

El Impacto de los Factores Organizativos en la Seguridad. La Visión de los Expertos del Sector Nuclear Español

S. Germán

I. Silla

J. Navajas



El Impacto de los Factores
Organizativos en la Seguridad.
La Visión de los Expertos del
Sector Nuclear Español

S. Germán

I. Silla

J. Navajas

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Información y Documentación, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Ciudad Universitaria, 28040-MADRID, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Thesaurus del DOE para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. La catalogación se ha hecho utilizando el documento DOE/TIC-4602 (Rev. 1) Descriptive Cataloguing On-Line, y la clasificación de acuerdo con el documento DOE/TIC.4584-R7 Subject Categories and Scope publicados por el Office of Scientific and Technical Information del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Catálogo general de publicaciones oficiales
<http://www.060.es>

Depósito Legal: M-26385-2011
ISSN: 1135-9420
NIPO: 721-14-060-5

Editorial CIEMAT

CLASIFICACIÓN DOE Y DESCRIPTORES

S29

SAFETY CULTURE; NUCLEAR INDUSTRY ; SPAIN; ORGANIZATIONAL MODELS;
TECHNOLOGY IMPACTS; SOCIAL IMPACTS

**El Impacto de los Factores Organizativos en la Seguridad.
La Visión de los Expertos del Sector Nuclear Español**

Germán, S.; Silla, I.; Navajas, J.
52 pp. 24 ref. 18 figs. 6 tablas

Resumen:

La investigación previa pone de manifiesto la importancia de los factores organizativos en la seguridad de las organizaciones de alta fiabilidad. Este trabajo pretende determinar el impacto que tienen algunos de estos factores en el contexto de las instalaciones nucleares españolas. En concreto, este estudio se centra en examinar el papel de los indicadores de funcionamiento, la cultura organizativa, los factores organizativos, y el contexto de la organización. Para ello, se llevó a cabo una encuesta electrónica a un panel de expertos del sector nuclear español.

Los resultados del estudio ponen de manifiesto que los indicadores de funcionamiento son conocidos por los expertos del sector y que se perciben como herramientas que reflejan la seguridad y ayudan a mejorar su funcionamiento. También se abordan aspectos de la cultura organizativa que impactan en la seguridad así como algunos aspectos relevantes que favorecen la identificación y notificación de problemas. Los resultados sugieren que es necesario entender el contexto organizativo para comprender el impacto de la cultura organizativa en la seguridad. Por otra parte, los expertos identificaron algunos factores organizativos susceptibles de mejora: los procesos de comunicación interna, el reforzamiento positivo, y las prácticas de supervisión. Finalmente, se constata la influencia del contexto organizativo en la seguridad. Cabe destacar el impacto social de eventos internacionales (p. e. Chernóbil...), la relación con el organismo regulador y las políticas del legislador y del gobierno.

**The Impact of Organizational Factors on Safety.
The Perspective of Experts from the Spanish Nuclear Sector**

Germán, S.; Silla, I.; Navajas, J.
52 pp. 24 ref. 18 figs. 6 tables

Abstract:

Previous research supports the importance of organizational factors on safety in high reliability organizations. This study aims to determine the impact of those factors in the Spanish nuclear sector. Particularly, this study focuses on examining the role of performance indicators, organizational culture, organizational factors, and organizational context. With that purpose, an electronic survey addressed to experts from the Spanish nuclear sector was carried out. Results showed that performance indicators are well-known among industry experts and are perceived as useful for improving performance. Behavioural norms that influence safety and some relevant factors that promote problem identification were identified. Additionally, findings suggested that organizational context must be taken into account to better understand the role of organizational culture. Moreover, industry experts pointed out organizational factors to be improved: organizational communication processes within the organization, positive reinforcement, and field supervisors practices. Finally, findings supported the influence of organizational context on safety. It is noteworthy the role of the social impact of international events (e. g., Chernóbil...), the relationship with the regulator and the legislative and governmental framework...

**El impacto de los factores organizativos en la
seguridad. La visión de los expertos del sector
nuclear español**

S. Germán

I. Silla

J. Navajas

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 6 |
| 2. La relevancia de los factores organizativos en la seguridad | 7 |
| 2.1. Evolución del estudio de la seguridad en organizaciones de alta fiabilidad | 7 |
| 2.2. Aspectos abordados en nuestro estudio..... | 8 |
| 3. Objetivo del estudio | 19 |
| 4. Metodología | 20 |
| 4.1. Elaboración de la encuesta | 20 |
| 4.2. Selección de la muestra | 22 |
| 4.3. Administración | 22 |
| 4.4. Análisis de datos..... | 23 |
| 5. Resultados | 25 |
| 5.1. Características de la muestra | 25 |
| 5.2. Descripción de resultados | 26 |
| 5.2.1. Indicadores de funcionamiento | 26 |
| 5.2.2. Cultura organizativa | 28 |
| 5.2.3. Factores organizativos..... | 32 |
| 5.2.4. Factores externos..... | 36 |
| 6. Conclusiones | 38 |
| 7. Referencias bibliográficas | 41 |
| Agradecimientos..... | 43 |
| Anexos | 44 |

1. Introducción

Las organizaciones de alta fiabilidad o de alto riesgo, conocidas en inglés como *High Reliability Organizations* (HRO), han sido tradicionalmente definidas como organizaciones con capacidad de funcionar y operar bajo condiciones muy difíciles manteniendo un funcionamiento seguro durante largos periodos de tiempo (Roberts, 1993; Weick, 2003). Esta definición, sin embargo, ha sido criticada por demostrarse que es poco útil para identificar las organizaciones de alta fiabilidad. Como observó Hopkins (2007) las organizaciones de alta fiabilidad podrían fallar en cualquier momento y seguirían identificándose como organizaciones de alta fiabilidad ya que su éxito es más frecuente que sus errores.

Las organizaciones de alta fiabilidad se caracterizan por su complejidad tecnológica y por los riesgos potenciales inherentes al trabajo que se realiza en ellas. Estas características hacen que en las HROs, a diferencia de las organizaciones convencionales, los trabajos se realicen con especial cuidado y precaución (Rochlin, 1993; Weick, 2003), teniendo en cuenta que, en este tipo de organizaciones, un accidente puede ser catastrófico.

Las centrales nucleares se encuentran entre las organizaciones de alta fiabilidad que han suscitado mayor controversia en cuanto a su seguridad. Actualmente hay alrededor del mundo 438 reactores nucleares en funcionamiento ubicados en más de 25 países (IAEA, 2014) y que llevan décadas en operación. Desafortunadamente, los accidentes ocurren y, en las últimas décadas, hemos sido testigos de accidentes como Three Mile Island (1979) en Estados Unidos, Chernóbil (1986) en Ucrania, y Fukushima (2011) en Japón.

