disruptivos ya han acontecido. Para el análisis de la capacidad de preparación, la herramienta ofrece una recopilación de eventos disruptivos sobre los cuales el usuario define la probabilidad de ocurrencia, el horizonte temporal, la severidad y coste del impacto en el caso que aconteciese (situación actual - AS IS) y una estimación del nivel al que disminuiría la probabilidad y/o severidad del evento estudiado si se implementasen ciertas acciones preventivas específicas y predefinidas en la herramienta junto con el coste de dichas acciones (situación futura - TO BE).

Para el análisis de la capacidad de recuperación, el usuario proporciona a la herramienta información acerca del registro de acciones de recuperación que se ejecutaron en el pasado para devolver a la empresa a su estado normal de operación (situación actual - AS IS) así como la predisposición de registrar eventos disruptivos que vayan aconteciendo y las acciones de recuperación que se ejecuten para que la empresa siga funcionando normalmente (situación futura - TO BE).

Con todo ello, SATIER:

- Ofrece información a la empresa acerca de la situación actual en cuanto a su capacidad de resiliencia.
- Proporciona información acerca de qué acciones preventivas debería implementar para mejorar su capacidad de preparación ante eventos disruptivos.
- Aporta el diseño del módulo de registro del conocimiento para mejorar la capacidad de recuperación.
- Facilita información a la empresa acerca de si se implementan las acciones preventivas y se realizase un registro del conocimiento, cuál sería su capacidad de resiliencia futura.

Con el cálculo del índice de resiliencia actual y futuro, las empresas reciben un informe final donde se ofrece toda la información de la situación actual y del escenario futuro así como un análisis

comparativo de ambas situaciones.

El análisis de la resiliencia empresarial debe ser un proceso periódico que sea definido y establecido en la empresa de forma habitual para de esta forma conocer el índice de resiliencia empresarial frecuentemente y tener un valor actualizado. Además se debe considerar que:

- Si la empresa va activando e implementando acciones preventivas para mejorar su capacidad de preparación, o acciones de registro para mejorar su capacidad de recuperación, su índice de resiliencia se modificará y para conocerlo deberá introducir los nuevos datos de entrada a través del cuestionario de autoevaluación, de modo que se ofrezca el nuevo índice de resiliencia empresarial actualizado.
- Si las características de la empresa, de su red de suministro y del entorno varían, su índice de resiliencia también se verá alterado, y la empresa debe conocer en todo momento, su índice de resiliencia así como aquellas fuentes de disrupción más críticas para tomar las decisiones oportunas y minimizar los efectos negativos de su potencial ocurrencia.

Por ello, la herramienta SATIER está disponible de manera *online* de forma que sea muy accesible a las empresas para poder realizar y/o actualizar el análisis de forma periódica, y de esta forma, conocer si sus procesos son hoy más resilientes de lo que lo eran ayer o por el contrario el propio dinamismo de la empresa y del entorno provoca que sean menos resilientes y por lo tanto que tengan que implementar acciones preventivas y/o de registro para mejorar su capacidad de resiliencia.

La siguiente PI está relacionada con la información de salida que ofrece la herramienta SATIER acerca de la capacidad de preparación ante eventos disruptivos:

PI3. ¿Qué tipo de información precisa la empresa para poder tomar decisiones estratégicas relativas a cómo prepararse ante la ocurrencia de eventos disruptivos?

La herramienta SATIER ofrece el análisis de la capacidad de preparación a través del coste que los potenciales eventos disruptivos pueden ocasionar a la empresa, teniendo en cuenta la probabilidad y severidad de los mismos así como su horizonte temporal. Además, por cada evento disruptivo, la herramienta analiza diferentes acciones preventivas, con la finalidad de que el modelo de programación lineal mixta entera calcule aquellas acciones óptimas a implementar para mejorar de forma idónea la capacidad de preparación de la empresa.

La herramienta tiene una naturaleza estratégica pues proporciona a la alta dirección de información relevante acerca de las acciones preventivas a implementar para mejorar la capacidad de preparación de la empresa.

La PI4 está relacionada con la segunda capacidad constituyente de la resiliencia empresarial que es la capacidad de recuperación:

PI4. ¿Cómo se podría hacer más eficiente el proceso de recuperación de la empresa ante la ocurrencia de uno o varios eventos disruptivos cuyos efectos negativos impactan de forma perjudicial en la empresa?

Durante el desarrollo de la presente investigación se ha considerado que un factor esencial en la capacidad de recuperación es la gestión del conocimiento que posee la empresa acerca de los eventos disruptivos que han acontecido y de las medidas adoptadas para recuperarse lo antes posible y de la manera más eficiente. Por ello, la mejora de la capacidad de recuperación pasa por promover el registro del conocimiento, de forma que, cuando el evento disruptivo acontezca, la información esté de forma clara y sencilla disponible para facilitar la recuperación. Para ello, SATIER pone a disposición de las empresas el diseño del módulo de registro del conocimiento para centralizar el proceso de registro y extracción del conocimiento en caso de que sea necesario. Dicho diseño puede ser utilizado de base para desarrollar un propio espacio colaborativo de registro del conocimiento a través de la intranet de las empresas usuarias de SATIER, a través de aplicaciones de escritorio o se puede utilizar, en la versión actual, directamente a través de cualquier servicio de alojamiento de archivos como por ejemplo Google Drive.

