



Estudio sobre la resiliencia de Japón ante desastres sísmicos

El gran terremoto de Tōhoku de 2011

**Tesina de postgrado
Máster en Estudios de Asia Oriental**



Autor RAMÓN JEREZ MESA
Supervisores DR. DIDAC CUBEIRO RODRÍGUEZ
DR. JUAN JOSÉ RUIZ RODRÍGUEZ

Barcelona, enero de 2016

Autor: Ramón Jerez Mesa

Supervisores: Dr. Didac Cubeiro Rodríguez
Dr. Juan José Ruiz Rodríguez

Imagen de portada:

Interpretación de Namazu a partir de ukiyo-e

Ilustrador: Diego L. Rodríguez (www.paranoidme.com)

Índice

1. Introducción metodológica	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos.....	4
1.3 Hipótesis	4
1.4 Modelo de análisis.....	5
2. Marco teórico.....	7
2.1 La economía del desastre.....	7
2.1.1 Exposición, vulnerabilidad, peligro y riesgo	8
2.1.2 Consecuencias macroeconómicas de los desastres	9
2.2 Resiliencia económica	12
2.2.1 Resiliencia inherente y resiliencia adaptativa	14
2.2.2 Medición de la resiliencia.....	15
2.3 Recapitulación	19
3. Impacto económico del gran terremoto de Japón de 2011.....	20
3.1 Desarrollo del desastre	20
3.1.1 El terremoto	20
3.1.2 El tsunami	22
3.1.3 El accidente nuclear de Fukushima.....	23
3.2 Impactos macroeconómicos	24
3.2.1 Impactos generales en la economía japonesa	26
3.2.2 Impactos en el sector eléctrico	28
3.3 El gran terremoto en el marco conceptual de economía del desastre.....	32
4. Resiliencia económica de Japón en base al gran terremoto de Tōhoku.....	34
4.1 Resiliencia a nivel prefectural	35
4.1.1 Resiliencia del sistema eléctrico.....	35
4.1.2 Resiliencia e interdependencia infraestructural	37
4.2 Discusión sobre la medición de la resiliencia.....	40
5. Conclusiones.....	41
Bibliografía.....	44

Índice de figuras

Figura 2.1. Función de restauración para la medida de la resiliencia sísmica para comunidades	15
Figura 3.1. Localización geográfica del epicentro del desastre respecto de la costa japonesa y algunos de los puntos con mayor intensidad registrada	21
Figura 3.2. Representación de la intensidad del terremoto en diferentes prefecturas, medido por la Agencia Meteorológica Japonesa.....	23
Figura 3.3. Pérdidas estimadas en diferentes áreas afectadas por el desastre, y comparación con las estimadas para el terremoto de Kōbe de 1995	25
Figura 3.4. Pérdidas de stock material tras el gran terremoto del 2011, por categorías	26
Figura 3.5. Mix energético primario de Japón desde 1990.....	29
Figura 3.6. Producción energética en diferentes regiones japonesas	29
Figura 3.7. Mix energético japonés anual.....	31
Figura 4.1. Curva de restauración del reabastecimiento eléctrico en las 13 prefecturas afectadas por el terremoto de Tōhoku	35
Figura 4.2. Curva de restauración del reabastecimiento de agua en 10 de las 12 prefecturas más afectadas por el terremoto de Tōhoku	37
Figura 4.3. Curva de restauración del reabastecimiento de gas natural en 8 de las 12 prefecturas más afectadas por el terremoto de Tōhoku	37

Índice de tablas

Tabla 2.1. Dominios en los que se engloban los diferentes indicadores que conforman el índice de resiliencia rural (RRI).....	16
Tabla 3.1. Aplicación del marco de economía del desastre al caso de estudio	32
Tabla 4.1. Índices de resiliencia calculados para las doce prefecturas más afectadas por el terremoto, agregando las curvas de restauración del servicio eléctrico, agua y gas ciudad	39

Resumen

En este trabajo de investigación se profundiza sobre la medida de la resiliencia económica de Japón frente a desastres naturales de tipo sísmico, analizando como caso de estudio el gran terremoto de Japón de 2011. En primer lugar, se desarrolla un marco teórico sobre conceptos relacionados con la economía del desastre, haciendo énfasis en la resiliencia como factor que describe la rapidez y robustez de la recuperación tras una perturbación de la economía debido a un desastre. A continuación se explica en qué consistió el gran terremoto de 2011, y cuales fueron sus consecuencias sobre la economía japonesa debido no sólo al terremoto sino al tsunami y accidente nuclear derivados de él. Por último, se aborda un análisis sobre la medida de la resiliencia mostrada por el país tras los accidentes, a través de la profundización en curvas de restauración de servicios de líneas de energía eléctrica. Se concluye que no existe un único método para la medida de la resiliencia, y que en el caso de estudio, se ha abordado como análisis de curvas de restauración, basadas en datos históricos post-desastre a nivel de prefectura, y que por tanto no permiten sacar conclusiones predictivas sobre la resiliencia en casos de accidente futuros.

Palabras clave: *resiliencia, Japón, terremoto, desastre, dinámica de sistemas, Fukushima.*

Abstract

This research Project tackles with the measurement of Japan's economic resilience towards seismic natural disasters, analysing as case-study the 2011 Japanese Great Earthquake. First, a theoretical frame about disaster economics is presented, focusing on resilience as the factor which describes the robustness and agility with which economical restoration after a disaster is performed. Then, the 2011 Great Earthquake is explained, along with the effects caused in the aftermath due to the tsunami and nuclear incident caused by it. Last of all, the measurement of the resilience of the Japanese economy is tackled, by deepening into basic restoration curves of energy vectors. Conclusions drawn explain that there is no single method to measure resilience, and that, in this case-study, the restoration curves are based on prefecture-level historical values, and therefore do not allow to draw predictive conclusions about resilience towards future possible accidents.

Palabras clave: *resilience, Japan, earthquake, disaster, system dynamics, Fukushima.*

Resum

Aquest treball de recerca tracta sobre la mesura de la resiliència econòmica del Japó vers desastres naturals de tipus sísmics, analitzant com a cas d'estudi el gran terratrèmol de l'any 2011. En primer lloc, es desenvolupa un marc teòrica sobre conceptes relacionats amb l'economia del desastre, fent èmfasi en la resiliència com a factor descriptor de la rapidesa i robustesa de la recuperació després de la pertorbació econòmica que suposa el desastre. A continuació, s'explica els efectes del gran terratrèmol, així com del tsunami i accident nuclear en què va derivar, sobre l'economia japonesa. Per últim s'analitza la mesura de la resiliència mostrada pel país després de l'accident, aprofundint a les corbes de restauració de serveis de línies d'energia elèctrica. Es conclou que no existeix cap mètode per a la mesura de la resiliència, i que en el cas d'estudi, els acadèmics i el govern l'han quantificat a través de dades post-desastre a nivell de prefectura, i que per tant, no permeten extreure conclusions predictives sobre la resiliència en cas d'accidents futurs.

Paraules clau: *resiliència, Japó, terratrèmol, desastre, dinàmica de sistemes, Fukushima.*

1 Introducción metodológica

1.1 Antecedentes

Namazu, el siluro gigante que habita el submundo mitológico japonés, es inmovilizado por el *kami* Kashima. Pero incluso para el *kami*, el paso de los siglos hace complicado poder mantener inmóvil al ser. Cuando éste logra escapar de su restricción, los coletazos de Namazu agitan la tierra, y causan los terremotos en *Nihon*. Los antiguos habitantes históricos del archipiélago japonés mitificaron así los movimientos de tierra que se han sucedido periódicamente en el territorio, como un fenómeno con el que hay que convivir. Toyotomi Hideyōshi mandó específicamente proteger el nuevo castillo de Kyōto con medidas específicas contra los movimientos de Namazu. Tras el terremoto de Edo de 1855, su representación en *ukiyo-e* se extendió consolidando el rol de este mito en el ideario de la sociedad japonesa (Kazuaki, 2005).

A nivel mundial, Japón ha sido uno de los países más afectados por los desastres naturales, si bien no por efecto de los *kami* y los seres mitológicos, sino por su situación geográfica. Antes del desastre sísmico en que se centra este trabajo, en 1995 ocurrió uno de intensidad 7,3 en la escala Richter en la prefectura de Hyōgo, el también llamado terremoto de Kōbe, con efectos devastadores para la sociedad y economía japonesas. Pese a la magnitud del desastre, las cifras fundamentales asociadas a su recuperación, parecen evidenciar el alto nivel de preparación y capacidad de mitigación de la sociedad japonesa ante sismos. A los quince meses del terremoto, Kōbe producía de nuevo al 98% de su nivel anterior al desastre. Esto significa que, teniendo en cuenta que el 0,2 % de su población había muerto, y que el 2.5% se relocalizó fuera del área de Kōbe, el 97,3% de su población antes del terremoto estaba produciendo al 98% (Horwich, 2000:2). Este

sencillo cálculo que habla de la facilidad aparente con la que el pueblo japonés es capaz de recuperarse de accidentes sísmicos, unido a otros sucesos anteriores de la misma naturaleza, describe la rapidez de reacción de sistema económico japonés ante el desastre.

Cuando un desastre natural sucede, uno de las primeras preguntas que se plantean desde una posición alejada es cómo deben gestionarse los destrozos de gran magnitud provocadas por el impacto, y cómo se movilizan las grandes inversiones de dinero y trabajo para que el país vuelva a niveles anteriores al desastre. En el caso de Japón, la necesidad de invertir periódicamente grandes cantidades de dinero debido al suceso de desastres sísmicos se ha repetido de manera periódica durante toda su historia, dada la gran exposición a desastres naturales a la que está sometido el país.

Se trata además de un país que, pese a estar viviendo desde hace años a una considerable crisis económica, y tener que regular *in extremis* sus factores económicos tales como un yen demasiado fortalecido en un país tan dependiente de las exportaciones, la dificultad añadida de tener que gestionar desastres naturales periódicos no parece ser un agravio con excesivo impacto en su lenta evolución—ya se sabe que la sociedad japonesa no gusta de cambios demasiado abruptos—. ¿Por qué es así?

La pregunta que da origen a este trabajo de investigación tiene que ver pues, con el interés sobre profundizar en los efectos de los desastres en el escenario económico japonés, y valorar si esta apariencia de permanente recuperación post-desastre es una realidad. Y, por otro lado, si esto es una circunstancia realmente aparente o si en realidad, un análisis más concienzudo podría hacernos llegar a una conclusión diferente.

Para abordar esta inquietud, el trabajo se enfoca en torno al concepto de resiliencia económica, esto es, la capacidad de un país de adaptarse económicamente a los cambios producidos por factores exógenos. En términos generales, la economía de un país puede ser explicada desde un enfoque dinámico que proponen diversos autores, y que se basa en los principios fundamentales del pensamiento sistémico. Un sistema es un conjunto de elementos que se relacionan entre sí para la consecución de un objetivo. Desde esta perspectiva, los elementos del sistema no tienen realmente entidad, sino que lo que determina su supervivencia o continuidad son las relaciones que se producen entre ellos, y los fenómenos emergentes que se suceden en consecuencia. Imagínese que el sistema económico se encuentra en equilibrio, esto quiere decir las relaciones entre entidades se desarrollarían sin ninguna clase de perturbación externas. ¿Qué ocurre cuando un fenómeno exógeno sucede? El equilibrio del sistema se ve alterado, y las relaciones que

ocurrían deben reorganizarse para adaptar el sistema a la nueva situación. Es la llamada autopoiesis del sistema, descrita por Maturana & Varela (2003).

La resiliencia es la característica del sistema que lo hace más o menos flexible o adaptable a dichas perturbaciones que provienen del medio exterior (Meadows, 2009). El fenómeno que en sí provoca el cambio de las dinámicas del sistema es la llamada auto(re)organización que dicho sistema experimenta. Las relaciones cambian, y algunos componentes pueden desaparecer, y otros aparecer. Todo para el fin último del sistema, que es continuar satisfaciendo el objetivo para el que existe.

Japón, como economía, sigue a día de hoy perteneciendo al G7, demostrando su poder en el contexto mundial, por lo que cabe pensar que su sistema económico es suficientemente flexible ante el suceso de desastres sísmicos como para mantenerse vivo y en una posición hegemónica a nivel mundial. Esto es, cabe pensar que es un sistema lo suficientemente autopoietico como para mantenerse en dicha posición, considerando los graves azotes sísmicos que padece. Ahora bien, ¿es esta afirmación cierta?

Dicho en otras palabras, en este trabajo de investigación, la economía de Japón es el sistema de estudio, y la perturbación externa que pone en juego sus mecanismos de resiliencia, son los desastres naturales que suceden. Con qué agilidad y con qué consecuencias ocurren estos fenómenos reorganizativos frente a la perturbación, es una medida de la resiliencia del país, que es el objeto de estudio de este trabajo de investigación.

Para acotar el tema de estudio, se considerará como desastre natural el gran terremoto del 2011 en Japón, que dio lugar al consecuente tsunami y fallo nuclear de la planta *dai'ichi* de Fukushima. Además de simplificar el objeto de estudio, la disponibilidad de información sobre este hecho es bastante amplia, y se ha podido comprobar que la bibliografía científica recoge numerosas referencias a la recuperación tras el desastre y varias aproximaciones al establecimiento de índices de resiliencia.

En base a los planteamientos iniciales es y la justificación de acotación de la temática de estudio, la pregunta inicial planteada para esta investigación puede ser enunciada como:

¿Qué grado de resiliencia económica ha presentado Japón tras el gran terremoto del 2011?

1.2 Objetivos

Objetivo general

Determinar el grado de resiliencia económica de Japón, desde un punto de vista de la economía del desastre, particularizándolo para el gran terremoto del 2011.

Objetivos específicos

- Analizar las causas y consecuencias económicas del gran terremoto del 2011 en Japón.
- Estudiar las diferentes aproximaciones a la interpretación de la economía del desastre.
- Determinar la aproximación más adecuada para el estudio de caso de la resiliencia mostrada por Japón durante la recuperación tras el gran terremoto.
- Definir unívocamente el concepto de resiliencia a emplear, asociándolo a líneas concretas de análisis y sus indicadores de interés.
- Caracterizar de manera genérica la resiliencia económica del sistema japonés.
- Aplicar este concepto de resiliencia al estudio del caso de Japón tras el gran terremoto.

1.3 Hipótesis

H1. En su condición de país desarrollado, Japón es un país con alta resiliencia ante el suceso de desastres naturales.

H2. Existe una batería de indicadores que describen de manera significativa el grado de resiliencia inherente de Japón frente a terremotos, y puede ser definida en base a unos criterios fijos.

H3. El suceso del gran terremoto del 2011 en Japón es un caso de estudio suficientemente significativo que permite evaluar el grado de resiliencia del país ante desastres naturales.