En su origen, los estudios sobre seguridad nuclear se centraban únicamente en los aspectos tecnológicos. No obstante, la ocurrencia de estos accidentes puso de manifiesto la importancia de los factores organizativos en la seguridad. En Estados Unidos el organismo regulador reconoció la importancia de los factores organizativos tras el accidente de Three Mile Island (Sorensen, 2002). Pocos años después, a raíz del accidente de Chernóbil, la Agencia Internacional de Energía Atómica (INSAG, 1986) introdujo el término de Cultura de Seguridad enfatizando la importancia de los factores organizativos para la seguridad. Así, se reconoció la importancia de la actuación humana y se incorporó en el estudio de la seguridad el análisis de los factores organizativos.

El estudio que se presenta en este informe se ha llevado a cabo en el marco de un Convenio de Colaboración de I+D entre CIEMAT y UNESA (2012-2013) y ha tenido el objetivo de identificar qué factores organizativos son relevantes para la seguridad y el buen funcionamiento de las organizaciones nucleares españolas. La identificación de estos factores se ha realizado a partir de la aplicación de una encuesta electrónica a un panel de expertos del sector nuclear español.

2. La relevancia de los factores organizativos en la seguridad

El concepto de Organizaciones de Alta Fiabilidad fue introducido por Charles Perrow (1984) al observar que el riesgo de accidentes en determinadas organizaciones se derivaba de la propia complejidad de éstas. Es a partir de aquí cuando se empieza estudiar el concepto de fiabilidad organizacional y a tratar de identificar los factores internos y externos que influyen en que un sistema tecnológicamente complejo mantenga niveles de fiabilidad compatibles con la seguridad.

2.1. Evolución del estudio de la seguridad en organizaciones de alta fiabilidad

El estudio de la génesis y etiología de los accidentes en organizaciones de alta fiabilidad ha ido evolucionado a lo largo de los años (Gordon et al. 1996; Wilpert, 2000, Wiegmann et al. 2004). En un esfuerzo por sintetizar la evolución que ha tenido el estudio de la seguridad en las organizaciones de alta fiabilidad, Reason (1993) diferencia tres periodos:

- *Periodo tecnológico:* En este primer periodo, las investigaciones sobre accidentes se centraban en los aspectos tecnológicos. Así, los fallos tecnológicos se consideraban la principal causa de accidentes y la prevención se orientaba únicamente a la optimización del sistema tecnológico.
- *Periodo del error humano:* Se inicia cuando se pone de manifiesto que los avances tecnológicos no garantizan la seguridad y que los errores humanos también pueden ser causa de accidente. Los errores humanos se convierten en el foco de atención y la prevención se dirige a adoptar medidas orientadas a la formación y a la apropiada selección de personal.
- *Periodo socio-técnico:* En esta tercera fase se reconoce que la seguridad es una propiedad emergente que surge de la interacción entre los sistemas tecnológico, humano, organizativo y social. Esta interacción es la que explica la ocurrencia de accidentes.

A los periodos de evolución del estudio de la seguridad propuestos por Reason (1993), Wilpert, Fahlbruch, Miller, Baggen, & Gans (1999) añaden un cuarto periodo, que denominan *relación inter-organizacional*. En este periodo los accidentes son analizados teniendo en cuenta no solo las relaciones que se establecen dentro de la organización sino también su interacción con otros actores clave externos a la organización.

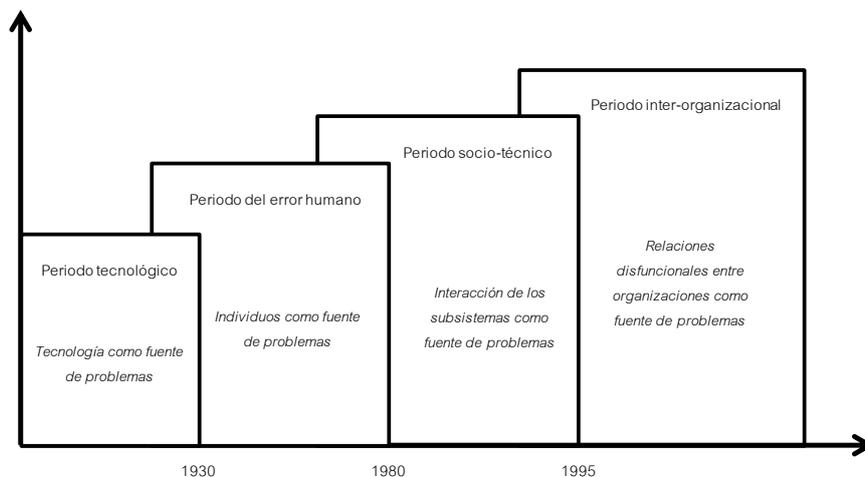


Figura 1. Periodos de evolución del estudio de la seguridad (Reason, 1993; Wilpert et al. 1999)

2.2. Aspectos abordados en nuestro estudio

El presente trabajo adopta una aproximación socio-técnica, considerando la seguridad como una propiedad emergente que resulta de la interacción entre el sistema tecnológico, humano, organizativo y social (Rasmussen, 2000). Además, en línea con la perspectiva sistémica, este trabajo concibe la organización como un sistema abierto en el que se toma en consideración la influencia que tienen sobre la seguridad los diferentes actores clave, externos e internos a la organización, así como su entorno.

Este trabajo pretende abordar el impacto que tiene sobre la seguridad algunos de los factores organizativos identificados como relevantes en la literatura científica. En concreto, se centra en los siguientes aspectos: indicadores de funcionamiento, cultura organizativa, factores organizativos, y factores externos a la organización.

- **Indicadores de Funcionamiento**

En España, y desde 1994, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) recoge trimestralmente datos objetivos del funcionamiento de las centrales nucleares españolas que se encuentran en operación. Estos datos, se traducen en la industria en lo que se conoce como *indicadores de funcionamiento*, indicadores desarrollados por organismos internacionales de referencia (INPO y WANO) y que proporcionan información de aquellos aspectos de la seguridad susceptibles de ser cuantificados con la finalidad de conseguir la máxima objetividad (CSN, 2014). De este modo, permiten que los organismos reguladores lleven un seguimiento del funcionamiento de las diferentes instalaciones. De hecho, estos indicadores han sido una fuente importante de información para el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) para descubrir deficiencias de diseño o de prácticas de operación relacionadas con la seguridad dentro de la industria nuclear española (Zarzuela, 2001).