Finalmente, la PI6 se centra en el hecho de que SATIER debe ser una herramienta dinámica y en constante evolución.

<p>PI6. ¿Podría analizarse la capacidad de resiliencia empresarial periódicamente? ¿La herramienta presentaría información actualizada acerca de las futuras amenazas así como de las acciones para hacer frente a dichas amenazas?</p>
<p>El cálculo del índice de resiliencia no debe ser un análisis que se realice de forma puntual en la empresa sino que debe ser un procedimiento habitual y que sea realizado de forma periódica para que la empresa sea conocedora constantemente de cuál es su índice de resiliencia y de esta forma, dar soporte a la toma de decisiones estratégica, y disminuir la vulnerabilidad de la empresa ante potenciales eventos disruptivos.</p> <p>Debido a la gran dinamicidad del entorno y a las condiciones inestables que afectan a las empresas, la herramienta SATIER presenta una estructura abierta, de forma que en cualquier momento se puedan incluir nuevos eventos disruptivos que no están actualmente pre-definidos en el herramienta o incluso acciones preventivas que sean del interés de la empresa y que no hayan sido consideradas en la versión actual. Por lo tanto, la flexibilidad de la herramienta la dota de características de renovación y actualización constante de forma que se retroalimenta de las futuras amenazas reales que preocupan a las empresas.</p>

8.3. Cumplimiento de los Objetivos Propuestos

A continuación se muestra la definición de los objetivos que se formularon en el capítulo 1, junto con la justificación de la consecución de los mismos:

Objetivo Principal de la Investigación
<p><i>Análisis y mejora de la capacidad de resiliencia empresarial</i></p>
<p>La contribución de la presente investigación permite y facilita el proceso de análisis y mejora de la capacidad de resiliencia empresarial:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Análisis.</u> <p>El análisis se realiza a través de la herramienta SATIER, considerando :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los datos de entrada que se obtienen a través del cuestionario de autoevaluación, que permiten el cálculo del $I_{PRE_{AS\ IS}}$ y $I_{REC_{AS\ IS}}$. • La formulación del modelo de programación lineal mixta entera que optimiza las acciones preventivas que la empresa debería implementar y que permite el cálculo del $I_{PRE_{TO\ BE}}$. • La estimación de la predisposición del registro del conocimiento que permite el cálculo del $I_{REC_{TO\ BE}}$. <p>Con todo ello se calculan los índices de resiliencia actual y futura ($I_{RE_{AS\ IS}}$ y $I_{RE_{TO\ BE}}$) que permiten analizar la situación actual de la empresa así como la situación ideal futura.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Mejora</u> <p>La mejora de la capacidad de resiliencia empresarial se lleva a cabo a través la información de salida que proporciona la herramienta SATIER:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Informe final, que ofrece información relevante acerca de las acciones preventivas óptimas a implementar para mejorar la capacidad de preparación. • El diseño del módulo de registro de conocimiento que facilita el proceso de registro de información relevante sobre el histórico de eventos disruptivos para mejorar la capacidad de recuperación. <p>La contribución de la presente investigación también incluye la propuesta metodológica que da soporte a las empresas durante todo el proceso de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.</p>

Respecto a los objetivos específicos, la consecución de los mismos con la aportación de la presente investigación se resume a continuación:

O1. Propuesta de una metodología para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial que asista a la alta dirección y a las diferentes unidades funcionales de la empresa a identificar los eventos disruptivos críticos así como las alternativas adecuadas.

La herramienta SATIER está asistida por la definición de una propuesta metodológica que se encuentra definida en el capítulo 6 y que da soporte a las empresas que deseen emprender un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

O2. Desarrollo de una herramienta de análisis y mejora de la capacidad de resiliencia empresarial:

La consecución del objetivo O2 se basa en el desarrollo de la herramienta SATIER.

O2.1. Que proporcione información acerca de en qué estado se encuentran las empresas en cuanto a su índice de resiliencia actual y hasta que nivel podría la empresa mejorar su capacidad de resiliencia futura.

La herramienta proporciona información acerca de la situación actual y futura de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial y de la propia capacidad de resiliencia empresarial a través del cálculo de los respectivos índices.

O2.2. Que asista en la toma de decisiones sobre qué acciones preventivas se deben activar e implementar para mejorar la capacidad de preparación de la empresa.

A través de la formulación del modelo de programación lineal mixta entera, se obtiene la información acerca de qué acciones preventivas son las óptimas para mejorar la capacidad de preparación de la empresa. Las empresas reciben un informe final donde se les proporciona la dicha información.