1.4 Modelo de análisis

Este trabajo de investigación se presenta en un marco de estudio de la rama de economía y negocios de Asia Oriental. Tal y como se planteado el trabajo, los conceptos que se definirán a lo largo del próximo capítulo, y que constituyen el eje básico de análisis, tienen un marcado carácter teórico y académico. Por este motivo, la metodología que se ha seguido para el desarrollo de contenido es una combinación de análisis de textos científicos, combinados con un estudio de caso concreto.

En análisis cualitativo, el estudio de textos se refiere a cualquier actividad que suponga la extracción de información a través de la consulta de registros escritos, orales o audiovisuales. En este trabajo, de naturaleza ya descrita, es coherente interpretar el concepto de texto como cualquier artículo científico escrito y relevante de los que extraer ideas fuerza con las que construir el hilo argumental, cubrir los objetivos planteados y confirmar o refutar las hipótesis plantadas. Así, como puede observarse en la bibliografía, la mayor parte de referencias empleadas pertenecen a artículos de revistas indexadas o a documentos técnicos elaborados por entidades de orden estatal o mundial, por lo que se evita la consulta de artículos o material divulgativo que puede disolver la idea que se persigue, y que no se corresponde con una fuente suficientemente rigurosa.

Para la localización de los artículos mencionados, se han empleado herramientas de búsqueda en revistas científicas vía Elsevier y otros editores disponibles a través de la biblioteca de la UOC. Aprovechando la búsqueda inteligente, y la consulta de referencias de los artículos consultados, se ha conseguido hacer un barrido significativo de la bibliografía disponible sobre la temática.

Como se ha especificado, este trabajo de investigación se refiere a estudios sobre economía, ciencia basada en gran medida en el análisis cuantitativo. Para compatibilizarlos con un planteamiento de análisis cualitativo, no se han incluido en el texto explicaciones en detalle de análisis matemáticos de tipo estadístico o cualquier otro que pueda reflejarse en las referencias consultadas, pese a que son empleadas por los académicos del tema. De esta manera, el análisis se focaliza a la extracción de la idea o de la conclusión, y su relación con otras conclusiones, confiando en la robustez de estas ideas provocadas por un aparato matemático que se escapa del alcance del proyecto.

Una vez realizado este estudio de carácter genérico, se aplicarán los conocimientos adquiridos al análisis del caso concreto del gran desastre sísmico del 2011 en la región de Tōhoku. Este caso es mundialmente conocido por el gran accidente nuclear que causado por el fallo de las centrales de la prefectura de Fukushima, y el grave daño

medioambiental que supuso. Sin embargo, los impactos del desastre son múltiples, y por tanto, este trabajo no se centrará exclusivamente en ese ámbito concreto, sino que se tratarán las consecuencias del desastre desde una visión más global.

Por último, es necesario especificar que es complicado encontrar referencias variadas sobre análisis que se ha realizado, así como encontrar diferentes perspectivas sobre el mismo método que permitan comparar resultados de diferentes autores. Este problema de contenido se manifiesta especialmente para medir particularmente la resiliencia de Japón para el caso de estudio planteado, siendo relevante en este sentido un único artículo de referencia. Esto no descalifica la fiabilidad de los resultados y conclusiones extraídas, pero sí es necesario tenerlo en cuenta para posibles futuros análisis cualitativos del caso.

2 Marco teórico

Pese a que existen múltiples referencias sobre las consecuencias de un desastre en la macroeconomía de un país, no existe unanimidad sobre los fenómenos que realmente se ponen en juego durante su recuperación. La relación economía y desastre se establece en este trabajo de investigación como el concepto de “economía del desastre”, que se presenta a continuación desde las diferentes perspectivas discursivas para comprender las diferencias de aproximación al tema nombradas, y qué se puede extraer de interés para este trabajo.

En este capítulo se analizará también el concepto de resiliencia, que es la entidad sobre la que se articula el planteamiento de este trabajo, y el concepto en torno al cual se analizan los impactos económicos de los desastres sobre Japón.

2.1 La economía del desastre

Encontrar un esqueleto teórico consistente que explique la manera en que el suceso de un desastre afecta al desarrollo económico de un territorio es complicado. Prueba de ello son las escasas referencias que hasta hace pocas décadas existían en relación a este tema. Tampoco existe una definición unívoca del concepto de economía del desastre como tal. En base a las referencias disponibles en la bibliografía, la economía del desastre puede definirse como el conjunto de principios, teorías y estudios cuantitativo-estadísticos que describen los efectos de un suceso inesperado (desastre) sobre la economía del territorio afectado, diferenciando entre sus planos macro y microeconómico, y entre los efectos a corto y largo plazo. Si bien el término de desastre puede entenderse a priori como un fenómeno provocado por las dinámicas de la naturaleza, que dan lugar a fenómenos como los terremotos, inundaciones o incendios forestales, en realidad también se refiere

a sucesos antropogénicos. Sin embargo, este trabajo de investigación se centra exclusivamente en los desastres de origen natural.

El grado en que el desastre daña o provoca agravios en los lugares donde ocurre, no depende solamente de la magnitud del desastre en sí, sino que existen otros componentes adicionales que, de manera sistémica, influyen en su resultado. Estos factores se explican a continuación.

2.1.1 Exposición, vulnerabilidad, peligro y riesgo

El impacto socioeconómico de un desastre es dependiente de la exposición del territorio, esto es, el tamaño y costo de los bienes materiales que están sujetos a pérdida por amenaza de un desastre. Los bienes a los que se refiere esta definición incluyen población, factores productivos e infraestructuras, fundamentalmente (Meli et al., 2005). Directamente dependiente de la exposición, se deriva el concepto de peligro, que hace referencia al potencial de amenaza que un territorio posee de cara a fenómenos complejos resultantes de un desastre. Por ejemplo, Japón, como país expuesto al suceso de terremotos, tiene asociados ciertos peligros tecnológicos (tales como fallo de centrales nucleares por avería), o peligros naturales (suceso de tsunamis como consecuencia del terremoto).

Por otro lado, la medida en que el desastre afecta a la sociedad que azota es definida como vulnerabilidad. Este concepto es altamente dependiente del fenómeno al que se refiere, de manera que un cierto territorio puede tener vulnerabilidades más altas de cara a ciertos sucesos en relación con otros (Meli et al., 2005:8). Normalmente, las actividades preparatorias y de prevención que el estado o los agentes sociales llevan a cabo en etapas previas a un desastre, tienen como objetivo disminuir su vulnerabilidad en un escenario de incerteza de acaecimiento del suceso.

De la interacción de los tres factores nombrados, peligro, vulnerabilidad y exposición, resulta la definición del riesgo, esto es, la probabilidad de que al ocurrir un desastre, se den fenómenos destructivos en la sociedad o territorio que lo sufre. Este concepto es el que la mayor parte de la literatura considera a la hora de analizar la mejor manera de mitigar los efectos de desastres, enfocando la cuestión a la llamada gestión del riesgo (Meli et al., 2005:6; Bitran, 2005:5).

Estos conceptos se definen de manera que el riesgo resultante es fruto de la interacción entre ellos, y no tanto de sus magnitudes individuales. Esto es, hablar de un riesgo alto o

bajo para un territorio, puede ser resultado de diferentes niveles de exposición y vulnerabilidad. Así, un bajo riesgo ante un desastre puede provenir de una alta peligrosidad y vulnerabilidades afectadas por un entorno poco propenso al suceso (baja exposición), pero también a una baja vulnerabilidad pese a una exposición alta.

Los tres conceptos definidos que forman parte de la estructura de análisis de la economía del desastre interactúan entre ellos, y varían de un territorio o estado a otro, definiendo la manera en que su economía y su sociedad se readaptan una vez acaece el suceso. Existen países con alta exposición, y baja vulnerabilidad debido a las actividades de prevención llevadas a cabo, y en los que los resultados del desastre son fuertemente amortiguados. Pese a que cabe pensar que esta combinación de parámetros describe la situación de los países más desarrollados, se verá más adelante que la interacción real entre ellos no es tan directa, y que existen otras dinámicas subyacentes que definen realmente cómo impacta el desastre en la economía.

Existe otro factor que, tal y como describen Meli et al. (2005:7), influye en la definición de un contexto de desastre, y que se refiere a la percepción del riesgo. La manera en que la propia población o el gobierno a diferentes escalas procesan la información y toman decisiones en consecuencia para amortiguar los efectos de los desastres es un factor fuertemente influyente en sus resultados. La subjetividad del término hace que no sea frecuentemente analizado en textos sobre economía del desastre, pero sin embargo es un efecto potente si se combina con el de riesgo en sí. En efecto, ante un desastre, puede decirse que uno de los factores que influyen en la mayor o menor medida de su impacto, es el desacoplamiento entre el riesgo real y la percepción de riesgo por parte de la población y de entidades públicas y privadas.

La última dimensión asociada al concepto de análisis, la de resiliencia, que será analizada más adelante como un concepto en sí mismo, por su relevancia de cara al presente trabajo.

2.1.2 Consecuencias macroeconómicas de los desastres

La economía, como ciencia, requiere de la cuantificación para poder elaborar teorías y principios que expliquen el comportamiento de las sociedades ante la gestión de sus bienes escasos. Particularmente para el análisis del impacto económico ante desastres, la cuantificación es especialmente necesaria para poder generar de material que profundice en la gestión del riesgo y en la elaboración de estrategias de mitigación y

prevención para eventos futuros. Los materiales elaborados por entes gubernamentales y políticos destacan la necesidad de este análisis. Este aspecto práctico, que ha reducido el análisis a la mera cuantificación de las pérdidas económicas en términos económicos y monetarios, y de lo que hay que invertir, podría justificar que la economía del desastre no haya sido estudiada en profundidad en ámbitos académicos hasta un período relativamente reciente.

La aproximación al tema por parte de los grandes economistas liberales del S.XIX, estipulaba que el suceso de desastres (antropogénicos y naturales) siempre es positivo para el mercado precisamente porque estimula la actividad económica. En otras palabras, si algo se rompe, hay que sustituirlo, lo que supone un consumo. Sin embargo, esta aproximación al tema es parcial y fácilmente rebatible, como ya hiciera Frédéric Bastiat a través de su llamada paradoja de la ventana rota. Considérese un negocio de un burgués, cuyo hijo rompe accidentalmente el cristal de una de las ventanas de su local. Todo el mundo podría ver con buenos ojos el hecho, si considera que éste impulsa al poseedor del negocio a invertir en un nuevo cristal, lo cual es positivo para la actividad del cristalero. Bastiat rebate este razonamiento argumentando que pese a que este hecho aislado como tal es positivo, no lo es si se considera lo que no se ve, esto es, que este dinero invertido en el cristal podría haberse invertido en otras cosas, como zapatos. Pese a que en ambos escenarios, la ventana acaba estando acristalada, en el segundo el dueño del negocio tiene además un par de zapatos nuevos, por lo que en términos netos, la sociedad se ve más beneficiada en el segundo caso.

Esta aproximación didáctica y simplista es una muy buena aproximación a la teoría del desastre, ya que ayuda a comprender cuál es la dificultad de analizar y evaluar las dinámicas a las que el desastre en sí da lugar, y cuan sencillo es cambiar las conclusiones de los análisis al cambiar ligeramente el foco de atención. De hecho, como ya se ha especificado, los estudios más profundos respaldados por análisis estadísticos, no son excesivamente antiguos precisamente por la gran variabilidad de los resultados y teorías dependiendo de la perspectiva desde la que se consideren.

Desde una perspectiva macroeconómica, debe decirse que la mayor parte de autores entran en contradicción con la aproximación de Bastiat, ya que se observa que los desastres naturales van asociados a una posterior aumento del PIB del país, al menos a corto plazo (Albala-Bertrand, 1999; Tol & Leek, 1999). De las referencias consultadas, sólo Horwich et al. (1999) enuncian un corolario que establece que los desastres no deben afectar al PIB gracias a la flexibilidad del mercado moderno, que permite relocalizar exportaciones e importar materiales para la reconstrucción de manera rápida. Sin

embargo, este análisis no está contrastado por datos reales, lo que lo hace menos fiable que el de otros autores que sí refuerzan sus teorías con los mismos.

Skidmore & Toya (2002) encuentran una correlación estadística significativa entre el suceso de desastres naturales y el crecimiento del PIB de los países afectados en los meses posteriores, a través de una ecuación de regresión logarítmica positiva. Los autores asocian este fenómeno a las propias tareas de reconstrucción del país y la manera en la que se define el PIB. En efecto, este indicador contabiliza los flujos de dinero e inversiones en un país. Por otro lado, la destrucción de bienes, aunque sea también un flujo económico, no supone una disminución del PIB. Es obvio pues que en el período de reconstrucción de un país, el PIB se vea incrementado considerablemente. Esta relación positiva entre desastres naturales y PIB es también observado por Cavallo et al. (2010), que concluyen que un impacto negativo en el PIB a largo plazo sólo es observado en aquellos países con inestabilidad política. Los países en que se basa dicha afirmación son Nicaragua o Irán, en condiciones políticas claramente diferentes respecto del gobierno japonés.

En una línea complementaria de análisis, otros autores focalizan el estudio en las actividades de mitigación y reducción del impacto. Cohen & Werker (2008), desde una perspectiva de economía política, proponen que los gobiernos de países pequeños tienen más conciencia por la necesidad de prevenir los desastres en la medida de sus posibilidades, lo que debería disminuir el impacto de los desastres. Noy et al. (2009) establecen que aquellos países con mayor tasa de educación y más ingresos per cápita invierten más en prevención. Schumacher et al. (2011) concluyen que aquellos países donde el riesgo es a priori mayor, se sufren menos daños por haber más esfuerzos de inversión en la prevención. Neumayer et al. (2012) se alinean con esta teoría, destacando que la relación entre riqueza del país y la gravedad de los resultados del desastre se articula a través de la mitigación del riesgo, de manera que los países más ricos sufren menos daños en términos relativos que los más empobrecidos. Esta afirmación es en sí paradójica, teniendo en cuenta de que en aquellos territorios donde más factores productivos materiales, el impacto sufrido en términos de destrucción material debería ser mayor. A este respecto, Noy et al. (2009) matizan que esto es cierto en el corto plazo, pero que sin embargo, en largo término, los países menos desarrollados muestran más rapidez al volver al punto previo al desastre. Y, por otro lado, los países menos desarrollados muestran economías menos diversificadas, que agravan el impacto.