En los últimos años se han realizado diferentes estudios en instalaciones de alta fiabilidad que han apoyado la existencia de relaciones entre la cultura de seguridad y la seguridad operativa en organizaciones de alta fiabilidad (Zohar, 2000; Sorensen, 2002; Mearns et al. 2003; Neal y Griffin, 2006). En esta línea, algunos estudios empíricos muestran que la cultura de seguridad va acompañada de buenos resultados en los indicadores de funcionamiento (Morrow, Koves, & Barnes, 2014). Por su parte, el CIEMAT-CISOT también llevó cabo en 2013 un estudio exploratorio sobre la relación entre la cultura organizativa y los indicadores de funcionamiento INPO-WANO de la industria nuclear española. Sin embargo, los resultados de este estudio no fueron concluyentes.

Por otra parte, cada vez se pone más énfasis en que el buen funcionamiento de una planta no siempre implica que ésta sea una instalación segura. Si bien tradicionalmente el correcto funcionamiento y la ausencia de accidentes en una planta se asociaba a la seguridad de dicha instalación (es decir, si una organización mostraba un correcto funcionamiento significaba que se trataba de una organización segura), con el tiempo se ha evidenciado que esto no siempre es así. Instalaciones complejas como son las organizaciones de alta fiabilidad pueden llegar a mostrar un buen funcionamiento sin mantener los estándares de seguridad requeridos (Hopkins, 2007). Asimismo, se ha evidenciado que el hecho de que no haya accidentes en una organización no significa necesariamente que ésta sea segura. Como afirma Reason (1990), la presencia de errores o problemas latentes pueden llevar a la ocurrencia de un accidente en cualquier momento.

Así pues, a pesar de la contrastada utilidad de los indicadores de funcionamiento, no siempre nos van a permitir adoptar una aproximación proactiva a la seguridad. El estudio presentado en este informe pretende conocer, entre otros aspectos, en qué medida los indicadores de funcionamiento son conocidos entre los expertos del sector nuclear y su opinión acerca de la utilidad de los mismos para reflejar la seguridad y ayudar a mejorar el funcionamiento.

- **Cultura Organizativa**

Numerosos autores ponen de manifiesto la importancia que tiene la cultura organizativa para la seguridad de las organizaciones (Nævestad, 2009; Pidgeon, 1998; Reason, 1997; Turner & Pidgeon, 1997; Wilderom, Glunk, & Maslowski, 2000).

Una de las definiciones más aceptadas de cultura organizativa es la de Schein (1985). Este autor define la *cultura organizativa* como un patrón de supuestos básicos que dan respuesta a la necesidad de adaptarse al entorno e integrarse dentro de la organización. Cuando estos supuestos son de utilidad, son interiorizados por el grupo y se transmiten de generación en generación como la forma correcta de percibir, pensar, y sentir en relación a los problemas que se plantean en la organización. Estos supuestos se manifiestan en los valores, creencias, y conductas de los miembros de la organización. La cultura organizativa nos ayuda a comprender

cómo se comportan los miembros de una organización en su actividad diaria. En instalaciones como las centrales nucleares, en las que la seguridad es una prioridad, la cultura organizativa también nos ayudara a entender los comportamientos de los trabajadores en relación a la seguridad.

Un modelo ampliamente extendido sobre cultura organizativa es el desarrollado por Cooke y Lafferty (1986). Diferentes estudios (CIEMAT-CISOT, 2000-2014; García-Herrero et al. 2013) se han basado en esta tipología para estudiar la cultura organizativa en instalaciones nucleares y su efecto sobre el funcionamiento de la organización no solo en nuestro país sino también en otros países (Klein, 1995; Utilities Services Alliance, 2005). Este modelo se centra en las expectativas y normas de comportamiento consideradas “aceptables” en la organización y referidas al modo en que se realiza el trabajo o la forma de relacionarse e interactuar con los compañeros o superiores (Cooke y Rousseau, 1988). Este modelo diferencia tres estilos de cultura organizativa: estilo constructivo, pasivo-defensivo y agresivo-defensivo.

- **Estilo Constructivo.** El estilo constructivo es propio de aquellas organizaciones que muestran una orientación hacia las personas, pero también hacia la tarea. Así pues, este estilo fomenta la participación, las buenas relaciones en el trabajo y la satisfacción de necesidades de orden superior de las personas, como por ejemplo, el desarrollo personal y profesional del trabajador.
- **Estilo Pasivo-Defensivo.** El estilo pasivo-defensivo es propio de las organizaciones en las que se manifiesta una fuerte orientación hacia la auto-protección que se pone de manifiesto en cómo interactúan las personas entre sí. Este estilo se caracteriza por que la organización pone énfasis en el seguimiento de las directrices de la organización de forma estricta. El comportamiento de las personas es predecible y va acompañado de una forma de actuar que persigue, principalmente, la protección de uno mismo.
- **Estilo Agresivo-Defensivo.** Por último, un estilo agresivo-defensivo es propio de una organización en la que no hay una preocupación por las relaciones interpersonales, en la que se antepone las propias necesidades a las del grupo. Además, predomina una toma de decisiones basada en el estatus y no en el conocimiento experto. La oposición y la búsqueda de perfeccionismo son propias de este estilo de cultura.

Cooke y Szumal (2000) sostienen que la cultura organizativa ideal para una organización es aquella en la que se da un predominio del estilo constructivo frente a los estilos defensivos. No obstante, la cultura tiene una función adaptativa, por lo que no puede determinarse de forma inequívoca qué estilo de cultura resulta más “conveniente” en términos absolutos. En función del tipo de organización puede ser recomendable un estilo de cultura u otro, o incluso la combinación de varios estilos (Robert, Cooke, y Hartmann, 1989).

El CIEMAT-CISOT llevó a cabo un estudio en 2013 con el objetivo de estudiar la relación entre los diferentes estilos de cultura organizativa, la seguridad, y otros aspectos relacionados con el buen funcionamiento de las organizaciones de alta fiabilidad. Este estudio se basó en los datos obtenidos en las evaluaciones de cultura de seguridad llevadas a cabo más recientemente en las centrales nucleares españolas. Estas evaluaciones se realizan de forma periódica desde hace más de una década siguiendo las recomendaciones del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

Los resultados de este estudio (Ver Tabla 1) muestran como el estilo constructivo se relaciona de forma positiva con un ambiente de trabajo orientado a la seguridad (SCWE), creencias que favorecen la seguridad, y otros resultados organizativos (cohesión, compromiso, y calidad de la comunicación organizacional). En concreto, favorecen la seguridad comportamientos propios de una cultura humanístico-alentadora y de cumplimiento como apoyar a los compañeros, resolver conflictos de forma constructiva, asumir retos, o prever y planificar el trabajo. En cambio, comportamientos propios del estilo pasivo-defensivo como trasladar las responsabilidades a otros, no implicarse o tomar decisiones populares más que necesarias (evitación) van en detrimento de un ambiente de trabajo orientado a la seguridad (SCWE), creencias relevantes para la seguridad, y otros resultados organizativos (cohesión, compromiso, y calidad de la comunicación organizacional). Finalmente, el estilo agresivo-defensivo predice en menor medida que el resto la seguridad y los resultados organizativos.