O2.3. Que permita el registro de información relevante acerca de la ocurrencia de eventos disruptivos que sirva de soporte para una recuperación eficiente ante el acontecimiento de situaciones adversas.

El diseño del módulo de registro del conocimiento del histórico de eventos disruptivos permite registrar y almacenar conocimiento relevante para la capacidad de recuperación, de modo que sea fácilmente reutilizado ante la inminente ocurrencia de un evento disruptivo.

O3. Testeo de la utilidad de la metodología de análisis y mejora de la resiliencia empresarial como instrumento de guía, ayuda, análisis, soporte a la toma de decisiones e innovación.

La consecución del objetivo O3 ha sido parcial, pues la metodología no ha sido testeada en su totalidad. La propuesta metodológica consta de 6 fases, de las cuales, las 3 primeras fases se han testeado durante el desarrollo de la presente investigación y se ha realizado un seguimiento de las mismas. Dichas fases corresponden al inicio del proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial; la recopilación y cumplimentación de la información necesaria para realizar el análisis y la tercera fase que engloba la fase interna de la herramienta SATIER, donde se lleva a cabo el cálculo del índice de resiliencia. Actualmente las empresas piloto participantes en la presente investigación se encuentran en la cuarta fase de diagnóstico, planificación e implementación de las acciones tanto preventivas como de registro y aunque su seguimiento queda fuera del desarrollo de la presente investigación, su monitoreo se realizará del mismo modo que se ha hecho durante el desarrollo de la presente tesis, para garantizar una adecuada ejecución global del proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial.

De este seguimiento pueden surgir algunos aspectos de mejora, que en todo caso, se aplicarían para obtener una versión final de la propuesta metodológica completamente validada. Una de las empresas se encuentra en la fase cuarta pero en un estado más avanzado que las otras dos empresas participantes y por ello, se ha podido ya realizar el seguimiento de etapas como por ejemplo Etapa IV.4. Implementación de las actividades de registro, en las cuales la empresa está utilizando el módulo de registro del conocimiento, a través de un sistema de alojamiento de archivos y siguiendo las pautas establecidas y definidas en la propuesta metodológica.

O4. Testeo de la utilidad de la herramienta de análisis y mejora de la resiliencia como soporte a la toma de decisiones empresarial y registro del conocimiento relativo a la capacidad resiliente.

La herramienta SATIER para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial ha sido testeada en tres casos de estudio con empresas de diferentes sectores y tamaños. Durante la aplicación de la herramienta SATIER a los tres casos de estudio, se ha testeado la complejidad de la utilización de la herramienta, principalmente en cuanto a la identificación, recopilación y cumplimentación de la información requerida por la herramienta, fase en la que las empresas participan activamente. Además, también se ha testeado

que la información de salida, plasmada a través del informe final, sea comprensible para las empresas, y que la relevancia de la información sea notable y sirva de gran ayuda para el proceso de toma de decisiones. Por último, se ha testeado a través del registro del histórico de varios eventos disruptivos en una de las empresas participantes, que el módulo de registro del conocimiento permite la captura del conocimiento de forma muy sencilla e intuitiva mediante la definición de la estructura y diseño del módulo que se ha realizado en la presente investigación.

Desde el punto de vista científico, se han desarrollado numerosos experimentos para comprobar y validar la viabilidad técnica del modelo de programación lineal mixta entera, del cálculo de los índices de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial así como el cálculo del propio índice de resiliencia empresarial.

Desde el punto de vista práctico, las empresas han validado la utilización de la herramienta SATIER para el análisis de la resiliencia empresarial, a través del cálculo del índice de la capacidad resiliente de la empresa, de la información de salida de la herramienta ofrecida en el informe final y del módulo de registro del conocimiento.

05. Recopilación de eventos disruptivos potenciales y acciones preventivas de interés a ser activadas e implementadas para la mejora continua y ampliación de la herramienta de análisis y mejora de la capacidad de resiliencia a largo plazo.

La mejora continua de la capacidad de resiliencia empresarial engloba el análisis periódico de dicha capacidad. De esta forma, las empresas con cierta periodicidad realizarán el análisis y cumplimentarán la información de entrada a través del cuestionario de autoevaluación, con lo que todos aquellos eventos disruptivos que actualmente no se encuentran en SATIER, debido a que el contexto actual así lo sustenta, serán incluidos por petición y sugerencia de las empresas para su análisis, en caso de que les sean de interés, así como las acciones preventivas que mejoren la capacidad de preparación ante tales eventos. Con lo cual, la recopilación de eventos disruptivos potenciales y acciones preventivas vendrá determinada por el propio interés de las empresas usuarias de SATIER en analizar dichos eventos disruptivos futuros.