Los avances en la observación estadística de las consecuencias de desastres naturales a nivel mundial se centran en observar otro tipo de indicadores macroeconómicos,

ofreciendo así una visión más amplia del impacto del desastre en la economía. Skidmore & Toya (2002) ofrecen el análisis estadístico más completo en este sentido, diferenciando entre la destrucción de capital humano (profesionales con educación, conocimientos y capacidad de trabajo), y destrucción de capital físico, y destacan que éste último es más fácil de sustituir, por lo que su pérdida es menos crítica. No parece existir una relación entre el suceso del desastre y la acumulación de capital físico, pero sí con la de capital humano. Por otro lado, los mismos autores encuentran una relación estadística con la adquisición de nuevas tecnologías, evidenciando que el suceso de un desastre permite a los países adquirir nuevas tecnologías, e interpretar así el desastre como una oportunidad de mejora.

Así, la destrucción de capital físico es descrita, como una oportunidad para acelerar la adopción de nuevas inversiones y el desarrollo de tecnologías mejoradas. Esta vía de desarrollo se ve impulsada si en ella participa activamente el capital humano que se ha mantenido tras el desastre, lo que ya fue concluido de manera teórica por Horwich et al. (1999), estableciendo que el capital físico no es el recurso crítico para su reconstrucción, pese a ser el que a priori sufrirá más daño tras el desastre.

Otro indicador macroeconómico que se toma en cuenta es el de la productividad total de los factores, esto es, la diferencia entre el crecimiento de producción y el incremento de los factores productivos tales como trabajo o capital. Los desastres, en tanto su condición de oportunidad para la adquisición de nuevas tecnologías y actualización del stock de capitales, parecen influir significativamente en el aumento de la productividad total de los factores, suponiendo un nuevo beneficio para la economía (Skidmore & Toya, 2002).

Como se ha podido ver en los párrafos anteriores, existen algunas pruebas estadísticas que relacionan el suceso de desastres con una cierta influencia en la economía. De todos los indicadores macroeconómicos analizados en la bibliografía, los que muestran una correlación significativa son el PIB a corto plazo, la acumulación de capital humano, la adquisición de nuevas tecnologías y la productividad total de los factores. No existe, sin embargo, relación significativa con la acumulación de capital físico.

2.2 Resiliencia económica

En el epígrafe anterior, las dimensiones de la economía del desastre relacionadas con las etapas previas a su suceso han sido presentadas. Sin embargo, existe una cuarta dimensión relevante, que se refiere a la etapa post-desastre, y que explica la efectividad

y rapidez de las tareas de reconstrucción, esto es, la resiliencia (Kajitani & Tatano, 2014). Este es el concepto central de este trabajo de investigación, y que se empleará para comprender las dinámicas que se han sucedido en Japón tras el suceso del gran terremoto del 2011.

En términos generales, la resiliencia es un concepto de las ciencias sociales que puede aplicarse a priori a cualquier disciplina o área de conocimiento, ya que define la capacidad de un sistema para adaptarse a las perturbaciones provenientes del medio exterior. Este concepto es más sencillo de entender considerando la perspectiva del pensamiento sistémico de pensadores como Humberto Maturana, Francisco Varela o Donella Meadows. Un sistema es un conjunto de elementos organizados coherente y jerárquicamente para la consecución de un objetivo. Desde una perspectiva sistémica, sus componentes o elementos no tienen relevancia como tal, sino que lo que determina el éxito y supervivencia del sistema son las relaciones que se desarrollan dinámicamente entre ellos, y los fenómenos emergentes que se suceden en consecuencia.

Imagínese un sistema económico que se encuentra en equilibrio, esto es, que las relaciones dinámicas entre elementos se desarrollan sin ninguna clase de perturbación externa. Cuando un fenómeno exógeno ocurre, el equilibrio del sistema se ve alterado, y las relaciones que ocurrían deben reorganizarse para adaptar el sistema a la nueva situación. Esta capacidad de auto(re)reorganización es también la llamada autopoiesis de los sistemas (Maturana & Varela, 2003). La resiliencia es la característica del sistema que lo hace más o menos flexible o adaptable a dichas perturbaciones que provienen del medio exterior (Meadows, 2009). Este concepto es extensamente empleado para hablar de desarrollo sostenible, y por tanto puede observarse desde las tres perspectivas con las que tradicionalmente se explica dicha ciencia: la medioambiental, la social, y la económica. Para este trabajo, la resiliencia económica es la dimensión central de estudio, siendo el sistema de estudio la macroeconomía de Japón, y la perturbación que activa los mecanismos de resiliencia, se corresponde con el desastre natural considerado.

El principio de resiliencia ha ganado protagonismo en la estrategia económica de los estados de Asia y Pacífico, y es reconocido como una de las piedras angulares de su planificación (International Monetary Found, 2015). Según Rose & Krausmann (2013:73), la resiliencia económica puede ser definida como la capacidad inherente y las respuestas adaptativas que las regiones y sus empresas ponen en juego para evitar pérdidas potenciales. Yu et al. (2014) interpretan la resiliencia como el concepto opuesto a vulnerabilidad, y adoptan una definición adaptada de otros autores: la medida de la capacidad de un sistema de absorber y recuperarse del suceso de un desastre. Pese a

poseer un enfoque diferente, sigue manteniendo y sugiriendo el carácter flexible de la resiliencia como capacidad dinámica.

2.2.1 Resiliencia inherente y resiliencia adaptativa

Retomando la definición de Rose & Kraussman (2013:74), dos dimensiones clave son consideradas, que a su vez ayudan a matizar sobre el concepto de resiliencia económica. Por un lado, la resiliencia inherente se refiere a la capacidad de recuperación del sistema en base a los recursos y dinámicas ya existentes en el sistema, sin ejecutar acciones adicionales. Esto es, se trata de los mecanismos que el estado es capaz de poner en marcha en base a las acciones preventivas y mitigadoras ya aplicadas con anterioridad al mismo. Por otro lado, se considera resiliencia adaptativa aquella que es construida por acciones posteriores a la situación de crisis provocada por el desastre. A menudo, la resiliencia inherente es aplicada para describir dinámicas que buscan la paliación o amortiguación de los efectos del desastre a corto plazo, mientras que la adaptativa es aquella que pretende devolver al estado a dinámicas similares a las etapas previas al desastre.

Otros autores emplean otro criterio de dimensionalización de la resiliencia (Solari & Cimellaro, 2013), distinguiendo cuatro aspectos clave del concepto:

- Robustez. Fuerza inherente del sistema para soportar demandas externas sin perder funcionalidad.
- Redundancia. Propiedad del sistema que permite opciones y elecciones alternativas bajo una situación de estrés.
- Solvencia. Capacidad de movilizar recursos necesitados en emergencias.
- Rapidez. Velocidad con que la disrupción puede ser superada y volver al punto inicial.

Esta división no es incompatible con la definida por Rose & Kraussman (2013), ya que los tres primeros hacen referencia a la resiliencia inherente, mientras que la cuarta se refiere a la resiliencia adaptativa, con lo que esta perspectiva es compatible con el marco teórico establecido en este trabajo de investigación.

2.2.2 Medición de la resiliencia

Existen diferentes métodos para cuantificar la resiliencia económica mostrada por un territorio tras un desastre. De la revisión general de la bibliografía, se concluye que esta medición puede efectuarse a diferentes escalas, y considerando diferentes tipos de desastre, asumiendo que la resiliencia no es la misma dependiendo del tipo de perturbación que modifique las dinámicas económicas del territorio.

Considérese en primer lugar los sistemas de medición de la resiliencia a nivel microeconómico. Aunque no sea el objetivo de este proyecto, en que se trata de estimar la resiliencia a nivel macroeconómico, permite extrapolar ciertos principios a la medida de la resiliencia como actividad general. Bruneau et al. (2003) elaboran un sistema de indicadores de medición de la resiliencia para comunidades pequeñas, particularizándolos para el caso de la resiliencia ante desastres sísmicos, que sin embargo es extrapolable para comunidades más amplias, hasta llegar a la escala estatal, como es el objetivo de este trabajo.

Así, la resiliencia comunitaria ante terremotos es definida como la “capacidad de las unidades sociales (organizaciones, comunidades...) de mitigar los daños, contener los efectos de los desastres cuando ocurren y llevar a cabo actividades de recuperación para minimizar la disrupción social y mitigar los efectos de futuros terremotos”. La variable de estudio de los autores es la calidad de la infraestructura de la comunidad, de manera que la resiliencia es la capacidad de la comunidad de que esta calidad vuelva, como mínimo, al estado inicial antes del desastre, t_0 . Para hacer esta medida cuantitativa, los autores se basan en una batería de indicadores que describen el estado de los sistemas de energía, agua, hospitales e instalaciones de emergencia.



Figura 2.1. Definición conceptual de medida de la resiliencia sísmica para comunidades, según Bruneau et al. (2003).

Esta definición de resiliencia, asume que, tal y como se muestra en la figura 2.1, existe una cierta función $Q(t)$, la llamada curva de restauración, que modela la manera en que

el estado de una cierta variable vuelve al punto previo al desastre (Cimellaro et al., 2010:3624). Pese a que esta consideración es muy extendida entre varios autores, debe tomarse con cautela, ya que como ya se describió en el epígrafe anterior de este capítulo, se observa una cierta relación entre el suceso de desastres naturales y la adquisición de nuevas tecnologías. No obstante, será empleada, como se verá en el capítulo 4 de este trabajo, como referencia de aproximación al tema.

El problema de la resiliencia sísmica a nivel local es abordado también por Cox et al. (2015), que desarrollan el llamado índice de resiliencia rural (*Rural Resilience Index*, RRI) como fuente de información para la preparación ante futuros desastres. La tabla 1.1 representa los diferentes dominios que describen las componentes que confirman el RRI según estos autores. Esta aproximación al tema, definida de esta manera, es compatible con las dimensiones establecidas por Bruneau et al. (2003).

Tabla 1.1. Dominios en los que se engloban los diferentes indicadores que conforman el índice de resiliencia rural (RRI), según Cox et al. (2015:225).

Dominio	Descripción
Capital humano	Conocimiento y habilidades que se traducen en preparación, mitigación y respuesta
Capital social	Determinantes sociales de salud y vulnerabilidad: redes sociales y alcance
Capital construido	Infraestructura de comunicaciones de transporte, refugio básico, edificios comunes
Capital económico	Gestión de los recursos económicos, empleo, prácticas económicas alternativas
Capital natural	Recursos naturales, producción energética y abastecimiento, atributos geográficos, sistemas ecológicos
Gobernanza	Compromiso de la comunidad, comunicaciones intra- e intercomunitarias, organizaciones legales, marcos legales
Preparación al desastre	Evaluación del riesgo, planificación, capacidades de respuesta a emergencias, prevención

Pese a que el objetivo de los autores es definir una metodología para definir la resiliencia a nivel local (a través de cuestionarios y recogida de información in situ), muchos de los descriptores de cada dominio del análisis de indicadores del sistema descrito por Cox et al. (2015), se componen de ítems que podrían también ser medidos a nivel macroeconómico (como por ejemplo, las infraestructuras de comunicación). Asimismo, se enuncian una serie de principios que puntualizan prácticas deseables a la hora de evaluar la resiliencia, entre los que se estacan los dos siguientes para elaborar el contenido de este trabajo:

- La resiliencia no se distribuye uniformemente en una comunidad.
- La resiliencia integra factores múltiples, de manera que debe ser medida como un agregado de los mismos. Sin embargo, los factores individuales que conforman dicho índice deben tener más peso en las decisiones o evaluaciones finales.

Los componentes de medición de la resiliencia a nivel macroeconómico, punto de interés de este trabajo, podrán también ser diferentes al cambiar la escala de estudio. En cualquier caso, la medida de la resiliencia a nivel estatal está basada en indicadores macroeconómicos, abarcando desde la escala mínima regional hasta estatal. Esta es la unidad de estudio que los investigadores del área emplean para la medida de la resiliencia a nivel macro, lo cual es perfectamente lógico si se tiene en cuenta que la información que se emplea para análisis estadístico proviene en su mayoría de datos gubernamentales.

Considérese ahora otro grupo de referencias que abordan un análisis a mayor escala sobre la resiliencia, y que manejan datos macroeconómicos para el establecimiento de su medida. Como se verá, estas referencias coinciden en que cada método posee limitaciones de cara a obtener resultados fiables que cuantifiquen la resiliencia de manera concluyente. No existe tampoco unanimidad en la opinión sobre cuál es el mejor método de medición. Cabe destacar en primer lugar el trabajo de Rose & Kraussman (2013), que analizan una serie de indicadores de la resiliencia de diferentes fuentes bibliográficas, indicando para cada uno de ellos su influencia en la resiliencia inherente o adaptativa. En términos prácticos, esta referencia establece un análisis sin crear realmente un sistema de medición nuevo.

Okuyama & Santos (2014) destacan la idoneidad del método *Input-Output* para cuantificar la resiliencia de un territorio ante un desastre, incorporando algunos elementos que lo mejoren, y destacan el exceso de desvíos que se obtiene con otro método computacional CGE (*Computable General Equilibrium*). En una línea

completamente opuesta, Rose & Liao (2005) descartan la excesiva linealidad y la poca flexibilidad del método de análisis *Input-Output* como para definir la resiliencia de una sociedad ante el desastre, que puede ser compensado mediante el empleo de métodos CGE. Sin embargo, también destacan las grandes elasticidades del mercado que este método considera, y que por tanto puede llegar a medir respuestas demasiado resilientes. En cualquiera de los métodos nombrados, la resiliencia inherente es representada por funciones, mientras que la adaptativa representa el cambio entre los parámetros de dichas funciones en períodos posteriores al desastre.

Pese a la diferencia de visiones respecto a la mayor o menor idoneidad de los sistemas de cálculo y análisis, lo que sí parece ser un punto en común entre los autores es que un aspecto especialmente relevante que permite evaluar la resiliencia de una economía, y esto es la evaluación del impacto sobre las llamadas líneas vitales (o *lifelines*) provocado por el desastre y la interdependencia de las industrias. Tanto es así que incluso en un caso ideal en que el desastre no dañara capital físico productivo, la actividad económica se podría ver afectada debido a la parada de funcionamiento de estas líneas, cuyo efecto se transmite a través de toda la cadena de producción y consumo (Rose & Liao, 2005). Esta aproximación alude al carácter sistémico de la economía, por lo que este acuerdo generalizado queda perfectamente enmarcado dentro de la perspectiva de este trabajo. La resiliencia habla de cómo de rápido y cómo de bien se restablecen estas relaciones tras el desastre.

En el trabajo de Solari & Cimellaro (2013) se evalúa la interdependencia de las infraestructuras para evaluar la resiliencia del sistema económico, entendiendo por infraestructura toda aquella red de sistemas y procesos interdependientes y artificiales que funcionan sinérgicamente para producir o distribuir un flujo continuo de bienes y servicios. Estas infraestructuras son las que sirven para distribuir las ya citadas *lifelines*, o líneas vitales. A nivel de medición, la resiliencia es definida como una función normalizada que indica la capacidad de sostener un nivel de funcionalidad, partiendo de curvas de restauración de líneas de vida. Esta perspectiva es retomada en Cimellaro et al. (2014), y será objeto de análisis en profundidad en el próximo capítulo cuando se particularice la evaluación al país nipón.