No obstante, la cultura de oposición, cuando su medida se revisa siguiendo las indicaciones de Utility Service Alliance (2004), muestra una asociación positiva con creencias relevantes para la seguridad y con un ambiente de trabajo orientado a la seguridad (SCWE). Utility Service Alliance (2004) adaptó la medida de cultura de oposición considerando las peculiaridades de las centrales nucleares, seleccionando aquellos comportamientos que en este contexto podrían ser favorables. No obstante, como se señala en la Tabla 1 algunos resultados son inesperados como por ejemplo el hecho de que la cultura convencional del estilo pasivo-defensivo guarde una asociación positiva con las creencias sobre seguridad. Por ello la encuesta electrónica pretende recoger la opinión de los expertos en relación a una serie de comportamientos organizativos (basados en el modelo de Cooke y Lafferty, 1986) cuya relación con la seguridad no es clara.

Asimismo, la encuesta electrónica también ha abordado de forma exploratoria los antecedentes de un entorno de trabajo orientado a la seguridad (SCWE) definido como un "ambiente en el que el personal se siente libre para transmitir sus preocupaciones relativas a la seguridad sin temor a represalias, intimidación, acoso o discriminación" (INPO, 2013). El estudio del SCWE está ganando cada vez más protagonismo entre los profesionales de instalaciones nucleares por su capacidad para anticipar posibles problemas y prevenir accidentes en las organizaciones de alta fiabilidad (INPO, 2013; NEI, 2003; NRC, 2011). No obstante, a pesar de que algunos organismos internacionales han elaborado directrices sobre

cómo mantener y fomentar un SCWE (INPO, 2013; NEI, 2003; NRC, 2011), la investigación empírica en el campo de las ciencias sociales es escasa. El presente trabajo pretende dar respuesta a esta necesidad de contratar de forma empírica qué factores son relevantes para favorecer un entorno de trabajo orientado a la seguridad (SCWE).

Tabla 1. Resumen de los resultados sobre la relación entre la cultura organizativa y algunas medidas subjetivas de rendimiento y de seguridad ¹

| | | Comunicación | | | | | | | Creencias sobre seguridad | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|--------------|-------------|---------|-------------|------------|----------|------------|---------------------------|------|---------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------|---------|
| | | Precisión | Interacción | Resumen | Transmisión | Sobrecarga | Cohesión | Compromiso | Percepción riesgo | SCWE | Atención al detalle | Sentimiento responsabilidad | Capacidad adaptación | Act. Cuestionadora / colaboración | Concienciación riesgo | Claridad rol | Madurez |
| Constructivo | Humanístico-alentadora | | | | + | | + | + | | + | + | + | | + | | | - |
| | Afiliativa | | | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| | Autoinnovadora | | | | | | | | | | | | | + | | | |
| Pasivo-Defensivo | Cumplimiento | + | + | | | | + | + | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | Convencional | | | | | | | | | - | + | + | + | | | + | + |
| | Aprobación | - | - | | | + | - | | - | | | | | | - | | - |
| | Evitación | | - | | | | - | | - | - | - | - | - | | - | | - |
| Agresivo-Defensivo | Dependiente | | | | + | - | - | | | | | | | | | | |
| | Perfeccionista | + | | | | + | + | | + | | | | + | | + | | |
| | Competitiva | | | | | - | + | | + | | | | | | | | |
| | Poder | | | + | | | | | | | | | | | | | |
| | Oposición | | | | | | | | | + | | | | | | | |
| Oposición (revisada) | | | | - | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | |

¹ Los resultados que van en la dirección esperada se sombreaden en gris. Por el contrario, aquellos resultados que no son congruentes con el modelo de Cooke y Lafferty (1986) se sombreaden en marrón.

- **Factores Organizativos**

La investigación previa ha puesto de manifiesto la importancia de los factores organizativos para la seguridad (Figura 1). Así, la investigación sobre la etiología de accidentes ha ido ampliando su foco de análisis hasta contemplar el impacto de los factores organizativos (Hopkins, 2006; Reason, 1993).

Cabe destacar el grupo de investigación de la universidad de Berkeley (ver revisión realizada por Sagan, 1993) que enfatiza la importancia de diversos factores organizativos en su teoría de la alta confiabilidad (HRT): formación, sistemas redundantes, diversidad de enfoques sobre la tecnología, y aprendizaje organizativo. La formación hace posible que los empleados pueden responder a las contingencias de riesgo de una forma rápida y adecuada, con el suficiente nivel de descentralización en el proceso de toma de decisiones. La existencia de sistemas redundantes, tanto tecnológicos como organizativos, permite amortiguar el error de las partes y de las personas en la organización. La diversidad de enfoques sobre la tecnología permite que se eviten puntos ciegos y acciones apresuradas. Por último, aunque no menos importante, el aprendizaje organizativo es un aspecto crucial que posibilita que instalaciones complejas sean capaces de comprender las complejidades de la tecnología y de los procesos de producción (La Porte, Perrow, Rochlin, y Sagan, 1994). Otro modelo ampliamente extendido es el de Rasmussen (2000) que señala la importancia de procesos organizativos como la comunicación y la toma de decisiones, y su impacto sobre la seguridad.

El CIEMAT-CISOT también ha tratado de identificar aquellos factores organizativos que influyen sobre la seguridad y el funcionamiento de las centrales nucleares españolas. Para ello, llevó a cabo un estudio en el que se identificaron los factores de carácter organizativo implicados en eventos relevantes de la industria nuclear española. En concreto, se llevó a cabo un análisis de los Informes de Sucesos Notificables (ISN) con escala INES mayor a 1 reportados en la industria nuclear española durante los últimos 10 años. Los resultados identificaron como carencias en aspectos relacionados con la experiencia operativa externa e interna eran temas recurrentes en los Informes de Sucesos Notificables. Otros aspectos relevantes identificados fueron: falta de supervisión, debilidades del diseño o del proceso de modificación de diseño, pobre cultura de seguridad, carencias en los procesos de identificación y solución de problemas, y en los procesos de comunicación organizativa. Aunque en menor medida, también se identificaron carencias en los procesos de entrenamiento y formación y otras cuestiones de carácter económico. La tabla 2 sintetiza los factores organizativos identificados como relevantes y detalla las sub-categorías identificadas.