Para ello, SATIER, cuyo marco conceptual ofrece una estructura abierta, permite y ofrece los medios adecuados, para que las empresas puedan incluir la información que pretenden analizar de forma sencilla. Todas las propuestas de inclusión de eventos disruptivos con sus consecuentes acciones preventivas serán analizadas para ser incluidas de forma permanente en la herramienta SATIER. Por tanto SATIER no es una herramienta estática sino que, gracias a las aportaciones de las diferentes empresas participantes en el análisis y mejora de la resiliencia empresarial, la herramienta estará en constante evolución, actualizando todos los aspectos que preocupen al tejido empresarial en un futuro.

En el capítulo 4, tras realizar la revisión bibliográfica sobre los enfoques para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial, se concluyó que eran pocos los enfoques dirigidos a la mejora de la capacidad de resiliencia de las empresas, y además, los enfoques existentes eran enfoques incipientes y muy teóricos, basados en lo que se denomina “*theory building*”, que trata de afianzar, mediante la definición de enfoques conceptuales, la base de conocimiento de la nueva área de gestión de la resiliencia empresarial, pero sin el desarrollo, por el momento, de enfoques completamente preparados, o al menos en versiones testeables, para ser aplicados en casos reales de empresas.

Por ello, se desarrolló una compilación de las principales limitaciones en el área de la gestión de la resiliencia así como la definición de las necesidades de investigación (NIs) como indicación acerca de hacia dónde se debía dirigir la investigación en resiliencia empresarial. La Tabla 8.1 muestra, por cada NI, cómo la presente investigación ha abordado dicha necesidad:

Tabla 8.1. Resumen de cómo la presente investigación ha abordado las necesidades de investigación futuras definidas en el capítulo 4.

#NI	Enfoque conceptual de SATIER	Herramienta SATIER	Metodología
NI1	-	-	Etapa I.1. Transmisión de la Importancia Estratégica de la Mejora en la Capacidad Resiliente de la Empresa.
NI2	Disposición y configuración de los eventos disruptivos y de las acciones preventivas sobre las que se asienta la formulación del modelo de programación lineal mixta entera.	Solución óptima a través del modelo de programación lineal mixta entera.	Fase III: Cálculo del índice de Resiliencia Empresarial.
NI3	Estructura conceptual sobre la que se basa el cuestionario de autoevaluación.	Cuestionario de autoevaluación, sencillo a la vez que robusto.	Metodología completa de soporte.
NI4	-	Diseño del módulo de registro del conocimiento del histórico de eventos disruptivos.	Etapa IV.4. Implementación de Acciones de Registro.
NI5	Enfoque conceptual con un diseño fácilmente actualizable con la inclusión de nuevos elementos.	La herramienta SATIER posee una estructura abierta y con un procedimiento diseñado cuidadosamente para una actualización constante basada en las necesidades reales de las empresas	-
NI6	-	La herramienta permite el análisis de cualquier tipología de empresa.	La metodología de soporte está definida de manera general para ser utilizada universalmente.
NI7	-	La herramienta SATIER y su modelo de programación lineal mixta entera tiene en cuenta la propiedad de igualdad entre acciones preventivas de forma que con la imputación de un solo coste se benefician todos los eventos disruptivos a los que la acción preventiva aplica.	-
NI8	Enfoque conceptual que alberga una gran cantidad de información predefinida, con un diseño fácilmente actualizable con la inclusión de nuevos elementos provenientes de empresas reales.	La herramienta ofrece el análisis de 71 eventos disruptivos y 312 acciones preventivas La configuración del listado predefinido de la herramienta SATIER se basa en una exhaustiva revisión bibliográfica junto con la validación por parte de un grupo de expertos. La herramienta SATIER posee una estructura abierta y con un procedimiento diseñado cuidadosamente para una actualización constante basada en las necesidades reales de las empresas.	-

#NI	Enfoque conceptual de SATIER	Herramienta SATIER	Metodología
NI9	El enfoque conceptual conforma una estructura organizada de información con los campos de información requeridos ampliamente definidos y detallados.	La herramienta SATIER basa su concepto en el enfoque conceptual, por tanto también goza de un requerimiento de información definida de forma clara y concisa. Además, existen instrucciones a disposición de la empresa para facilitarles el proceso de cumplimentación de la herramienta.	FASE II. Identificación, Recopilación, Procesamiento y Cumplimentación de la Información Requerida.
NI10	-	-	Metodología sencilla de aplicación mediante la cual, las empresas no requieren de soporte externo para su implementación.
NI11	-	-	La propuesta metodológica abarca todas las fases de un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial, desde la concepción del proyecto, mediante el interés estratégico a, hasta el final del ciclo caracterizado por tener un carácter abierto de innovación continua y constante.
NI12	Enfoque conceptual, estructurado y organizado, en el cual se diferencian, por una parte, los potenciales eventos disruptivos y las acciones de preventivas para analizar la capacidad de preparación y por otra parte, los eventos disruptivos junto con los diferentes elementos de registro, para analizar la capacidad de recuperación .	La herramienta SATIER está estructurada tomando como base el enfoque conceptual. La herramienta posee una gran cantidad de información para ser analizada, pero es decisión de las empresas usuarias, elegir y acotar su análisis de forma que decidan sobre la cantidad de información a proporcionar, pero también sobre la magnitud de los resultados que obtendrán.	-
NI13	-	La herramienta SATIER posee definido un proceso mediante el cual se puede ampliar tanto los eventos disruptivos analizados como las acciones preventivas. Por lo tanto, la herramienta SATIER puede ser actualizada en cualquier momento, tanto como requerimiento de las empresas usuarias de la herramienta, como por parte de los investigadores que la actualicen debido a nuevas revisiones.	La propuesta metodológica se basa en el análisis del índice de resiliencia empresarial a través de la herramienta SATIER y por tanto, la flexibilidad de la herramienta hace que la metodología también sea muy flexible ante actualizaciones y nuevos requerimientos.