Dentro de esta línea, en Kajitani & Tatano (2014) se mide el efecto multiplicador que el desastre en la economía a través de la llamada pérdida de capacidad productiva (o *production capacity loss rate*, PCLR) producida por las interrupciones por las líneas vitales, factores en que también se centraban los estudios referenciados anteriormente. Para ello, emplean curvas de fragilidad, y además toman como referencia el caso del gran

terremoto de Japón del 2011, por lo que se profundizará en los contenidos de su método de medición en el siguiente capítulo.

2.3 Recapitulación

En el capítulo desarrollado se ha analizado los principios de la economía del desastre, y se ha definido los dominios en que la resiliencia es analizada, así como diversas aproximaciones a su medición y estimación. Este análisis previo establece las bases para el análisis principal del trabajo de investigación, que es la particularización al caso japonés, tomando como referencia el gran terremoto del 2011. De cara a la elaboración de este capítulo, los siguientes puntos clave han sido observados:

- Existe un impacto a corto plazo entre el suceso de un desastre natural y la macroeconomía de un país o territorio, que se refleja en el aumento del PIB que el país afectado experimenta. Este efecto es comprensible si se tiene en cuenta la manera en la que dicho indicador es medido y cuantificado.
- A largo plazo, el impacto también es visible en otros aspectos económicos tales como la inversión en capital humano o en infraestructuras.
- La resiliencia es una dimensión de la economía del desastre observable en el período post-desastre, y permite determinar la rapidez y facilidad con que se llevan a cabo la recuperación del país. Sin embargo, no existe un sistema único de medida del concepto, por lo que la manera de cuantificarla depende de los autores consultados.
- Existen autores que centran su análisis en la medición de la resiliencia para comunidades de tamaño reducido, y otro grupo de análisis a escalas más grandes como la regional y estatal.
- La manera en que se abordará la medida de la resiliencia para este trabajo, por ser la aproximación más disponible desde la bibliografía, está relacionada con la evaluación de la interdependencia infraestructural y la consecuente interrupción de las líneas vitales o *lifelines*. Esta aproximación conserva el carácter sistémico con el que se ha planteado este trabajo de investigación.

3. Impacto económico del gran terremoto de Japón de 2011

Los dos desastres naturales que más impacto económico han tenido sobre Japón fueron causados por sismos. Estos sucesos tuvieron lugar en 1995 el de Kōbe, y en el 2011 en varias prefecturas de la región norte de la isla principal del archipiélago japonés, Tōhoku (The Economist, 2011). Empleando los términos definidos anteriormente para hablar sobre economía del desastre, puede decirse que el archipiélago japonés sufre una alta exposición ante catástrofes de carácter sísmico, por su localización geográfica. Además, por la evidente magnitud de las consecuencias de los desastres, esta exposición alta se combina con una alta vulnerabilidad, que ha provocado daños de tales magnitudes.

Este capítulo aborda el caso del terremoto de Tōhoku analizando las consecuencias económicas que el suceso del gran terremoto provocó, ofreciendo datos desagregados por sectores que cubran los aspectos más relevantes sobre la macroeconomía del país. En base a estos datos, en el próximo capítulo se analizará más en profundidad sus implicaciones de cara a la medición de la resiliencia del país.

3.1 Desarrollo del desastre

3.1.1 El terremoto

Higashi Nihon Daishinsai (東日本大震災) o gran desastre sísmico del este de Japón, es el nombre con que oficialmente bautizó el gobierno de Japón al gran terremoto del 11 de marzo de 2011, y que afectó directamente a la región de Tōhoku, al norte de Honshū, formada por las seis prefecturas de Akita, Aomori, Fukushima, Iwate, Miyagi y Yamagata (figura 3.1). El suceso llevó consigo 15.749 muertos, de los que el 92% perecieron

ahogados por efecto del tsunami, y 3.962 personas desaparecidas, tal y como el informe de la EERI (2011:1) argumenta según datos de la IOC/UNESCO.

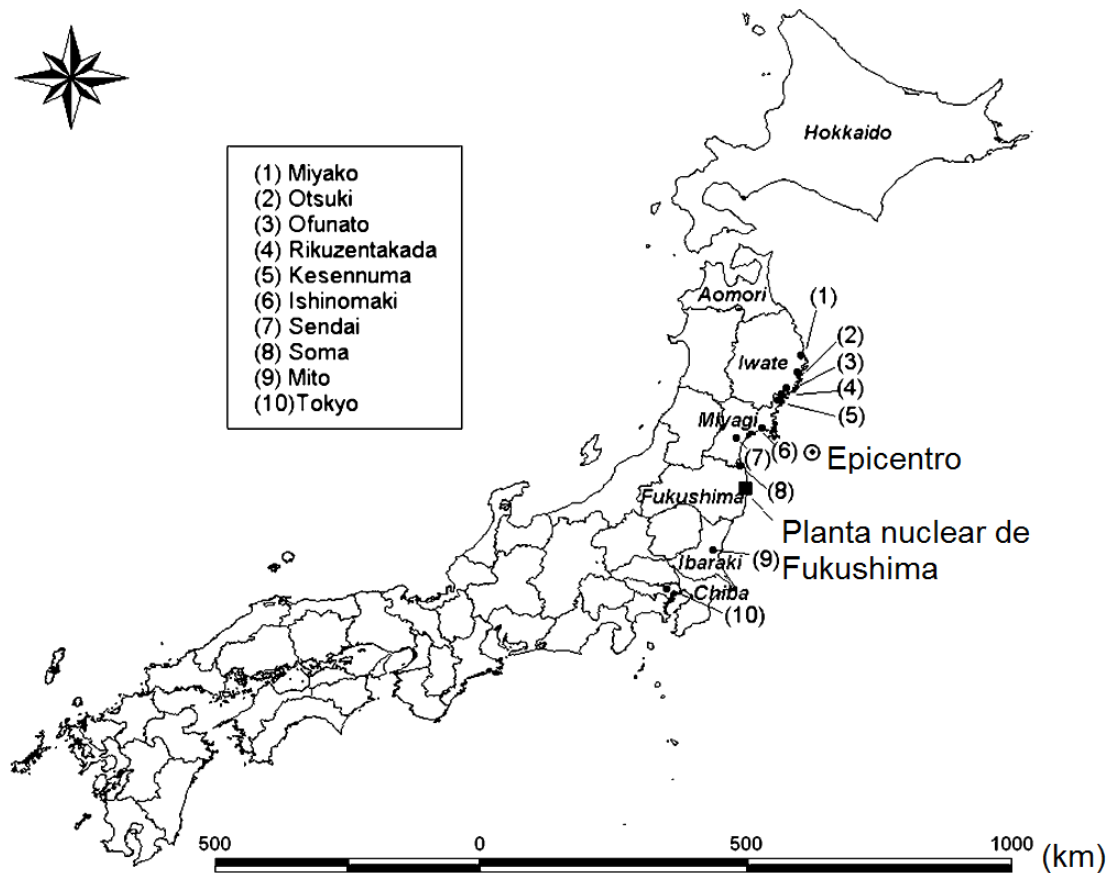


Figura 3.1. Localización geográfica del epicentro del desastre respecto de la costa japonesa y algunos de los puntos con mayor intensidad registrada (indicados con números) (Mimura, 2011:804)

El desastre fue originado por el choque entre las placas tectónicas Pacífica y Norteamericana, a las 14:46 h de Tōkyō, lo que desembocó en un terremoto de 3 minutos de duración, caracterizado con un 9 de la escala Richter, y con epicentro a 32 km de profundidad y 77 km de la costa de la isla principal (Norio, 2011:34).

La agencia japonesa de meteorología posee un índice propio para caracterizar los terremotos, que pueden ser calificados del 0 al 7. Durante el gran terremoto de Tōhoku, la clasificación más alta fue registrada en algunas ciudades de la prefectura de Miyagi. A su vez, el nivel 4 o superior fue registrado en 13 prefecturas, que son las que en la mayor parte de la bibliografía sobre el caso son referidas ante la evaluación de daños. Estas prefecturas son Iwate, Miyagi, Fukushima, Hokkaidō, Aomori, Akita, Yamagata, Gunma,

Saitama, Kanagawa. La figura 3.2 muestra un mapa isocromático del índice de medida del terremoto en la geografía nipona.

El terremoto fue el más grande registrado en Japón, con aceleraciones máximas de 30 m/s². Sin embargo las bajas frecuencias del mismo, parámetro asociado a la capacidad destructiva del evento, hace que pueda decirse que su potencial destructivo sobre las infraestructuras fue, a priori, más bajo que el de otros eventos de similar magnitud tal como el gran terremoto de Kōbe de 1995. Así, la gran destrucción material a la que llevó el terremoto, y que será cuantificada más abajo, provino de los efectos secundarios del terremoto, en primera aproximación, las réplicas de días posteriores y el tsunami provocado por el movimiento de tierra (Mimura, 2011:808).

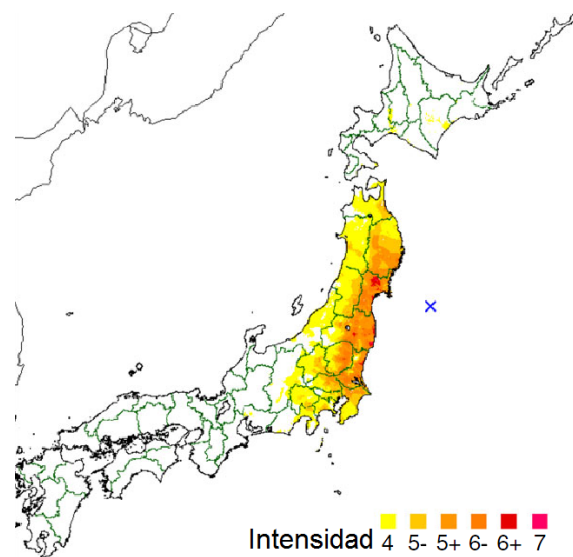


Figura 3.2. Representación de la intensidad del terremoto en diferentes prefecturas, medido por la Agencia Meteorológica Japonesa (Mimura, 2011:807)

3.1.2 El tsunami

Dentro los sucesos posteriores desencadenados por el terremoto, se incluyen las réplicas de menor magnitud que tuvieron lugar a miles hasta el mes de abril. Sin embargo, es sin duda el gran tsunami el suceso que desencadenó los efectos más devastadores para el país, llegando a la costa este de Japón, y penetrando hasta 10 km hacia el interior. Pese a que es complicado de cuantificar, diversas fuentes cifran la altura máxima que alcanzó el tsunami entre los 24 y los 38 m, y afectó a la tierra interior a lo largo de unos 550 km de sur a norte y 200 km de este a oeste (Norio, 2011:2). En el informe de la EERI (2011:3) se referencian más de 5400 medidas del nivel del agua se tomaron para caracterizar el

tsunami, a lo largo de más de 2000 km de costa japonesa, cuantificando las mayores olas en la prefectura de Iwate (de casi 39 m de altura), y de menor altura en la de Miyagi.

Los informes posteriores al desastre delatan la gran variabilidad del impacto en función de las características particulares de cada población, y sus características orográficas. Los efectos del tsunami llegaron en primer lugar a las costas de Chiba a los 29 minutos del suceso del terremoto, a la ciudad de Okai, pese a que fueron de baja magnitud. En la costa de Tōhoku, donde los efectos fueron más devastadores, el tsunami llegó 36 minutos más tarde del terremoto a la ciudad de Hachinohe, con olas de pequeña magnitud. Las cámaras del aeropuerto de Sendai registraron la llegada del tsunami a las 15:37 h a la ciudad de Natori. Así, poco a poco los efectos del terremoto se fueron transmitiendo a través del océano en forma de tsunami, hasta que llegó la gran ola a la ciudad de Miyako, de 38 m de altura, inundando 9 km² de población (EERI, 2011:3).

A nivel general, las tres prefecturas que componen la costa de Tōhoku fueron las más dañadas. De los casi 60.000 edificios que se calcula destruyó por completo el tsunami, más de la mitad pertenecían a la prefectura de Miyagi. Esta prefectura sufrió también la mayor cantidad de pérdidas humanas, seguida de la de Iwate (Norio, 2011:37). La tercera prefectura costera de la región, Fukushima, fue en términos absolutos la menos afectada, pero sin embargo, dio lugar a la que sin duda fue la consecuencia más devastadora del suceso: el accidente nuclear de una de sus centrales.

3.1.3 El accidente nuclear de Fukushima

En el marco conceptual definido anteriormente, el accidente nuclear que se produjo puede ser interpretado como uno de los posibles peligros asociados al alto riesgo que el país sufre de cara a sucesos sísmicos. Las once plantas nucleares situadas en la región de Tōhoku pararon la actividad de los reactores tras el suceso del terremoto. De todas ellas, en la prefectura de Fukushima se localizan dos plantas, que se incluyeron dentro de la respuesta de emergencia descrita. Sin embargo, la central nuclear de Fukushima Dai'ichi, cuya actividad paró a las 16:11 h, 55 minutos después del terremoto, fue azotada por el tsunami descrito, dañando sus sistemas de refrigeración de dos de sus siete reactores, derivando en graves daños al abrir el circuito de flujo de fluidos caloportadores.

En condiciones normales, la planta nuclear de Fukushima opera en circuito cerrado. Los reactores nucleares generan vapor de agua, que se emplea para impulsar turbinas que generan electricidad. Posteriormente, esta agua es enfriada y condensada a través de sistemas de refrigeración, para ser llevada de vuelta a los reactores nucleares para su

nueva evaporación. Por efecto del tsunami, los sistemas de energía que hacen funcionar el sistema de refrigeración fueron averiados, de manera que se alcanzaron temperaturas demasiado altas en el reactor. Ante esta situación, se inyectó en el sistema agua externa proveniente del mar, que sin embargo, se evaporó también, aumentando la presión del sistema de conducción. En una situación de emergencia, este vapor tuvo que ser evacuado, liberando así isótopos radioactivos que se trasladaron a lo largo y ancho del globo. Y, por otro lado, en aquellos lugares donde la evacuación no fue suficiente, se produjeron deflagraciones de isótopos de hidrógeno, que causaron fracturas por las que se vertió agua radiactiva al océano (Norio et al., 2011:40).

Estos sucesos son los que más conmocionaron al mundo, y los que más centraron la atención de los medios, pese a que, como se verá a continuación, los esfuerzos de recuperación se focalizaron en muchos otros aspectos que era necesario reconstruir en una sociedad azotada de nuevo por el ser mitológico *Namazu*.