La encuesta electrónica pretende conocer la opinión de los expertos en relación a la necesidad de mejorar los factores organizativos identificados a través del análisis de los ISN. De este modo, se busca contrastar en qué medida estos factores son susceptibles de mejora. Este estudio tiene implicaciones prácticas importantes para la industria nuclear española ya que permite identificar retos y posibles líneas de mejora.

Tabla 2. Categorías y sub-categorías identificadas en el análisis exploratorio de eventos relevantes de la industria nuclear española

| Categorías | Subcategorías | |
|---|--|---|
| 1. Debilidad en los procesos documentales | 1.1. Debilidad en los procesos organizativos de aprobación, revisión, y modificación de documentos | ✓ Incluye aspectos como revisión insuficiente de los procedimientos de los contratistas o procesos organizativos de revisión de documentación con debilidades. |
| | 1.2. Calidad de los procedimientos | ✓ Hace referencia a aspectos como procedimientos inadecuados o deficientes; procedimientos incompletos (por ejemplo, no contemplan todos los escenarios), o procedimientos con bajo nivel de detalle. |
| 2. Falta de actitud cuestionadora | [No se han considerado sub-categorías] | ✓ Hace referencia a aspectos como, entre otros, no tomar en consideración en la toma de decisiones el caso más desfavorable; subestimar indicios o precedentes del problema; o no realizar comprobaciones ante discrepancias. |
| 3. Ejecución inadecuada de los trabajos | 3.1. Preparación inadecuada | ✓ Hace referencia a la falta de reuniones preparatorias, prejobs, etc. |
| | 3.2. Ejecución inadecuada | ✓ Hace referencia a actividades incorrectas, bien por prácticas históricas en la organización o incumplimientos puntuales. |
| | 3.3. Claridad de rol | ✓ Aspectos de responsabilidad y autoridad. |
| 4. Experiencia Operativa Interna | 4.1. Existencia de sucesos similares anteriores no solucionados | ✓ Hace referencia a la ocurrencia previa (y no afrontada exitosamente) en la organización de sucesos de características muy similares con el mismo factor desencadenante. |
| | 4.2. Soluciones parciales o insuficientes | ✓ Por ejemplo, cierre de acciones relacionadas con incidentes del PAC sin contrastar la eficacia de la acción. |
| | 4.3. Soluciones previas no documentadas | ✓ Estaría relacionado con, entre otros aspectos, instauración de prácticas derivadas de la experiencia operativa, pero al no estar documentadas quedaron en el olvido. |
| 5. Experiencia Operativa Externa | 5.1. Pérdida de oportunidades de aprendizaje externo | ✓ En algunos casos se conocían los eventos externos (y su posible impacto organizativo) pero no se incorporaron sus enseñanzas a la organización (por ejemplo documentándolo). |
| | 5.2. Análisis insuficientes o fuera de plazo | ✓ Hace referencia a falta de plazos para la implantación de acciones correctoras derivadas de la experiencia operativa externa. |

Tabla 2. Categorías y sub-categorías identificadas en el análisis exploratorio de eventos relevantes de la industria nuclear española (cont.)

| Categorías | Subcategorías | |
|--|--|---|
| 6. Falta de supervisión | 6.1. Supervisión inadecuada de los contratistas | ✓ Las unidades organizativas de la planta no realizan una supervisión adecuada de las empresas contratistas. |
| | 6.2. Supervisión inadecuada de las tareas | ✓ Hace referencia a actividades realizadas por el personal de la organización, que no son supervisadas. |
| 7. Debilidades del diseño o del proceso de modificación del diseño | 7.1. Problemas derivados del diseño original | ✓ Hace referencia a causas relacionadas con aspectos del diseño original de la planta, por ejemplo, carecer de determinados sistemas o equipos. |
| | 7.2. Problemas derivados de modificación de diseño | ✓ Son causas relacionadas con errores técnicos en alguna etapa del nuevo diseño. También incluye aspectos organizativos en los procesos de cambio de diseño (como por ejemplo falta de límites en cuanto a plazos para la implantación de los cambios). |
| 8. Insuficiente cultura de seguridad | [No se han considerado sub-categorías] | ✓ Hace referencia a la inclusión de, entre otros factores, aquellos relacionados con la aprobación de maniobras por parte de la dirección no conservadoras. |
| 9. Carencias en los procesos de identificación y solución de problemas | 9.1. Carencias en la identificación de problemas | ✓ Hace referencia a las debilidades organizativas como, entre otras, no identificar disconformidades o no notificar pequeños problemas recurrentes |
| | 9.2. Carencias en la solución de problemas | ✓ Aunque se identifica en la organización la situación problemática, no se aborda de modo satisfactorio. |
| 10. Carencias en los procesos de Comunicación organizativa | [No se han considerado sub-categorías] | ✓ Hace referencia tanto a comunicación entre diferentes unidades organizativas como con el exterior. |
| 11. Carencias en los procesos de entrenamiento y formación | [No se han considerado sub-categorías] | ✓ Hace referencia a aspectos como la, falta de formación especializada en algún aspecto técnico y problemas derivados de la baja calidad de la formación. |
| 12. Cuestiones de carácter económico | [No se han considerado sub-categorías] | ✓ Hace referencia al cambio de un contratista determinado por aspectos puramente económicos. |

- **Factores Externos**

Diversos autores (Rasmussen, 2000; Wilpert, 1999) señalan la importancia del entorno o del contexto en el que se encuentra inmersa la organización, así como el impacto que tienen sobre la seguridad diferentes actores clave tanto internos como externos a la organización. El modelo socio-técnico de Rasmussen (2000) ilustra cómo estos actores juegan un papel clave en la seguridad a través de la toma de decisiones, que se traducen en leyes, normas, y reglas (Figura 2). Además, también señala la importancia del entorno en todos estos procesos.

Rasmussen (2000) ordena jerárquicamente los diferentes actores. En un nivel superior se encuentra el Gobierno, las Autoridades y los Reguladores que velan por la seguridad, la propia empresa, la dirección, y el personal de la misma. La toma de decisiones relacionadas con la seguridad va desde el Gobierno, a través de sus leyes sobre seguridad y del establecimiento de evaluaciones, hasta el sistema productivo. Las autoridades y reguladores velan por la seguridad, interpretan las leyes, las concretan en normas y estándares a seguir en el sector, y establecen los requisitos necesarios para la operación de una organización. De acuerdo con estos estándares, la organización establece las políticas a seguir. La dirección y los supervisores concretarán estas políticas en prácticas que guiarán la actuación del personal. Finalmente, el personal pondrá en práctica las normas y procedimientos de seguridad en el proceso de producción y su actividad diaria. En definitiva, las medidas para el control de la seguridad se van concretando y explicitando a medida que se va bajando en la jerarquía.