#NI	Enfoque conceptual de SATIER	Herramienta SATIER	Metodología
NIF14	-	La propiedad de generalidad de la herramienta ha sido validada en el capítulo 7, donde SATIER ha sido aplicada a empresas de diferentes sectores, tamaños, naturaleza, etc. Además, las empresas deciden el ámbito del análisis, obviando aquellos eventos disruptivos que, bien no les aplican o bien no les resultan interesantes desde el punto de vista del análisis de la resiliencia empresarial.	La metodología goza de la característica de generalidad, pues ha sido definida con suficiente nivel de detalle pero de forma universal para garantizar que su implementación puede ir dirigida a cualquier tipo de empresas de cualquier tamaño, tanto PYMEs como grandes empresas, de cualquier sector, etc.
NI15	El enfoque conceptual se define en base a las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial, considerando tanto la perspectiva proactiva (capacidad de preparación) como la perspectiva reactiva (capacidad de recuperación)	La herramienta SATIER está claramente diferenciada en sus dos capacidades constituyentes, con lo cual, las empresas pueden analizar una, otra o ambas capacidades. Además, uno de los datos de entrada para el cálculo del índice de resiliencia, es la ponderación de la importancia que para las empresas tiene la perspectiva proactiva y reactiva.	La metodología, a lo largo de sus diferentes fases y etapas, se focaliza tanto en la capacidad de preparación como de recuperación.
NI16	-	El modelo de programación lineal mixta entera, que está embebido en la herramienta SATIER, optimiza la activación de acciones preventivas minimizando el coste total de los potenciales eventos disruptivos tras ser activadas dichas acciones preventivas así como el coste de las acciones preventivas a implementar.	-

8.4. **Ámbito de Aplicación de la Herramienta SATIER**

Durante la definición del marco conceptual de la herramienta SATIER, la revisión de la literatura estuvo basada en la búsqueda de los eventos disruptivos que presentan mayor criticidad en empresas de sectores industriales. Inicialmente la herramienta SATIER fue concebida para ser aplicada al ámbito de empresas industriales. Sin embargo, uno de los casos de estudio engloba una empresa que no pertenece a un sector puramente industrial y los resultados obtenidos con la herramienta han sido valorados muy positivamente por la empresa participante. Algunas de las fuentes de disrupción como por ejemplo la fuente de producción, no ha podido ser testeada en dicho caso de estudio pues no aplica, pero otras fuentes de disrupción, como por ejemplo aspectos sociales, legislación, entorno, etc., son completamente compatibles y aplicables en cualquier tipología de empresas aunque sean distintas de las industriales, que era el objetivo inicial de la presente investigación.

Por tanto el ámbito de aplicación de la herramienta SATIER abarca a cualquier empresa ya sean PYMEs como grandes empresas de cualquier sector y que estén interesadas en analizar y mejorar su capacidad de resiliencia empresarial. Si bien es cierto que dependiendo del sector al que pertenezca la empresa, algunas de las fuentes de disrupción y/o eventos disruptivos no aplicarán, pero como se ha comentado en la justificación de la consecución del objetivo O5, la herramienta posee una estructura abierta que permite la inclusión, para su estudio, de eventos disruptivos y sus acciones preventivas, con lo que se asegura la aplicación de la herramienta a cualquier tipología de la empresa.

Por otro lado destacar que la herramienta analiza y propone mejoras a nivel intra-empresarial. El estudio se realiza por cada una de las empresas focales interesadas en analizar su capacidad de resiliencia. Para ello, la información de entrada que precisa SATIER puede venir de diferentes niveles, pues puede proceder de una fuente interna de la empresa pero también proceder de información de otras entidades de la red de suministro o incluso de fuera de la red. Por lo tanto, la información de entrada puede proceder de los niveles intra-, inter- e incluso extra-, estando el estudio de la capacidad de resiliencia acotado al nivel intra-empresarial.