3.2 Impactos macroeconómicos

El suceso del terremoto y la consumación de sus efectos posteriores pusieron en jaque a una economía como la japonesa que había encontrado sus vías de recuperación a través de la estimulación de exportaciones y del consumo interno. Pese a que las estimaciones sobre la cuantificación de los daños son dispares, en tanto que no existe una manera de registrar los diferentes elementos que han sido destruidos por efecto del terremoto. Por ejemplo, en un período inmediatamente posterior al desastre, el Banco Mundial (2011) estimó la cuantificación de los daños del gran terremoto en unos 235.000 millones de dólares, mientras que el gobierno japonés lo hace en 300.000 millones (Tabuchi, 2011a).

En consonancia con otros informes de entidades mundiales, los esfuerzos de contabilización y caracterización del daño llegaron desde el Banco de Japón a través de un informe del 2011, donde se caracteriza en un período de tiempo posterior al desastre las consecuencias del mismo. El propio informe atribuye tres características principales que caracterizan el impacto real del desastre, resumidas a continuación.

Daños directos de alta magnitud. Estos daños fueron principalmente causados por el tsunami y el terremoto. Estos daños se refieren sobre todo a la disminución de stock, esto es, capital material y productivo. Si se toma de referencia la cantidad estimada por el Banco Mundial (2011), de 235.000 millones de dólares, y se compara con la cifra estimada por el Banco de Japón (2011) relativa a los costes del terremoto de Kobe de 1995, de

unos 156.000 millones de dólares¹, es fácil hacerse una idea de la magnitud de la masacre en términos materiales.

Gran extensión física de impacto indirecto a causa de los tsunamis y la crisis del reactor nuclear, y su impacto sobre las redes eléctricas gestionadas por TEPCO. Si se toma como referencia la contribución al PIB de las prefecturas afectadas puede imaginarse la magnitud del desastre, especialmente si se compara con la misma proporción calculada respecto del terremoto de Kōbe de 1995. Como se puede observar en la figura 3.3, las 13 prefecturas vulnerables al desastre (por orden decreciente de gravedad, Iwate, Miyagi, Fukushima, Hokkaidō, Aomori, Akita, Yamagata, Gunma, Saitama, Kanagawa), duplican el PIB de Tokyo, y casi triplican los daños contabilizados para las zonas afectadas por el terremoto de Kōbe. De estas pérdidas materiales, la mayor parte de ellas se corresponde a partes iguales con instalaciones productivas de empresas y dependencias públicas. La figura 3.4 muestra la concentración de este capital material en las tres prefecturas más afectadas.

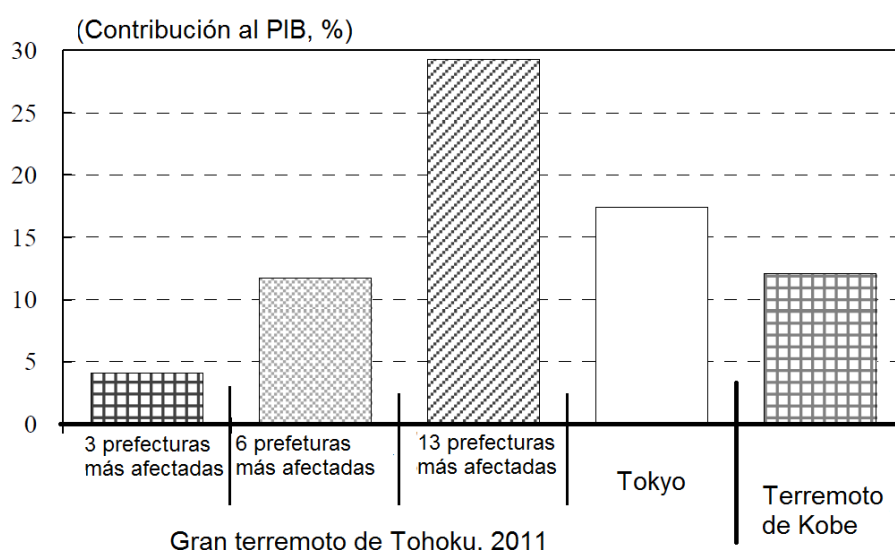


Figura 3.3. Pérdidas estimadas en diferentes áreas afectadas por el desastre, y comparación con las estimadas para el terremoto de Kobe de 1995 (Banco de Japón, 2011:2)

Incremento del riesgo y amenaza de la actividad económica a largo plazo. En este sentido, el informe del Banco de Japón establece de manera clara la gran influencia del desastre nuclear sobre esta situación, y pone de relieve la alta vulnerabilidad de la actividad económica debida a la alta dependencia de la producción eléctrica en el área, e incluso

¹ Cifra estimada a través de la conversión del valor en Yen indicado en el informe referenciado del Banco de Japón.

los escenarios más optimistas, no parecen indicar que vaya a haber una mejora a este respecto. Este aspecto es fuertemente influyente en la resiliencia de la región, y será retomado más adelante en un análisis más profundo.

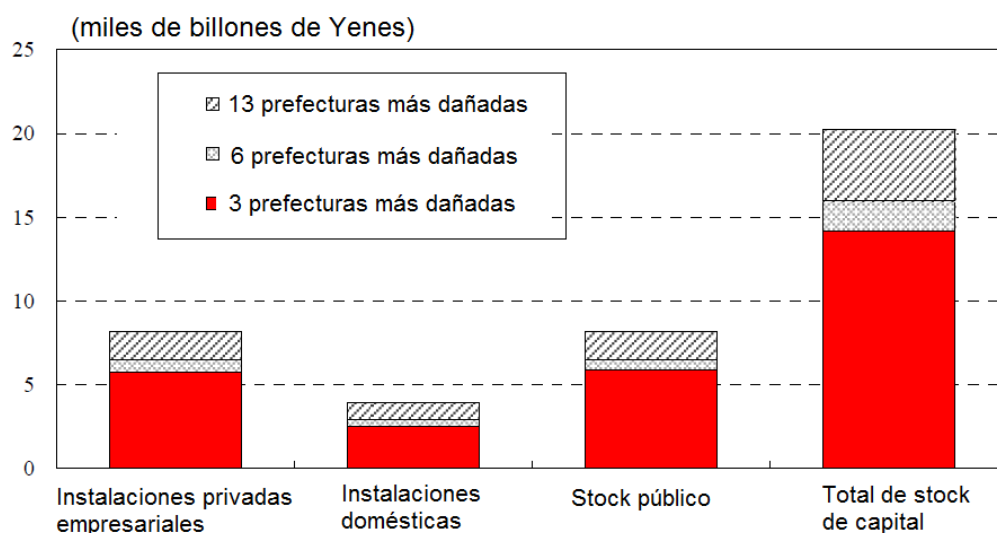


Figura 3.4. Pérdidas de stock material tras el gran terremoto del 2011, por categorías (Banco de Japón, 2011:7)

3.2.1 Los impactos generales en la economía japonesa

A la vista de las características descritas por el informe mencionado, y según las conclusiones extraídas de la revisión bibliográfica llevada a cabo en el desarrollo del marco teórico, pueden realizarse varias observaciones sobre los efectos del terremoto en las particularidades de la economía japonesa. Pese a que el terremoto no tuvo especial impacto en ciertos factores de la economía, sí atacó fuertemente a varios de los pilares fundamentales de recuperación de la economía japonesa.

En el momento de suceso del terremoto, la economía japonesa se encontraba en un estado de recesión perpetuada. Una economía en un estado de deflación a largo plazo, con precios en caída libre, lo cual era positivo para el consumo pero aumentaba la especulación y encarecía el servicio de deuda de las empresas. Por otro lado, su política fiscal al límite no favorecía el aumento de impuestos para disponer de fondos. En este marco, la principal estrategia de la economía japonesa para su activación se basaba en lograr mantener un alto nivel de depreciación del yen, que si bien resta capacidad

adquisitiva a Japón fuera del país, permitía activar el consumo interno y mantener las exportaciones a altos niveles para equilibrar a su favor la balanza comercial.

Tras el suceso del terremoto, un cambio de gobierno llevó al Shinzō Abe, del Partido Democrático Liberal, a la posición de premier ministro. La gran medida estrella de su mandato se concentró en la aplicación del conocido como *Abenomics*, esto es, un plan de acción para reactivación de la economía. Este paquete de medidas tenía como principal objetivo acabar con la deflación perpetuada de la economía, a través del estímulo fiscal, devaluación de la moneda y la ejecución de reformas estructurales.

En este marco, los efectos del terremoto, si bien no hundieron la economía japonesa, sí pusieron trabas en su recuperación afectando los diferentes aspectos que se han explicado. A continuación se hace una revisión de los diferentes aspectos afectados en este sentido.

Daños del capital humano. Esta categoría, que como se ha podido ver en el marco teórico es identificada como uno de los factores fundamentales para la recuperación de un país tras un desastre, no es citada como crítica o característica del evento en el informe del Banco de Japón, de manera que, tal y como se ha argumentado durante el marco teórico explicado con anterioridad, la recuperación del país no debería verse comprometida, al menos desde este punto de vista. Así, la disponibilidad de capital humano, y su pérdida no significativa a raíz del terremoto, podrían ser uno de los aspectos que contribuyan a aumentar la resiliencia del país y disminuir su vulnerabilidad de cara a eventos futuros.

Revaluación del yen. El terremoto provocó la venta masiva de yenes por parte de inversores extranjeros, resultando de la apreciación de la moneda hasta el punto de que en los últimos meses del 2011, el yen alcanzaba el mayor valor respecto al dólar desde la guerra. Este impacto es una consecuencia grave en un país como Japón, con una estricta política monetaria, y altamente dependiente de sus exportaciones. El problema fue tal, que Japón pidió al G7 tuvo que actuar a favor del gobierno japonés comprando moneda para estabilizar su valor (Appelbaum, 2011), pese a que a finales del 2011, Japón tuvo que volver a actuar unilateralmente para volver a rebajar el valor del yen (Tabuchi, 2011b)

Descenso del consumo interno. Tras el terremoto, se produjo un aumento de la inflación de los precios debido al descenso en paralelo de la oferta, acabando con varios años de deflación provocada en el país por efecto del mercado de trabajo, pero restando la capacidad de consumo interno. Esta caída brusca en la demanda doméstica y privada, provocó un gran desequilibrio entre la oferta y la demanda de bienes. Este efecto fue

sumamente pernicioso, dado que, como se ha dicho, era uno de los grandes motores de dinamización económica del país.

Aumento de las importaciones. El descenso de la capacidad productiva de Japón causado por el terremoto, las importaciones fueron aumentadas en gran proporción para satisfacer las necesidades de la población, contribuyendo a un mayor desequilibrio de la balanza comercial, y perjudicando de nuevo uno de los pilares fundamentales de la recuperación japonesa. Este efecto no contribuyó, ni mucho menos, a reactivar el consumo interno que había caído.

Impuestos. El paquete de medidas *Abenomics* se basaba fuertemente en el cambio del sistema retributivo japonés. El aumento de impuestos que se acabó materializando en 2014 tiene algo que ver con la necesidad de obtener ingresos para tareas de reconstrucción, lo cual es una medida apoyada por algunos autores, como Skidmore (2011), que proponen este tipo de subidas para compensar el descenso del consumo, como es el caso.

Como puede observarse, los efectos a corto plazo del terremoto y tsunami fueron perniciosos para una economía como la japonesa. El encarecimiento del yen restó capacidad de exportación a Japón, y la inflación provocada por el desequilibrio entre la oferta y la demanda provocó una disminución en el consumo interno del país. El gobierno japonés no intervino por sí sólo aplicando un paquete de medidas unilateral, sino que parte de las medidas de urgencia que se tomaron durante el desastre fueron pactadas con otros países para poder favorecer la recuperación.

3.2.2 Impacto en el sector eléctrico

El mix energético japonés no ha variado drásticamente durante los últimos años. La estrategia energética dentro del país pasó durante los años 90 por la sustitución de centrales térmicas basadas en carbón o petróleo como energía primaria, y por la perpetua ausencia de las energías renovables. La figura 3.5 muestra la evolución del mix energético, donde se aprecia el mayor peso que la energía nuclear ha ganado en el país hasta el año 2010, como parte de esta estrategia.

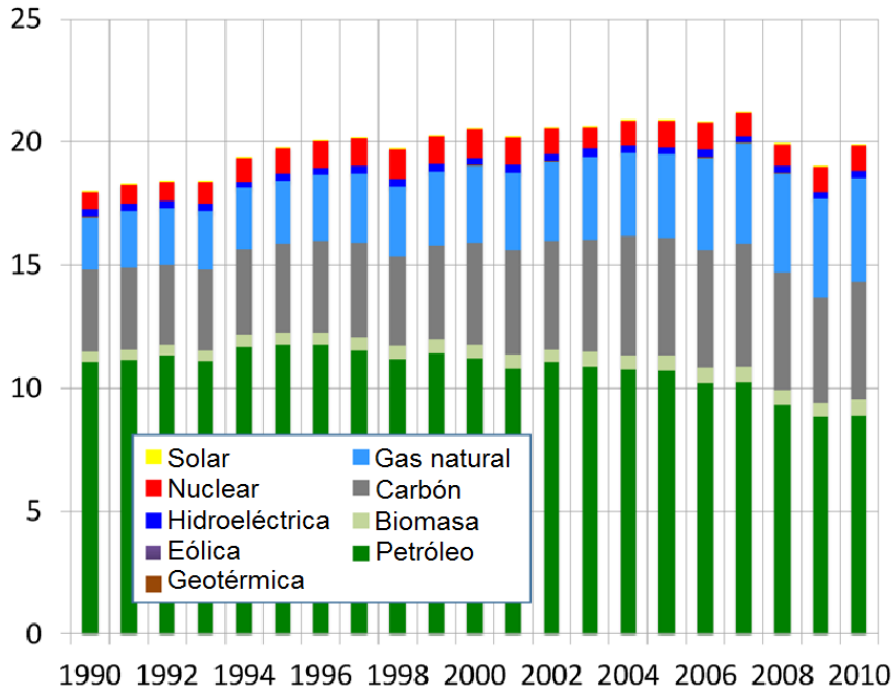


Figura 3.5. Consumo de energía primaria de Japón desde 1990 (EJ) (Koyama et al., 2014:501)

Una de las prefecturas donde más se intensificó la producción de energía eléctrica a partir de fuentes nucleares fue precisamente la prefectura de Tōhoku, pasando de producir el 14% de la producción eléctrica de todo el país, respecto al 6,2% que producía en 2005 (figura 3.6). En este contexto, cabe esperar, como bien ocurrió, que uno de los sectores que más impacto sufriera como consecuencia del desastre fue el sector eléctrico, por efecto directo del impacto del tsunami. Este fallo en el sistema de producción se expandió rápidamente por Japón, debido principalmente a una compleja red de abastecimiento eléctrico.