No obstante, la información y comunicación para el control de la seguridad no sólo fluye de forma descendente. Al mismo tiempo, el personal encargado de la producción proporciona retroalimentación sobre el funcionamiento de los equipos y de la organización a través de sus supervisores. Asimismo, la dirección realiza informes acerca de todo lo ocurrido relevante para la seguridad, como las actividades de mantenimiento, los incidentes, la carga de trabajo, o las evaluaciones de seguridad. A su vez, los organismos reguladores y el Gobierno examinan los informes sobre incidentes y llevan a cabo auditorías de seguridad.

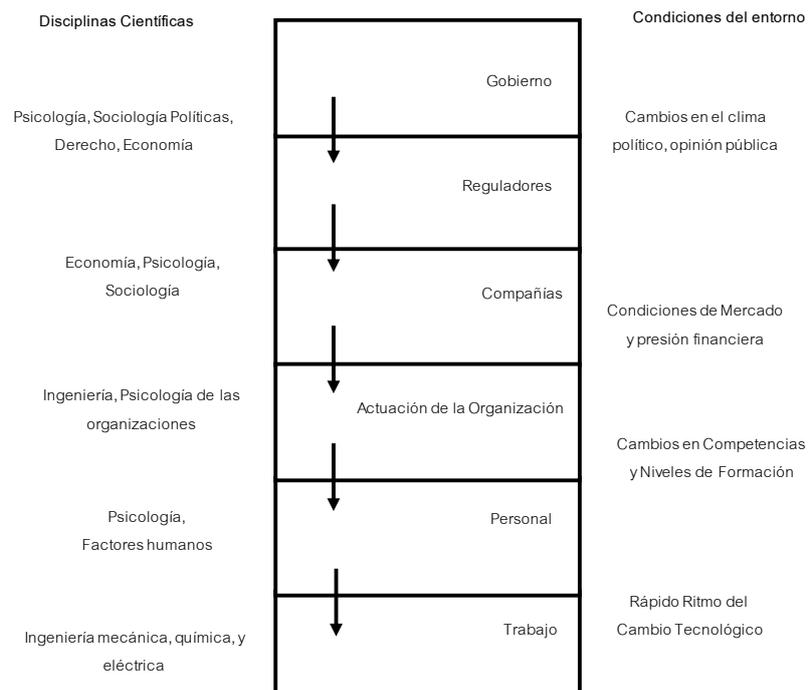


Figura 2. Modelo socio-técnico de Rasmussen (2000)

En definitiva, la seguridad se ve afectada por las decisiones de todos estos actores y de cómo el sistema responde a las presiones de su entorno. La interacción y el ajuste entre el gobierno, sus organismos, la organización, la dirección y su personal, así como la tecnología, afectan a la seguridad de una instalación.

En línea con el modelo de Rasmussen (2000), este estudio toma en consideración la influencia de los factores externos en la seguridad de las instalaciones nucleares españolas. En la encuesta electrónica se ha preguntado a los expertos sobre cómo creen que distintos aspectos externos a la industria (políticas y directrices que marcan las autoridades y los reguladores, los eventos externos como Chernóbil o Fukushima, la situación económica del país, la opinión pública y los medios de comunicación, o las asociaciones ecologistas,) influyen en la seguridad.

3. Objetivo

El objetivo del estudio es identificar qué factores organizativos son especialmente relevantes para la seguridad y el buen funcionamiento de las organizaciones nucleares españolas. La identificación de estos factores se basó en la opinión de un panel de expertos de la industria nuclear. Para ello se desarrolló una encuesta electrónica que abordaba los siguientes aspectos:

- **Indicadores de funcionamiento:** Se explora si los expertos tienen conocimiento de los ‘indicadores de funcionamiento’ y su percepción sobre la utilidad de los mismos para la gestión operativa de la seguridad en las organizaciones nucleares.
- **Cultura organizativa:** En primer lugar, se busca determinar qué comportamientos organizativos influyen positivamente en la seguridad de las organizaciones nucleares tomando como referencia el modelo de cultura organizativa de Cooke y Lafferty (1986). De este modo, se pretende avanzar en el conocimiento de la cultura organizativa ideal en una instalación nuclear. En segundo lugar, se busca discernir qué aspectos organizativos promueven el reporte de problemas fomentando un ambiente de trabajo orientado a la seguridad (SCWE).
- **Factores organizativos y retos de la industria.** Se ha tratado de ponderar, mediante el juicio de los expertos, las necesidades de mejora dentro del sector nuclear tomando como referencia factores organizativos que han estado presentes en eventos relevantes de la industria nuclear española. También se ha buscado definir los principales retos y desafíos en materia de seguridad a los que se enfrenta la industria nuclear española.
- **Factores externos:** Se ha buscado discernir el grado de impacto en la industria nuclear española de un conjunto de factores externos a las organizaciones nucleares. En concreto se ha preguntado por los siguientes aspectos: el impacto de la política económica; las políticas del legislador y del gobierno; las directrices del organismo regulador; así como el impacto de la opinión pública y de las asociaciones ecologistas en las organizaciones del sector; la repercusión de eventos en la industria nuclear como el accidente de Fukushima.

4. Metodología

El diseño de la investigación fue de tipo exploratoria transversal y comprendió cuatro etapas diferenciadas (figura 4): Elaboración de la encuesta, selección de la muestra, administración, y análisis de datos.



Figura 4. Etapas del diseño de la investigación (elaboración propia)

El procedimiento de administración electrónico se escogió básicamente por las características de la muestra del estudio. Esta técnica brindó la posibilidad de acceder a un amplio número de personas con gran rapidez, teniendo en cuenta que los participantes pertenecían a organizaciones diversas distribuidas geográficamente por el país. Además, el cuestionario electrónico ofrecía una mayor flexibilidad a los participantes para que contestaran en el momento que más les conviniera y empleando el tiempo que precisaran.

A continuación se detallan los pasos que se siguieron en cada una de las etapas y los aspectos más relevantes en cada una de ellas. Se pretende así mostrar las particularidades del diseño de cuestionarios y su administración electrónica en las organizaciones de alta fiabilidad.

4.1. Elaboración de la encuesta

La primera etapa del proceso consistió en el diseño de la encuesta electrónica. Esta herramienta fue diseñada y elaborada por el equipo de investigadores del CIEMAT-CISOT y se realizó a partir de la identificación y posterior agrupación de los aspectos organizativos más relevantes que influyen en la seguridad y en el buen funcionamiento de estas organizaciones según los resultados obtenidos en estudios anteriores.