8.5. **Limitaciones**

A continuación se listan las limitaciones encontradas al llevar a cabo el presente proceso de investigación:

Marco conceptual de la herramienta SATIER acotado

Aunque la herramienta SATIER trata dar soporte a las empresas en el análisis y mejora de su capacidad de resiliencia, no garantiza que cualquier evento disruptivo esté actualmente predefinido en la herramienta. Sin embargo, el marco conceptual de la herramienta tiene una configuración abierta que permite incluir nuevos eventos disruptivos que las empresas usuarias de la herramienta identifiquen como críticos. Para ello, SATIER posee campos, donde las empresas pueden añadir aquellos eventos disruptivos que consideren oportunos y de esta forma analizar con mayor nivel de detalle el impacto de eventos que no se encuentren predefinidos en la versión actual de la herramienta. Las aportaciones que hagan las empresas durante el uso futuro de SATIER para calcular su índice de resiliencia empresarial, serán incluidas en la herramienta, tras un análisis de las mismas, para de esta forma ir extendiendo el listado predefinido de eventos disruptivos y acciones preventivas

Dependencia de acciones preventivas

Dependencia positiva

Existen acciones preventivas que, aunque no son exactamente las mismas, presentan dependencias unas de otras. Por ejemplo, en una de las empresas analizadas, en la fuente de disrupción tecnológica, para el evento disruptivo de delito informático (hacking, virus, códigos maliciosos), una de las acciones preventivas propuestas era realizar copias de seguridad de la información. Por otra parte, para el evento disruptivo de fallos imprevistos en las aplicaciones y programas informáticos de la empresa, la acción preventiva de realizar copia de seguridad también aparecía como predefinida. Sin embargo, aunque ambas acciones son muy similares, la diferencia estriba en el ámbito de las mismas. Para el primer evento disruptivo, las copias de seguridad abarcan la copia y almacenamiento de información, datos, archivos, etc., de la empresa, mientras que las copias de seguridad relacionadas con los fallos imprevistos en las aplicaciones informáticas, están relacionadas con los archivos de funcionamiento del software para recuperar los sistemas informáticos de la empresa en caso de que se produzcan dichos fallos. Ambas acciones preventivas son muy similares pero presentan ciertas diferencias y además también dependen la una de la otra, pues si la empresa decide implementar una o la otra tendrá un coste asociado diferente. Sin

embargo, si decide implementar las dos acciones preventivas, el coste conjunto de ambas acciones no es la suma de sus costes, sino que es menor. Por ejemplo, si la empresa decidiese implementar sólo la acción preventiva de realizar copias de seguridad para la información de la empresa, esa acción le supondrá un coste de por ejemplo 5.000€ y si decidiese tan sólo realizar copias de seguridad de los sistemas informáticos, el coste será de 3.000€. Sin embargo, si la empresa decide llevar a cabo la implementación de ambas acciones preventivas, el coste no será 8.000€ sino tan solo 6.000€, ya que la empresa ya posee la infraestructura para realizar las copias de seguridad y por lo tanto el coste de ambas es menor que los costes por separado. En este caso, y cuando el estudio de análisis y mejora de la resiliencia empresarial es amplio (la empresa selecciona gran cantidad de fuentes de disrupción), se vuelve muy complejo solicitar a la empresa que proporcione información acerca de los costes de acciones preventivas dependientes por sí solas y en conjunto.

Dependencia negativa

Del mismo modo que en el caso anterior, cuando se implementan acciones preventivas para un evento disruptivo en concreto, puede suceder que dicha acción preventiva haga a la empresa más sensible ante otros eventos disruptivos. Por ejemplo, el uso de sistemas de información y comunicación interoperables e integrados permite un rápido intercambio de información a través de la empresa, y de ella con sus proveedores y clientes, pero también crea el potencial para reducir simultáneamente la eficacia de todas las partes de la empresa en caso de que dichos sistemas de información se vean afectados por un eventos disruptivo.

Actualmente SATIER asume que la activación e implementación de las acciones preventivas mejoran de manera global la capacidad de resiliencia empresarial. Para poder valorar la dependencia negativa entre acciones preventivas, la información de entrada requerida por parte de la empresa se vuelve mucho más compleja, lo cual puede provocar que las empresas se vuelvan reticentes a calcular su índice de resiliencia por el gran esfuerzo que deben realizar para identificar, recopilar y cumplimentar la información de entrada.

Cuanto más detallada sea la información de entrada a la herramienta SATIER, mayor precisión en la información de salida. Sin embargo cabe destacar que esta afirmación no siempre es real, pues llega un momento en el que el esfuerzo y el consiguiente coste de identificación, recopilación y cumplimentación de la información de entrada no compensa una mayor precisión de la información de salida.

SATIER es una herramienta de representación de la realidad de una empresa y trata de ser comprensible y manejable, por ello simplifica algunos aspectos complejos como es el caso de las dependencias tanto positivas como negativas de las acciones preventivas. Durante la definición y diseño de la herramienta SATIER se acotó su modelado eligiendo de forma razonada (siendo validado por el panel de expertos) las variables relevantes para analizar y representar la información útil para la empresa.