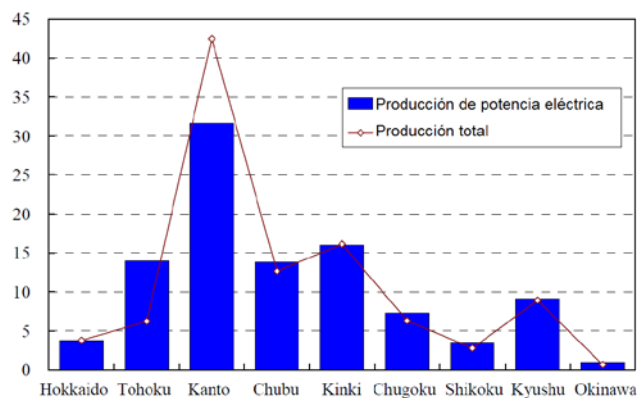


Figura 3.6. Producción energética en diferentes regiones japonesas (Banco de Japón, 2011:4)

A la vista de los datos presentados, el peso de la región afectada por el tsunami en el momento del suceso no era despreciable, y contribuía de manera relativamente alta a la generación de toda la energía interna de Japón. Además, las consecuencias del desastre provocaron un gran desabastecimiento de energía, no solamente en los días posteriores al tsunami, sino que este desequilibrio se prolongó a lo largo del año. En palabras de Koyama et al. (2014:500), Japón sufrió durante el 2011 tres grandes cortes de electricidad. El primero, por el corte de generación de la planta nuclear de Fukushima, propiedad de TEPCO (Tokyo Electric Power Company). En segundo lugar, en previsión del pico de consumo durante la época estival, llevó a TEPCO a abrir viejas centrales térmicas, en principio ya en desuso, siendo sin embargo una medida insuficiente que llevó al colapso de la red y una insuficiencia de consumo. Por último, los desabastecimientos que durante el 2012 y 2013 tuvieron lugar, en los períodos de preparación para las temporadas de alto consumo, fueron causados de manera indirecta, ya que el accidente de Fukushima obligó a revisar los operativos de seguridad de todas las centrales nucleares.

Las graves consecuencias que el fallo de una sola planta de generación de energía tuvo sobre la economía japonesa a través del corte del abastecimiento, es uno de los factores que se tuvo en cuenta para la puesta en marcha de un plan de reforma del sector eléctrico en el año posterior al desastre, y efectivamente influye sobremanera en la percepción y medida de la resiliencia del país. El mencionado plan de reformas no vino provocado por este hecho aislado, sino que el propio fallo a partir del tsunami evidenció graves problemas en el sistema de abastecimiento de la energía: producción monopólica, en manos de compañías regionales sin competencia, la falta de capacidad de parar centrales de producción cuando se vean amenazadas, y sobre todo, la necesidad de desarrollar mecanismos de seguridad aún más efectivos ante fallos nucleares (The Tokyo Foundation, 2014).

Pese a la urgencia de reformas que el accidente del tsunami inyectó en la sociedad japonesa, puede decirse que esta necesidad ya había sido abordada por el gobierno de Naoto Kan del Partido Democrático Japonés (DPJ) en 2010, que ya aprobara el Plan Estratégico de la Energía, donde la energía nuclear ganaba relevancia, clasificada como energía limpia por su condición de ser cero emisiva. El plan preveía el paso del 34% al 50% desde el 2010 hasta el 2050, y el 70% en 2030. De ese 70%, el 50% se correspondería con energía nuclear, para lo que se preveía la construcción de 9 plantas nucleares en 2020 y 14 en 2030 (The Tokyo Foundation, 2014).

En el período post-desastre, el propio Kan renunció al plan que su partido había aprobado, y su sucesor, Noda Yoshihiko apostó por la eliminación de la energía nuclear antes del 2040. El cambio de gobierno en 2012, del conservador Shinzo Abe, rechazó dicho plan de nuclear cero en coalición con el Nuevo Komeito, y juntos aprobarían una nueva reforma llamada Política de Reforma del Sistema Eléctrico, reconociendo la necesidad de emplear un mix energético más variado, y donde se planteaba la posibilidad de liberalizar el mercado eléctrico. La energía nuclear, sin embargo, seguía dentro de los planes estratégicos del país nipón.

La evolución del mix energético más actualizado ha sido representado en la figura 3.7. La caída en 2012 del uso de energía nuclear se debe a la parada de los reactores de Fukushima, y a las paradas de control de otros reactores en un plan de aumento de la seguridad nuclear del país. Sin embargo, no se corresponde con la política de redistribución del mix energético, dado que el país nipón no está en condiciones de aumentar su dependencia exterior de los combustibles fósiles de los que carece. Este aspecto, como será analizado más adelante, es pernicioso de cara a su resiliencia.

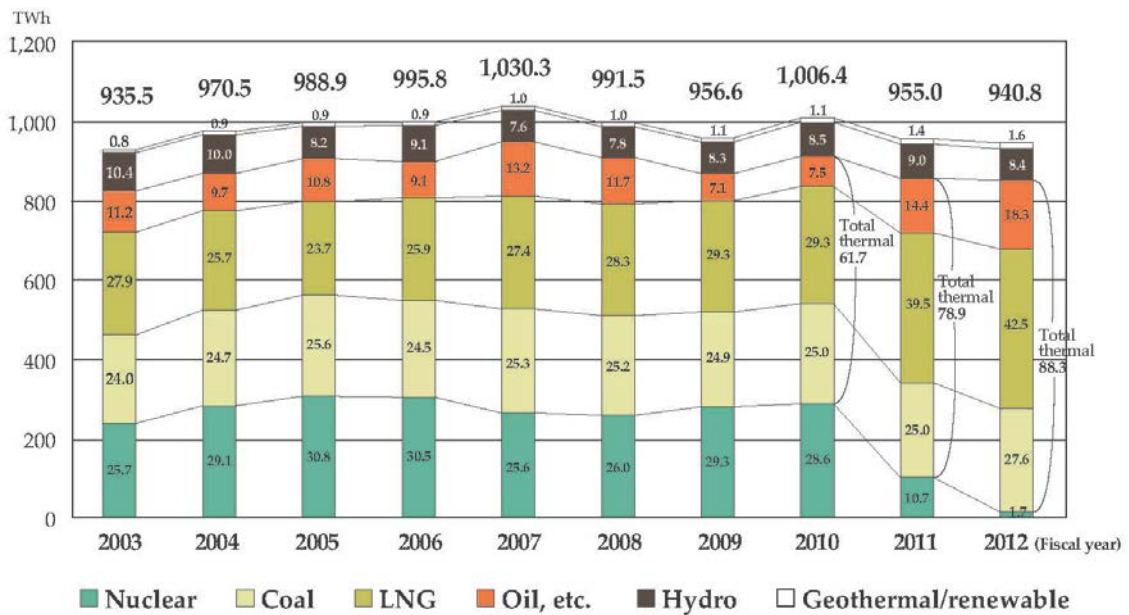


Figura 3.7. Mix energético japonés anual (The Tokyo Foundation, 2014)

La gran mayoría de fuentes consultadas reconocen la indefinición en la que Japón se encuentra para definir su mix energético, y no parece que la energía nuclear vaya a ser reducida en los próximos años, sino, muy al contrario, las últimas noticias auguran que en 2030 la energía nuclear generará el 22% de la energía del país (Watanabe & Urabe,

2015). Una medida que, a priori, y a la vista de los resultados, no parece contribuir a la construcción de resiliencia energética del país.

3.3 El gran terremoto en el marco conceptual de economía del desastre

La cadena de eventos que tuvo lugar a partir del primer sismo, descrita en las páginas anteriores, se encuadra a la perfección en el marco conceptual definido en el capítulo 2 sobre la economía del desastre (tabla 3). El desastre, entendido como el suceso que da lugar al caso de análisis, se identifica con el evento original que desemboca en la serie de consecuencias posteriores, por lo que se asocia al primer terremoto de mayor magnitud. Puede decirse, por otro lado, que Japón es un país con una alta exposición ante este tipo de desastres, por su situación geográfica. En efecto, el territorio japonés se encuentra en la confluencia de dos placas tectónicas cuyo movimiento causa accidentes sísmicos periódicamente.

Tabla 3.1. Aplicación del marco de economía del desastre al caso de estudio

Dominios del concepto “Economía del desastre”	Caso del gran terremoto de 2011
Desastre	El terremoto inicial
Exposición	Alta
Peligros	Tsunami. Destrucción de capital físico por accidente sísmico. Desastre y posterior alerta nuclear
Vulnerabilidad	Alta, a la vista de los impactos
Riesgo	No cuantificado

El tipo de desastre y de exposición, permiten reconocer una serie de peligros a los que Japón está expuesto sin cesar. De todos estos peligros, tres han sido materializados en el caso de estudio, a saber: el gran tsunami, el accidente sísmico y su impacto concreto en stock de capital material, y por último, la alerta nuclear, que si bien es un accidente secundaria provocado por el tsunami, es en sí un peligro materializado.

La vulnerabilidad del país puede ser, ahora sí, definida y valorada también como alta, una vez analizadas las consecuencias del desastre, de gran magnitud. Sin embargo, es imposible cuantificar el riesgo, ya que ha sido definido en este trabajo como una función de las otras tres variables, por lo que esta actividad requeriría un análisis más en profundidad, lo cual se escapa del alcance de este proyecto.

El último concepto de relevancia en este marco, la resiliencia, es estudiado en el capítulo siguiente.

La definición de todos estos conceptos es necesaria para comprender la situación de estudio, y es fundamental de cara a la planificación y elaboración de estrategias que disminuyan este riesgo y vulnerabilidad en los sectores que se desee. Pese a ello, y pese a la importancia que gran número de investigadores otorgan a esta perspectiva de cara a definir nuevas políticas ante desastre, no parece que haya sido prioridad del gobierno japonés abordar la reforma energética desde esta perspectiva.

4. Resiliencia económica de Japón en base al gran terremoto de Tohoku

En el capítulo 2 se han introducido diversas aproximaciones que en la bibliografía científica se adoptan a la hora de definir y medir la resiliencia. Los métodos referenciados, que entienden la resiliencia como un concepto definido a diferentes niveles, comenzando por el local, y que definen de manera diversa el concepto, no hacen referencia exclusivamente al caso de estudio que se toma como referencia en este trabajo, esto es, el gran terremoto del 2011. A lo largo de este capítulo se tratarán precisamente aquellas aproximaciones a la cuestión que desde la literatura científica se han adoptado para tratar este caso en concreto, y a través del análisis de textos se abordará el análisis cualitativo para desvelar los cuestionamientos previos establecidos en este trabajo.

La evaluación de la resiliencia se basa de manera generalizada en el análisis de datos temporales disponibles en los diferentes estudios realizados sobre el desastre. Estas series se refieren a la evolución de diferentes variables en los días posteriores al desastre del terremoto, y ponen de relieve la forma y rapidez con que las líneas vitales de las regiones afectadas se recuperaron del impacto. Esta aproximación permite prever la resiliencia de la comunidad japonesa ante el suceso de desastres, asumiendo que en caso de un desastre futuro, el comportamiento de recuperación debería ser similar.

Pese a que este planteamiento puede parecer simplista, por ahora los métodos de cuantificación de resiliencia de Japón ante terremotos se basan todos en esta consulta de datos temporales. Esto tiene sentido, en primer lugar, por la sencillez de medición y adquisición de datos. Japón es un país acostumbrado a monitorizar las diferentes actividades, dentro de una lógica de prevención y mitigación de desastres, y este monitoreo constituye una fuente fiable de información para evaluar parámetros del post-proceso. Además, toda esta información está disponible en informes oficiales, y es fácil de clasificar y representar gracias al uso de softwares de sistemas de información

geográfica (SIG), que además permite filtrar la información y extraer resultados geográfico.

Dentro de las series temporales de líneas de vida que se tendrá en cuenta para la evaluación de la resiliencia, aquellas referentes a la energía eléctrica serán las que fundamentalmente se tomarán como referencia, dado que la energía es uno de los factores productivos que más influye a los diferentes sectores. Puede decirse que, desde un punto de vista sistémico, es un *hub* o polo de encuentro de muchos elementos de la economía productiva, por lo que un fallo en su sistema de abastecimiento puede mostrar de manera efectiva cómo de resiliente es un sistema económico como el japonés, uno de los cinco países del mundo que más energía eléctrica consume.

Por otro lado, el interés de tomar el sector eléctrico como fuente de referencia se debe al peso relativo que la cuestión energética tuvo en el accidente del terremoto de Tōhoku, dado el fallo nuclear, y el desabastecimiento y peligro a que éste sometió a la sociedad japonesa durante meses.

Bajo estas asunciones, se analiza a continuación la resiliencia de Japón de una manera deductiva, añadiendo diferentes componentes, para acabar extrayendo conclusiones. Para ello, se comparará en la medida de lo posible con un terremoto de gran magnitud en el mismo país, el de Kobe del año 1995.

4.1 Resiliencia a nivel prefectural

4.1.1 Resiliencia del sistema eléctrico

Considérese el sistema económico japonés en pleno funcionamiento, y el suceso del terremoto y consecuente tsunami. El desastre inesperado produce una parada del sistema de abastecimiento energético como fruto de la combinación del fallo de la red, y la parada de centrales de generación nucleares. La curva de funcionalidad definida en general para representar en función del tiempo la forma en que una cierta variable de estudio se recupera tras el desastre, $Q(t)$, puede ser representada en el caso del Japón post-desastre como la serie temporal de recuperación de la calidad de servicio del abastecimiento eléctrico.

En el caso del abastecimiento eléctrico, esta curva se construye a través de la serie temporal del número de viviendas que recuperan dicho abastecimiento, en términos relativos al número de viviendas totales que han sobrevivido al desastre, siguiendo el

estudio de Cimellaro et al. (2014). Esta curva de restauración se representa en la figura 4.1 Como puede verse, esta curva ha sido calculada y representada para las doce prefecturas más afectadas, no habiendo sido posible la recuperación a niveles post-desastre en algunas de ellas, casualmente las más afectadas: Fukushima, Miyagi, Iwate y Aomori.