Estos factores se identificaron a partir del análisis de diferentes tipos de datos relacionados con la seguridad y el funcionamiento de las organizaciones nucleares, como por ejemplo los indicadores de funcionamiento INPO-WANO, documentos de eventos específicos de la industria nuclear española o los resultados previos de encuestas de cultura organizativa y de cultura de seguridad administradas en distintas organizaciones nucleares.

La encuesta estuvo formada por 9 apartados (con un total de 50 ítems). Se combinaron preguntas cerradas y abiertas. Las preguntas cerradas tenían un formato de respuesta única que permitía valorar en una escala tipo Likert (de 1 a 5) los diferentes aspectos presentados. Las preguntas abiertas posibilitaban que los participantes realizaran comentarios escritos. Tres

de los ítems estaban referidos a cuestiones socio-demográficas relacionadas con la organización en la que trabajaba el participante, el ámbito en el que desarrollaba su actividad y los años de experiencia profesional en el sector nuclear (Ver Anexo 1).

Se muestra a continuación (tabla 4) las áreas temáticas de la encuesta y el tipo de preguntas y de medición de cada una de estas áreas:

| Campo temático | Preguntas | Tipo de pregunta |
|----------------------------|--|--|
| Indicadores funcionamiento | 1A. ¿Conoce algún indicador de funcionamiento? 1B. En qué medida considera que los indicadores de funcionamiento... | Dicotómica (1 ítem) Escala Likert 5 puntos (2 ítems) |
| Cultura organizativa | 2. Valore en qué medida influye, en la explotación segura de una organización nuclear, que los empleados... 3A. ¿Cuál cree que es el comportamiento más común ante la detección de situaciones anómalas en una organización del sector nuclear? 3B. ¿Por qué cree que el comportamiento seleccionado es el más habitual? | Escala Likert 5 puntos (13 ítems) Elección múltiple (1 ítem) Pregunta abierta (1 ítem) |
| Factores organizativos | 4A. En qué medida cree que las organizaciones nucleares deben mejorar en.... 4B. Si considera que hay otros aspectos importantes en los que las organizaciones nucleares deben mejorar, indíquelos. | Escala Likert 5 puntos (20 ítems) Pregunta abierta (1 ítem) |
| Fortalezas | 5. ¿Cuál es la principal fortaleza de la industria nuclear española en relación a la seguridad? | Pregunta abierta (1 ítem) |
| Factores externos | 6. Señale hasta qué punto los siguientes aspectos externos influyen en la seguridad de la organización | Escala Likert 5 puntos (6 ítems) |
| Retos | 7. ¿Cuál es el principal reto al que se enfrenta la industria nuclear española? | Pregunta abierta (1 ítem) |
| Demográficas | 8A. Tipo de organización o institución en la que trabaja 8B. En qué ámbito ha desarrollado mayoritariamente su actividad laboral 9. Años de experiencia profesional en organizaciones del sector nuclear | Respuesta única (1 ítem) Respuesta única (1 ítem) Respuesta única (1 ítem) |

Tabla 4. Temáticas y tipo de preguntas incluidas en la encuesta

Una vez elaborada la encuesta, se llevó a cabo un proyecto piloto en el que participaron 7 expertos cuya actividad principal en el sector nuclear estaba relacionada con el área de los factores organizativos. Esta prueba piloto se llevó a cabo a finales del mes de mayo de 2013. Los profesionales que participaron en el estudio piloto aportaron comentarios y sugerencias. A partir de las aportaciones se modificaron algunos de los ítems de la encuesta (en general los comentarios estaban referidos a facilitar la comprensión del enunciado de la pregunta).

4.2. Selección de la muestra

Se identificaron 8 organizaciones de relevancia dentro del sector nuclear español, entre las que se incluyeron centrales nucleares, empresas de fabricación de combustibles y de tratamiento de material radioactivo así como otras empresas vinculadas al sector y dedicadas a la prestación de servicios de apoyo a las instalaciones nucleares.

Una vez identificadas las posibles organizaciones participantes, investigadores del CIEMAT-CISOT contactaron telefónicamente con la persona responsable del ámbito de organización y factores humanos. El contacto tenía la finalidad de dar a conocer el objetivo que perseguía la investigación y solicitar información de contacto de profesionales que pudieran participar en el estudio. Para la selección de los participantes se recomendó que tuvieran en cuenta su trayectoria y experiencia profesional dentro del sector nuclear español.

Todas las organizaciones contactadas aceptaron participar en el estudio. La muestra final estuvo formada por 167 expertos del sector nuclear español.

4.3. Administración

La adaptación de la encuesta a formato electrónico así como la gestión de la base de datos se externalizó a una empresa especializada en proporcionar este tipo de servicios². Esta misma empresa fue también la encargada de realizar el envío de los correos electrónicos en las fechas previamente establecidas por el equipo investigador del CIEMAT-CISOT.

Finalizada la prueba piloto, se procedió a administrar la encuesta definitiva al panel de expertos. Los participantes tuvieron tres semanas para responder a la encuesta una vez recibida la invitación a participar en la misma. Se realizaron dos fases de envío. La mayoría de las organizaciones respondieron la encuesta entre el 16 de julio y el 2 de agosto de 2013 (Fase I). El resto de organizaciones respondieron entre el 18 y el 30 de septiembre de 2013 (Fase II).

| | Fase I | Fase II |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| Proyecto Piloto | Del 21 al 31 mayo 2013 | Del 21 al 31 mayo 2013 |
| Lanzamiento encuesta | 16 Julio 2013 | 18 Septiembre 2013 |
| Recordatorio I | 22 Julio 2013 | 23 Septiembre 2013 |
| Recordatorio II | 29 Julio 2013 | 26 Septiembre 2013 |
| Cierre | 2 Agosto 2013 | 30 Septiembre 2013 |
| Agradecimiento | 3 Octubre 2013 | 3 Octubre 2013 |

Tabla 5. Recogida de datos

² Empresa MDK Investigación de Mercados

Durante el periodo de administración se enviaron distintos correos electrónicos a cada uno de los expertos que participaron en el estudio. La persona de contacto de cada una de las organizaciones estableció el primer acercamiento con los participantes invitándoles a colaborar en el estudio. Esto sirvió como aliciente para fomentar la participación y obtener buenas tasas de participación.

A continuación se llevó a cabo el lanzamiento de la encuesta que consistió en el envío, a todos los participantes, de un correo electrónico que contenía una breve explicación del objetivo del estudio y el enlace para acceder a la encuesta. A todos los participantes se les garantizó la confidencialidad y el anonimato de la información proporcionada.