Sin embargo, en caso de que alguna empresa estuviera interesada en analizar las dependencias de las diferentes acciones preventivas (tanto positivas como negativas), el modelo de programación lineal mixta entera que ofrece la solución óptima acerca de qué acciones preventivas implementar, debería ser reajustado con la inclusión de nuevas restricciones que tuvieran en cuenta la dependencia de las acciones preventivas, junto con el aporte por parte de la empresa de toda la información acerca de las dependencias entre acciones preventivas.

Registro de conocimiento sobre eventos futuros

Para el cálculo del índice de recuperación, tanto del estado actual AS IS como del estado TO BE, la información de entrada ha sido acotada para basar el análisis en los eventos disruptivos acontecidos. En el caso en que la empresa requiriera incluir aquellos eventos disruptivos que no han acontecido pero que son potencialmente críticos en cuanto a su recuperación, la formulación de la fórmula para el cálculo del índice I_{REC} debería ser reformulada así como el cuestionario de autoevaluación, para incluir una sección en la cual la empresa proporcionará la información acerca de los eventos disruptivos futuros y de las acciones de registro de conocimiento sobre dichos eventos que todavía no han acontecido.

8.6. Discusión de los Resultados

La presente investigación ofrece un enfoque global que permite en primer lugar analizar la capacidad de resiliencia empresarial, a través de sus capacidades constituyentes (preparación y recuperación) de cualquier empresa en su contexto actual, y en segundo lugar, mejorarla a través de la implementación de acciones preventivas que incrementen su capacidad de preparación y el registro de conocimiento relativo al histórico de eventos disruptivos, que mejore su capacidad de recuperación. Para la mejora de la

capacidad de preparación, SATIER ofrece información relevante acerca de qué acciones preventivas son las óptimas con los recursos limitados de la empresa (resultados que se obtienen a través del modelo de programación lineal mixta entera formulado en la presente investigación) y para la mejora de la capacidad de recuperación, SATIER ofrece el diseño del módulo de registro del conocimiento que permite a las empresas crear su propia base de conocimiento para que esté disponible de manera que, su recuperación, en caso de que sea necesaria, sea muy sencilla. Tanto con la situación actual como con las mejoras de las capacidades constituyentes de la resiliencia empresarial se obtiene el índice actual y futuro de cuán resiliente es la empresa.

SATIER presenta la ventaja de que no solo ofrece un valor numérico respecto a la capacidad de resiliencia empresarial, sino que también proporciona cuán resiliente sería en un futuro y qué aspectos debería cambiar para facilitar la transición de la situación actual a la situación futura. SATIER se diferencia de otros enfoques, en que no solo abarca el análisis de la resiliencia empresarial, sino que tiene un objetivo más amplio, pues la analiza pero también ofrece la información para mejorarla.



Figura 8.2. Beneficios de la aplicación de SATIER para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial

Asimismo, las empresas usuarias de la herramienta SATIER pueden utilizar la propuesta metodológica para guiarse durante el desarrollo y ejecución de un proyecto de análisis y mejora de la resiliencia empresarial. La Figura 8.1 muestra un resumen de los beneficios que las empresas obtienen de la utilización de SATIER y cómo la mejora en la capacidad de resiliencia les aporta seguridad.

Por último mencionar, que el problema del análisis y mejora de la resiliencia empresarial es un problema complejo, que engloba numerosas variables, y que por tanto, debe ser acotado de modo que el enfoque desarrollado ofrezca buenos resultados, sin que sea muy costoso la realización del análisis. SATIER, pese a las limitaciones descritas en la sección 8.5, ha sido valorado muy positivamente por las empresas participantes en los casos de uso y su información de salida ha resultado muy relevante para la mejora de la resiliencia empresarial.

Capítulo 9. Líneas Futuras de Investigación

En este capítulo se identifican algunas líneas futuras de investigación que dan continuidad a la presente investigación. El área de la gestión de la resiliencia empresarial es un área incipiente en la que la falta de enfoques para su análisis y mejora es evidente. Por tanto, las líneas futuras de investigación deben ir encaminadas hacia la investigación para el perfeccionamiento y progreso de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la presente tesis doctoral.

9.1 Principales Líneas Futuras de Investigación

Las principales líneas futuras de investigación que se proponen a partir de la realización de la presente investigación se resumen a continuación:

Ampliación del marco conceptual de la herramienta SATIER

En el capítulo 3, se indica que el problema del análisis y mejora de la resiliencia empresarial entraña una gran complejidad, por ello, se ha acotado su ámbito de estudio, considerando las siguientes fuentes de disrupción: aprovisionamiento, clientes, distribución, energía, entorno, finanzas, inventarios, legislación, producción, social y tecnología, dejando para líneas futuras de investigación, el análisis de otras fuentes de disrupción como: I+D+i, ingeniería, proyectos, medio ambiente, desarrollo de nuevos productos, etc., en las cuales la investigación futura se centrará en: (i) el análisis de su criticidad global, (ii) el estudio de los eventos disruptivos más comunes y alarmantes por cada fuente de disrupción así como (iii) las acciones preventivas más idóneas para mejorar la capacidad de preparación ante la ocurrencia de los eventos disruptivos.