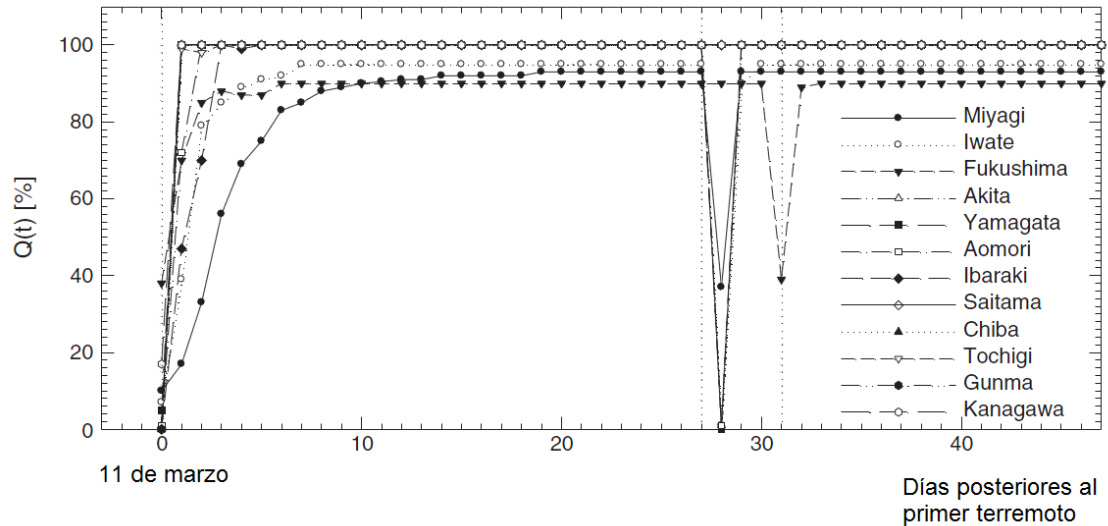


Figura 4.1. Curva de restauración del reabastecimiento eléctrico en las 13 prefecturas afectadas por el terremoto de Tōhoku (Cimellaro et al., 2014:1765)

Lo primero que se observa en la curva de restauración es la gran diferencia territorial que existe entre los diferentes. Sin embargo, existen algunos rasgos en común entre las diferentes prefecturas. Puede decirse, según la definición de Cimellaro et al. (2010:3644), que la topología de las curvas, de carácter exponencial, se corresponde con territorios de alta resiliencia, y alta capacidad de reacción. Por otro lado, la caída del abastecimiento a nivel 0% en el inicio del fallo (punto 0 de abscisas), evidencia la baja robustez del sistema eléctrico, no capaz de soportar la caída de. Esto evidencia una resiliencia inherente baja en cualquiera de las prefecturas analizadas, sin importar la cercanía al punto de fallo principal, que fue Fukushima. La cual, paradójicamente, es la que muestra más robustez ante el fallo (es la única curva que comienza en el minuto 0 desde en torno al 40% de la curva de recuperación).

El punto más diferenciador entre las diferentes curvas es la rapidez de la recuperación. La rapidez o pendiente de la curva de recuperación está directamente relacionada con la resiliencia inherente del territorio, por lo que puede decirse que existe un grupo de prefecturas que muestran una resiliencia inherente considerablemente más alta. Además, aquellas prefecturas que tardan más en recuperarse son justo aquellas que no

vuelven a niveles del período pre-desastre, por lo que la recuperación no puede ser total en los días posteriores al desastre. Queda en evidencia pues, la disparidad territorial de la resiliencia de las prefecturas afectadas.

4.1.2 Resiliencia e interdependencia infraestructural

Se ha analizado, a través de la observación de la curva de recuperación del abastecimiento eléctrico, la diferencia territorial de reacción ante el desastre del terremoto. Sin embargo, la resiliencia, en su naturaleza de término sistémico, no puede definirse sobre un elemento aislado, sino que debe ser estudiada en base a la relación de este elemento con otros del sistema. Así, el siguiente punto de interés para el estudio de la resiliencia es ver cómo se reproduce el fallo de la red eléctrica a otros sectores de la economía, y cómo soportan estos sectores su caída.

Para ello, se considerarán dos sectores de suma importancia para la economía productiva, también afectados por el accidente, esto es, el abastecimiento de agua y el de gas natural. La resiliencia pasa a ser analizada, de esta manera, a través del llamado índice de interdependencia, que se obtiene agregando las diferentes curvas de restauración mediante un coeficiente de correlación cruzada, o CCF (de las siglas en inglés, *cross-correlation function*).

En las figuras 4.2 y 4.3 pueden observarse las curvas de restauración de las dos líneas de vida adicionadas al modelo de análisis. Su topología es claramente diferente respecto de la curva referente al reabastecimiento energético, si bien es nuevamente evidente la gran disparidad referente a la rapidez de restauración de la línea vital entre las diferentes prefecturas. De nuevo, las tres más afectadas son las que más tarde se recuperan, y el reabastecimiento no vuelve a niveles previos al desastre.

Por otro lado, la curva de restauración referente a la recuperación de gas natural se corresponde con un comportamiento propio de sociedades con baja resiliencia inherente, o poco preparadas para la reacción tras el desastre, según la teoría de Cimellaro et al. (2010). Además, aparenta una menor robustez del sistema de abastecimiento, por lo que puede decirse que en este sentido el sistema de abastecimiento de aguas está mejor preparado en general en todas las prefecturas analizadas, ante los desastres de tipo sísmico.

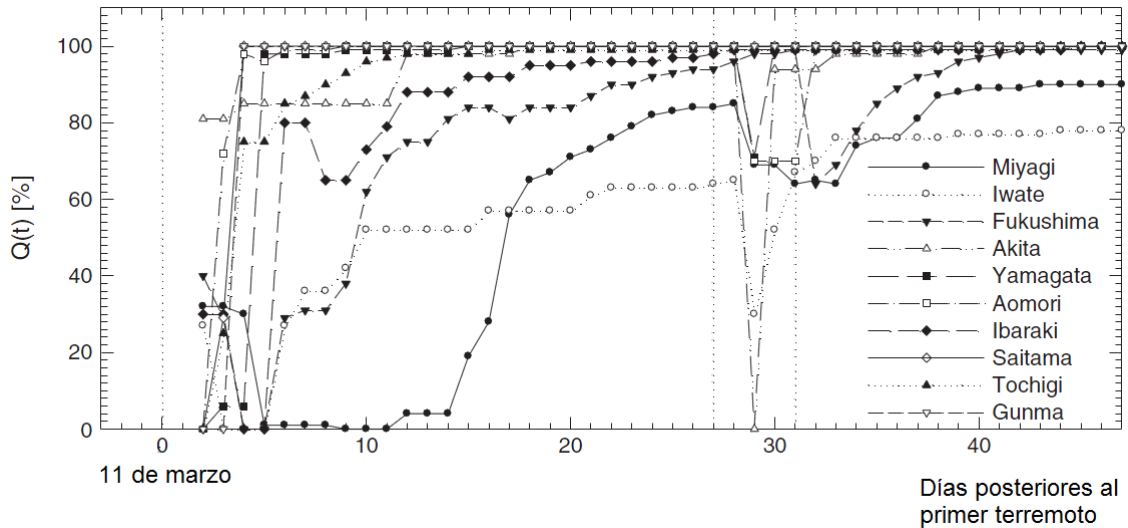


Figura 4.2. Curva de restauración del reabastecimiento de agua en 10 de las 12 prefecturas más afectadas por el terremoto de Tōhoku (Cimellaro et al., 2014:1765)

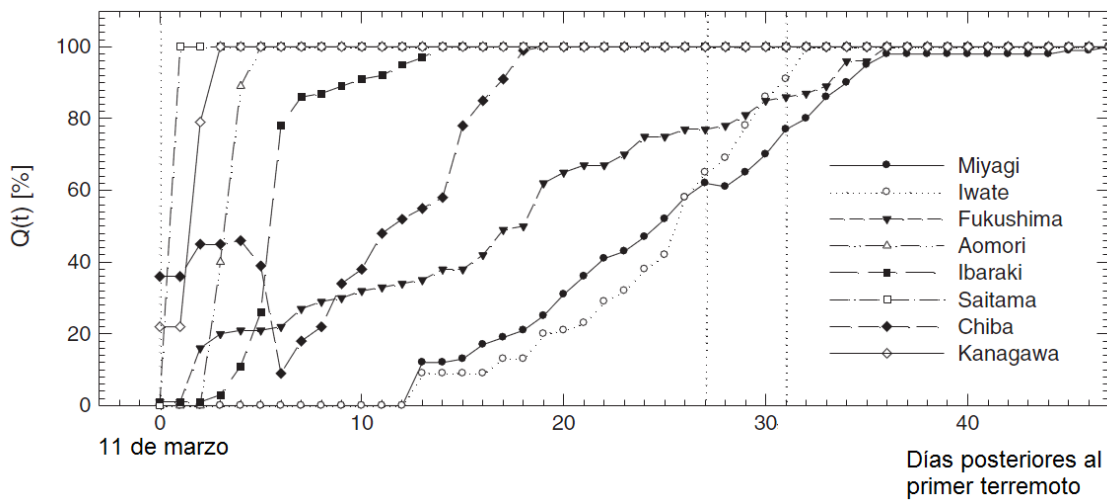


Figura 4.3. Curva de restauración del reabastecimiento de gas natural en 8 de las 12 prefecturas más afectadas por el terremoto de Tōhoku (Cimellaro et al., 2014:1765)

La combinación de las tres curvas de restauración, a través de un sistema de ponderaciones y funciones teóricas de interrelaciones cruzadas, permite establecer un valor numérico de la resiliencia de cada una de las prefecturas analizadas, siguiendo el método de Cimellaro et al. (2014), teniendo en cuenta de que aquellas prefecturas para las que no existen datos sobre la restauración del abastecimiento de agua sí los tienen para el de gas, por lo que siempre hay alguna relación establecida para el cálculo del índice. Así, por ejemplo, para la prefectura de Miyagi, cada una de las relaciones Energía-Agua, Energía-Gas y Agua-Gas, poseen un coeficiente de interrelación. Estos coeficientes

son posteriormente agregados mediante coeficientes de peso relativo, dando lugar al valor final del coeficiente de resiliencia, tal y como se representa en la tabla 4.1².

Tabla 4.1. Índices de resiliencia calculados para las doce prefecturas más afectadas por el terremoto, agregando las curvas de restauración del servicio eléctrico, agua y gas ciudad (Cimellaro et al., 2014:1770)

Prefectura	Índice de resiliencia
Miyagi	0,63
Iwate	0,65
Fukushima	0,76
Yamagata	0,92
Akita	0,94
Ibaraki	0,89
Tochigi	0,94
Aomori	0,96
Chiba	0,89
Gunma	0,95
Saitama	0,93
Kanagawa	0,97

Como cabe esperar, las prefecturas de Miyagi, Iwate y Fukushima, aquellas más afectadas por el impacto del terremoto y el tsunami, son las que presentan un índice de resiliencia más bajo. Las dos siguientes prefecturas con menor índice de resiliencia son Ibaraki y Chiba, lo cual puede resultar extraño teniendo en cuenta que estaban más alejadas del epicentro del terremoto respecto de otras como Aomori, y que sus curvas de restauración muestran mayor robustez en comparación con otras prefecturas. Podría decirse pues que la resiliencia inherente mostrada por las prefecturas de la costa pacífica fue más baja respecto del resto de prefecturas afectadas, poniendo de relevancia el efecto del tsunami.

² La fuente principal consultada hace diferentes cálculos del índice, variando la forma en que los coeficientes de interrelación se calculan. Para simplificar, y teniendo en cuenta que esta misma fuente concluye que los coeficientes no son significativamente diferentes según el método empleado, se ha tomado una ponderación equidistante para todos los factores que componen el índice.

4.2 Discusión sobre la medición de la resiliencia

La dificultad de medición y caracterización de la resiliencia es una tarea harto complicada. La principal fuente referenciada para estudiar la resiliencia, de Cimellaro et al. (2014), es la única encontrada que intenta cuantificar y comprender qué relación tiene dicha magnitud con el suceso del gran terremoto del 2011. Se puede tomar así la parte por el todo, y considerar que las limitaciones y características de este método, pueden ser a día de hoy extrapoladas a cualquier método de cuantificación y evaluación de la resiliencia particularizado para el caso japonés y el del terremoto del 2011.

El método por el que se desarrolla el análisis cualitativo planeado al comienzo del trabajo, se basa en el análisis de datos históricos del período post-desastre. Por este motivo, las conclusiones que se pueden extraer, y que se acabarán de explicar en el próximo capítulo, son explicativas del suceso ocurrido, y no predictivas. Si bien esto es una actividad necesaria para conocer de primera mano y con datos reales, cuál ha sido el impacto real del desastre, no permite hacer consideraciones sobre la potencialidad de Japón a reaccionar en el futuro ante desastres sísmicos, o monitorizar el impacto de las actividades preparatorias y de mitigación en hipotéticos futuros sucesos similares.

Este inconveniente no es despreciable en un país como Japón, que sufre de una alta exposición a desastres de tipo sísmico, y que requiere de intensas actividades de monitoreo y prevención para la disminución del riesgo y vulnerabilidad ante dichos sucesos. El último terremoto del 2011, demostró la facilidad con la que un terremoto aparentemente alejado de la costa, puede azotar el país y provocar una rápida propagación de daños de todo tipo, pero sobretodo, de daño material. Lo cual, a su vez, causa disfuncionalidades en el abastecimiento de líneas básicas de vida. Por consiguiente, el esfuerzo de medición de la resiliencia debería reforzar su carácter analítico, para que sus resultados permitan prever daños, localizar los puntos más débiles de las redes de abastecimiento, y poder fortalecer los planes de construcción de resiliencia inherente, y disminución de la vulnerabilidad ante desastres.

En este sentido, la metodología planteada por Solari & Cimellaro (2013) es mucho más adecuada que la planteada por Cimellaro et al. (2014), en principio. Sin embargo, el grado de desarrollo de la misma no es suficiente como para poder extraer conclusiones fiables.

5. Conclusiones

A lo largo del trabajo de investigación se han analizado datos estáticos sobre el impacto del gran terremoto del 2011 en Japón, estableciendo las características que lo hacen un suceso particular, incluso dentro de la larga historia de desastres sísmicos del país. Posteriormente, se han analizado datos en el tiempo, evaluando cómo se produjeron y qué resultados tuvieron las diferentes tareas de reconstrucción en los días posteriores al suceso, integrando la información para cuantificar a través de una función normalizada, la curva de recuperación, la resiliencia en un índice. Sin embargo, la medición de la resiliencia es una tarea harto complicada, mucho más teniendo en cuenta que este concepto nace de una ciencia como es la teoría de sistemas, potente en su plano teórico pero difícil de modelar y de caracterizar.

En este punto, contestar la pregunta inicial planteada, “¿Qué grado de resiliencia económica ha presentado Japón tras el gran terremoto del 2011?” es complicado. Sin embargo, no existe ningún inconveniente en reconocer este hecho si se considera que esta pregunta desempeña el papel de musa: solamente sirve como energía e inspiración para investigar y profundizar en el tema de estudio. En efecto, las preguntas aparentemente más sencillas suelen encerrar respuestas complejas. Con todo, las primeras conclusiones pueden ser extraídas tomando como base las hipótesis planteadas al comienzo del trabajo.

H1. En su condición de país desarrollado, Japón es un país con alta resiliencia ante el suceso de desastres naturales. Si algo queda de manifiesto tras el análisis del accidente, es que no existe una relación entre el hecho de que a lo largo del tiempo la tecnología avance y los desastres en Japón deriven en aprendizajes, con que el país sea cada vez más resiliente ante un desastre. Las consecuencias del desastre del terremoto en Japón fueron considerablemente superiores respecto de otros desastres anteriores, por el

mero hecho de que el desastre tuvo consecuencias no esperadas, contra las que el país no tenía medios para luchar. Nadie imaginó tras el terremoto de Kōbe, que tuvo fundamentalmente impacto sobre construcciones e infraestructuras, que el próximo gran terremoto derivaría en un desastre nuclear. Las tareas de reconstrucción y de preparación para mitigar pueden ser efectivas para un tipo de desastre, pero cada vez que un suceso de este tipo tenga lugar, las consecuencias son inesperadas. Por otro lado, si bien Japón es un país tecnológicamente avanzado, estas nuevas tecnologías tienen un efecto doble de cara a un desastre. Bien pueden aumentar la capacidad de reacción, como también pueden suponer en ciertos casos un peligro. En este sentido, los avances tecnológicos en forma de desarrollo de plantas nucleares más modernas y seguras no han supuesto un aumento de la resiliencia respecto de plantas más antiguas, sino que al contrario, han contribuido a aumentar la vulnerabilidad y evidencian la necesidad de invertir en resiliencia inherente por parte del país nipón. De hecho, definir la manera en la que estas centrales nucleares se enmarcan dentro del sistema energético nipón sin suponer un riesgo a la salud y al medio, es uno de los grandes retos para la sociedad japonesa.

H2. Existe una batería de indicadores que describen de manera significativa el grado de resiliencia inherente de Japón frente a terremotos, y puede ser definida en base a unos criterios fijos. Esta hipótesis, que se había enunciado desde un punto de vista metodológico, debe ser rechazada por el hecho de que el volumen y la especificidad de estudios referentes a esta magnitud no existen para el país nipón, y mucho menos referente a las consecuencias del gran terremoto de Tōhoku. Sí existe, sin embargo, un índice de resiliencia que se calcula como un agregado matemático-estadístico a partir de las curvas de recuperación de servicios básicos en los días post-desastre. Por otro lado, una gran parte de información para la caracterización de la resiliencia proviene de un análisis cualitativo que permite, a la vista de la topología de las curvas de recuperación, evaluar el tipo de resiliencia de diversas prefecturas. De esta manera, puede decirse que en el análisis de la resiliencia de Japón, queda aún mucha información extraíble de manera cualitativa, y que el análisis cuantitativo no es fundamental para el análisis de su resiliencia.

H3. El suceso del gran terremoto del 2011 en Japón es un caso de estudio suficientemente significativo que permite evaluar el grado de resiliencia del país ante desastres naturales. Puede darse por válida esta hipótesis, en tanto que el gran terremoto del 2011 sirvió para evidenciar la escasez de resiliencia del sistema eléctrico japonés, a la vista de que el fallo de una parte del territorio no pudo ser equilibrada y compensada aún a día de hoy. Pese

a que en términos generales se asume que el mayor impacto de los terremotos es sobre material físico, la gran particularidad del terremoto del 2011 es el gran daño que tuvo sobre líneas de distribución de líneas vitales, especialmente las relacionadas con la energía. Por este motivo, es un caso de estudio especialmente interesante a considerar en el análisis de la resiliencia y la propagación del daño a lo largo de la cadena de suministro del país. Lo que no es correcto aseverar es que esta afirmación sea cierta para cualquier tipo de catástrofe, ya que los datos con los que se ha elaborado el índice de resiliencia son particulares para el caso del terremoto del 2011. En todo caso, deberían serlo exclusivamente a desastres de tipo sísmico. Esta conclusión se ve reforzada con las consideraciones descritas en la sección de discusión sobre la manera en que el índice de resiliencia es calculado.

Un aspecto importante que no ha sido estudiado hasta el momento es el impacto en la economía a nivel general del país japonés, esto es, la resiliencia ha sido evaluada a nivel de prefectura, y por tanto, los resultados no deben ser extrapolables a todo el conjunto del estado. Por tanto, se evidencia la quizá exagerada ambición inicial de evaluar algo tan complicado como la resiliencia a nivel de todo un país. Esta es, pues, una de las líneas de estudio futuras que sería interesante abordar.

La resiliencia es un marco que se construye con el tiempo, y que debe ser alimentada de la humildad de que las sociedades humanas reconozcan su vulnerabilidad, nunca eliminable, ante el suceso de desastres naturales. De la consulta de la bibliografía más moderna, se observa la incapacidad por parte del gobierno japonés para deshacerse de la energía nuclear como parte fundamental del mix energético del país. Así se refleja en los planes de futuro, tal y como se ha explicado.

Si se pudiera hacer un estudio analítico-predictivo de la resiliencia, como alternativa al explicativo post-desastre considerado en este trabajo, sería interesante comprobar cómo esta estrategia energética no contribuye a la construcción de resiliencia del país. Es decir, permitiría ver qué influencia tienen las políticas energéticas del presente en la resiliencia inherente del futuro, ante desastres sísmicos. Cabe pensar, pues, que en los años venideros, estos problemas volverán a ocurrir en un Japón altamente expuesto a desastres sísmicos, y donde por falta de análisis y de estudio, no se ha reconocido la necesidad urgente de dotar de resiliencia su red de abastecimiento eléctrico, energético o de otras líneas de vida irrenunciables para el bienestar de las comunidades.

Bibliografía

Bibliografía principal

CIMELLARO, G. P., SOLARI, D., BRUNEAU, M. (2014). Physical infrastructure interdependency and regional resilience index after the 2011 Tohoku earthquake in Japan. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 43(12):1763–1784.

Artículo que describe y analiza el método de análisis de la resiliencia de Japón tras el gran terremoto del 2011 más detallado a día de hoy. Se ha tomado como fuente base para analizar las curvas de recuperación de las principales líneas vitales tras el terremoto, y comprender la interrelación entre ellas para hacer una interpretación sobre la resiliencia.

BANCO DE JAPÓN (2011). The economic impacts of the great eastern japan earthquake: a supply-side analysis. *Economic Review*, 6(3), 1–14.

Informe del Banco de Japón donde se caracteriza de primera mano los impactos económicos de los diferentes accidentes causados por el desastre. Este informe pone de relieve, no sólo las características del terremoto en términos del impacto del desastre, sino que además contextualiza las regiones afectadas dentro del sistema país en lo que a abastecimiento energético se refiere.

Artículos científicos

BRUNEAU, M., CHANG, S. E., EGUCHI, R. T., LEE, G. C., O'ROURKE, T. D., REINHORN, A. M. ET AL. (2003). A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake Spectra*, 19(4):733-752.

CIMELLARO, G. P., REINHORN, A. M., & BRUNEAU, M. (2010). Framework for analytical quantification of disaster resilience. *Engineering Structures*, 32(11):3639–13649.

COHEN, C., WERKER, E. (2008). The political economy of “natural” disasters. *Journal of Conflict Resolution*, 52(6):795-819

COX, R. S., HAMLEN, M. (2015). Community disaster resilience and rural resilience index. *American Behavioral Scientist*, 59(2):220–237.

HORWICH, G. (2000). Economic lessons of the Kobe earthquakes. *Economic Development and Cultural Change*, 40(3): 521–542.

KAJITANI, Y., TATANO, H. (2014). Estimation of production capacity loss rater after the great east Japan earthquake and tsunami in 2011. *Economic Systems Research*, 26(1):13–38.

KOYAMA, M., KIMURA, S., KIKUCHI, Y., NAKAGAKI, T., ITAOKA, K. (2014). Present status and points of discussion for future energy systems in Japan from the aspects of technology options. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 47(7):499–513.

MIMURA, N., YASUHARA, K., KAWAGOE, S., YOKOKI, H., KAZAMA, S. (2011). Damage from the Great East Japan Earthquake and Tsunami—a quick report. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 16(7):803–818.

NEUMAYER, E., PLÜMPER, T., BARTHEL, F. (2014). The political economy of natural disaster damage. *Global Environmental Change*, 24:8–19.

NORIO, O., YE, T., KAJITANI, Y., SHI, P., TATANO, H. (2011). The 2011 eastern Japan great earthquake disaster: Overview and comments. *International Journal of Disaster Risk Science*, 2(1), 34–42.

NOY, I. (2009). The macroeconomic consequences of disasters. *Journal of Development economics*, 88(2):221–231.

OKUYAMA, Y., SANTOS, J. R. (2014). Disaster impact and input-output analysis. *Economics Systems Research*, 26(1):1–12.

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., KRAUSMANN, E. (2013). An economic framework for the development of a resilience index for business recovery. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 5:73–83

SCHUMACHER, I., STROBL, E. (2011). Economic development and losses due to natural disasters: The role of hazard exposure. *Ecological Economics*, 72:97–105.

SKIDMORE, M., TOYA, H. (2002). Do natural disasters promote long-run growth?. *Economic Inquiry*, 40(4):664–687.

SOLARI, D., CIMELLARO, G.P. (2013). A comprehensive methodology for the evaluation of infrastructure interdependencies. In M. Papadrakakis, V. Papadopoulos, V. Plevris (Eds.), *Computational methods in structural dynamics and earthquake engineering*. Paper presented at the 4th ECOMAS thematic conference, Kos Island, Greece, 12-14 June.

TOKUI, J., KAWASAKI, K., MIYAGAWA, T. (2015). The Economic Impact of Supply Chain Disruptions from the Great East Japan Earthquake. *RIETI Discussion Paper Series 15-ER-094*. Versión en línea <http://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/15e094.pdf> (11 de noviembre de 2015).

TOL, R., LEEK, F., (1999). Economic analysis of natural disasters. In: Downing, T., Olsthoorn, A., Tol, R. (Eds.), *Climate Change and Risk*. Routledge, London, 308–327.

YAMANO, N., KAJITANI, Y., SHUMUTA, Y. (2007). Modeling the regional economic loss of natural disasters: the search for economic hotspots. *Economic Systems Research*, 19(2):163–181.

YU, K. R., TAN, R. R., AVISO, K. B., PROMENTILLA, M. A., SANTOS, J. R. (2014). A vulnerability index for post-disaster key sector prioritization. *Economic Systems Research*, 26(1):81–97.

Libros

ALBALA-BERTRAND, J.M. Political economy of large natural disasters. Oxford: Clarendon Press, 1993. ISBN 978-0198287650.

BASTIAT, F. (1863) Ce qu'on voit et ce qu'on ne voit pas. *Committee to preserve the Works of Frédéric Bastiat*. Versión en línea <http://www.bastiat.org> (19 de noviembre de 2015).

MATURANA, H., VARELA, F., *El Árbol del Conocimiento*. 1ª ed., Santiago de Chile: Coedición Editorial Universitaria y Editorial Lumen, 2003. ISBN 987-00-0358-3

MEADOWS, D. Thinking in systems. 1ª ed., London: Earthscan, 2009. ISBN 978-1-84407-726-7.

Informes

BITRÁN, D. (Coord.) Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el período 1980-99. 1ª ed., México D.F.: CENAPRED, 2005. ISBN 970-628-591-1. Versión en línea <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieImpacto/Impacto1.pdf> (18 de noviembre de 2015).

EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE (2011). Learning from Earthquakes. The Japan Tohoku Tsunami of March 11, 2011. *EERI Special Earthquake Report — November 2011*. Versión en línea https://www.eeri.org/wp-content/uploads/Tohoku_Japan_March_11_2011_EERI_LFE_ERI_ITST_Tsunami.pdf (25/11/2015)

HINANUMA, H. (2014). Japan's energy policy in a post 3/11 world. *The Tokyo Foundation*. Versión en línea <http://www.tokyofoundation.org/en/articles/2014/energy-policy-in-post-3-11-world> (12 de diciembre de 2015).

INTERNATIONAL MONETARY FUND. Regional Economic Outlook: Asia and Pacific. 2015. ISBN 978-1-47553-438-2. Versión en línea <http://www.imf.org/external/pubs/ft/reo/2015/apd/eng/pdf/areo0415.pdf> (20/11/2015)

MELI, R., BITRÁN, D., & SANTA CRUZ, S. (2005). El impacto de los desastres naturales en el desarrollo: documento metodológico básico para estudios nacionales de caso. *Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe-CEPAL*. Versión en línea

http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25766/LCmexL694_es.pdf?sequence=1 (18 de noviembre de 2015)

WORLD BANK. (2011). The recent earthquake and tsunami in Japan: implications for East Asia. Versión en línea

http://siteresources.worldbank.org/INTEAPHALFYEARLYUPDATE/Resources/550192-1300567391916/EAP_Update_March2011_japan.pdf (5 de diciembre de 2015)

Artículos de prensa escrita

APPELBAUM, B. (2011). *Group of 7 to intervene to stabilize yen's value*. The New York Times. 17 de marzo de 2011. <<http://www.nytimes.com/2011/03/18/business/global/18group.html>> (12 de diciembre de 2011)

KAZUAKI, I. (2005). *El siluro y los terremotos*. 15 de junio de 2005. <<http://web-japan.org/nipponia/nipponia33/es/animal/animal01.html>> (7 de diciembre de 2015).

TABUCHI, H. (2011a). *Japan announces emergency budget for recovery*. The New York Times. 22 de abril de 2011. <<http://www.nytimes.com/2011/04/23/world/asia/23japan.html?ref=hirokotabuchi&r=0>> (7 de diciembre de 2015)

TABUCHI, H. (2011b). *Japan acts alone to weaken its currency*. The New York Times. 31 de octubre de 2011. <<http://www.nytimes.com/2011/11/01/business/global/japanese-officials-intervene-to-weaken-yen.html?ref=topics>> (15 de diciembre de 2015)

THE ECONOMIST (2011). *Counting the cost*. 21 de marzo de 2011. <http://www.economist.com/blogs/dailychart/2011/03/natural_disasters> (15 de noviembre de 2015).

THE INDEPENDENT (2011). *Economic damage of floods may be minor, but the future will be different*. 11 de septiembre de 2011. <<http://www.independent.co.uk/news/business/comment/hamish-mcrae-economic-damage-of-floods-may-be-minor-but-the-future-will-be-different-5334206.html>> (10 de noviembre de 2015).

WATANABE, C., URABE, E. (2015). *Japan confirms nuclear energy to supply a fifth of power by 2030*. Bloomberg Business. 16 de julio de 2015. <<http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-07-16/japan-confirms-nuclear-energy-to-supply-a-fifth-of-power-by-2030>> (10 de diciembre de 2015).