Ampliación de variables para el cálculo del índice de recuperación

Actualmente la herramienta SATIER considera el registro del conocimiento por parte de la empresa sobre el histórico de eventos disruptivos como un factor clave para mejorar la capacidad de recuperación de la resiliencia empresarial. Líneas futuras de investigación irán encaminadas a la búsqueda y estudio de otros factores que tengan relación con la capacidad de recuperación, así como al análisis de la influencia y relevancia que de dichos factores tengan en la mejora de la capacidad de recuperación.

Extensión de la herramienta con nuevas capacidades

El marco conceptual de la herramienta SATIER se basa en el análisis y mejora de la resiliencia empresarial a través de sus dos capacidades constituyentes, siendo éstas las capacidades de preparación y recuperación. Las líneas futuras se focalizarán en la investigación acerca de la conveniencia de extender el marco conceptual, y por ende la herramienta, con nuevas capacidades que presenten una gran influencia en la resiliencia empresarial. Para ello, se examinará la existencia de métodos sencillos pero robustos, que presenten sinergias con el concepto actual de la herramienta, y cuyo objetivo sea analizar las nuevas capacidades con las que SATIER sea extendida. Se debe tener en cuenta que cualquier ampliación de la herramienta para su análisis debe poseer mecanismos de recopilación de la información sencillos para no acrecentar la dificultad de la Fase II. Identificación, Recopilación, Procesamiento y Cumplimentación de la Información Requerida, pues se debe alcanzar un equilibrio entre la información a aportar para realizar el análisis y los beneficios obtenidos de los resultados ofrecidos por la herramienta.

Progreso de SATIER para la obtención de la secuencia óptima de implementación de las acciones preventivas que mejoren la capacidad de preparación

La versión actual de SATIER ofrece información de gran relevancia acerca de las acciones preventivas óptimas a implementar para mejorar la capacidad de preparación, capacidad constituyente de la resiliencia empresarial. Para mejorar la implementación de las acciones preventivas a ejecutar, se investigará acerca de la definición de algoritmos que ofrezcan información destacada para secuenciar y priorizar de forma óptima las acciones preventivas a ejecutar, teniendo en cuenta los recursos necesarios para la implementación de dichas acciones así como la disponibilidad de recursos empresariales en el tiempo.

Disposición del conocimiento colaborativo

El trabajo futuro se dirigirá hacia el análisis de los medios para el aprovechamiento del conocimiento registrado a través del módulo de registro del conocimiento de SATIER por parte de empresas del mismo sector, de sectores diferentes o incluso de entidades de la red de suministro, teniendo en cuenta las barreras que una estrategia colaborativa de gestión del conocimiento puede acarrear así como los requerimientos de seguridad e interoperabilidad.

La investigación centrará sus esfuerzos en cómo gestionar y compartir conocimiento entre empresas para mejorar la resiliencia empresarial y fomentar las relaciones “gana-gana”.

Nueva formulación de ecuaciones ante la planificación del acontecimiento de eventos disruptivos

La versión actual de la herramienta SATIER considera, para el análisis de la capacidad de recuperación, concretamente para el cálculo de los índices actual y futuro de la capacidad de recuperación ($I_{REC_{AS}}$ y $I_{REC_{TO BE}}$), los eventos disruptivos acontecidos en alguna ocasión en la empresa, pero sin considerar los eventos disruptivos potenciales futuros. Trabajos futuros irán encaminados a investigar acerca de la

influencia que la planificación de actuaciones ante el acontecimiento de nuevos y futuros eventos disruptivos tiene en la formulación actual del modelo de programación lineal mixta entera así como en el cálculo de los índices anteriores y por tanto en los índices de resiliencia empresarial.

Evolución de SATIER para su aplicación a nivel inter-empresarial

En las líneas futuras de investigación, tras la aplicación y testeo de la herramienta para el análisis y mejora de la resiliencia empresarial que se desarrolla en la presente tesis a nivel intra-empresarial, los esfuerzos irán destinados a investigar la potencial adaptación de la herramienta al nivel inter-empresarial de forma que una red de suministro global calcule su índice de resiliencia. Las líneas futuras de investigación encaminadas a cambiar el enfoque de la herramienta desde una perspectiva intra-empresarial hacia una inter-empresarial deberán inspeccionar:

- Las singularidades específicas de las redes de suministro de manera global.
- La relación existente entre las diversas acciones preventivas a implementar de las diferentes entidades de la red de suministro.
- El estudio de cómo la activación de las acciones preventivas en una entidad de suministro benefician al índice de resiliencia global de toda la cadena.
- La valoración de la utilidad de un registro conjunto a lo largo de toda la red de suministro.

To expect the unexpected shows a thoroughly modern intellect

Oscar Wilde, 1854-1900