Además, para asegurar la máxima participación se enviaron dos correos electrónicos, a modo de recordatorios, a los expertos que aún no habían participado, enfatizando la importancia de su colaboración en el estudio. En el caso de las organizaciones en las que la encuesta se lanzó el 16 de julio, estos recordatorios se realizaron los días 22 y 29 de julio de 2013. En aquellas organizaciones en las que la encuesta se lanzó el 18 de septiembre, los recordatorios se llevaron a cabo los días 23 y 26 de septiembre en el segundo. Finalmente, durante el mes de octubre se envió a todos los profesionales que habían participado un correo electrónico con un mensaje de agradecimiento por su participación y colaboración en el estudio.

| Organizaciones participantes | Encuestas enviadas | Encuestas recibidas | | Porcentaje de respuestas |
|------------------------------|--------------------|---------------------|---------|--------------------------|
| | | Fase I | Fase II | |
| Organización 1 | 25 | 19 | - | 76% |
| Organización 2 | 50 | 35 | - | 70% |
| Organización 3 | 21 | 15 | - | 71.4% |
| Organización 4 | 9 | 9 | - | 100% |
| Organización 5 | 19 | 18 | - | 94.7% |
| Organización 6 | 12 | 9 | - | 75% |
| Organización 7 | 19 | - | 14 | 73.7% |
| Organización 8 | 13 | - | 12 | 92.3% |
| Total | 167 | 131 | | 78.4% |

Tabla 6. Participación en el estudio

4.4. Análisis de datos

El análisis de datos combinó estrategias de análisis cuantitativas y cualitativas en función del tipo de información obtenida en la encuesta electrónica. A diferencia de los cuestionarios en soporte papel, en esta investigación el trabajo de volcado y codificación de datos fue automático. Se trató de un proceso en el que los datos se iban trasvasando y codificando

automáticamente en una base de datos a medida que los participantes iban respondiendo el cuestionario.

Otro de los aspectos destacados en el análisis de los datos es que, a diferencia del cuestionario en papel, los cuestionarios administrados en formato electrónico imponen una secuencia de obligado cumplimiento en el que el cuestionario no se puede iniciar por donde se desea, lo que minimiza la influencia entre preguntas (Fox et al. 2003). Además, el cuestionario ofrece la posibilidad de disponer de información detallada sobre la forma en que se han respondido los cuestionarios, como por ejemplo, el tiempo empleado en su cumplimentación o las interrupciones y posteriores inicios (Domínguez Álvarez, 2008).

5. Resultados

En este apartado se presentan los principales resultados del análisis cuantitativo y cualitativo de la encuesta, siguiendo los cuatro ejes temáticos presentados. La tasa de participación del estudio fue ha sido del 78.4% obteniendo 131 respuestas del los 167 profesionales invitados a participar en la investigación. La tasa de respuesta obtenida se considera elevada en cuanto a efectos de representatividad.

5.1. Características de la muestra

Si consideramos el tipo de organización en la que trabajan predomina la participación de expertos pertenecientes a centrales nucleares (59.9%). El 40.5% restante pertenece a otras empresas del sector entre las que se incluyen empresas de fabricación de combustibles y de tratamiento de material radioactivo y otras empresas vinculadas al sector y dedicadas a la prestación de servicios de apoyo a instalaciones nucleares españolas.

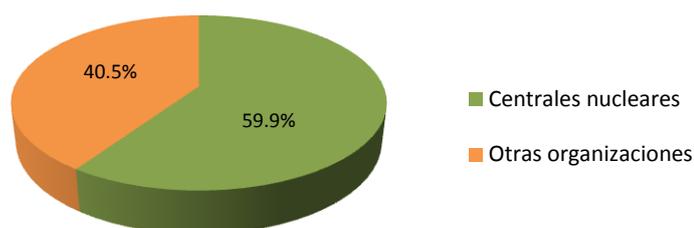


Figura 7. Tipo de organizaciones

En cuanto al ámbito en el que los expertos desarrollan su actividad, existe representación de diferentes grupos organizativos siendo el más representado Mantenimiento (22.1%). De cerca le siguen Operación (16.9%), Ingeniería (15.6%), Calidad y Factores Humanos (14.3%), y Protección Radiológica (13%). Con un 10.4% se encuentran otros grupos o unidades como Seguridad y Licenciamiento, Soporte Técnico, o Prevención de Riesgos Laborales.

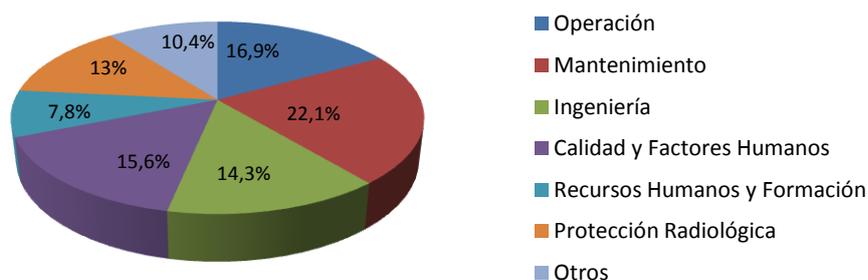


Figura 8. Ambitos de actividad

Más de la mitad de la muestra (59.3%) lleva trabajando en el sector nuclear español más de 20 años lo que hace que nos encontremos con una muestra de expertos con una larga trayectoria laboral dentro del sector.

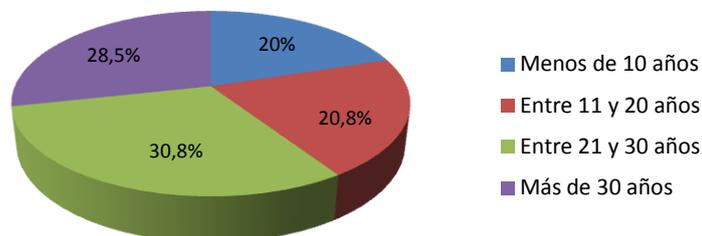


Figura 9. Años de experiencia laboral

5.2. Descripción de resultados

Se presentan a continuación los resultados del estudio conforme a los ejes temáticos que se presentaron en la encuesta.

5.2.1. Indicadores de funcionamiento

El primer aspecto que se exploró fue el nivel de conocimiento que tenían los participantes sobre los indicadores de funcionamiento INPO-WANO. Para ello se les preguntó si conocían dichos indicadores y, en caso afirmativo, en qué medida percibían que estos indicadores eran herramientas útiles para a) reflejar la seguridad de las organizaciones nucleares y b) ayudar a mejorar el rendimiento de estas organizaciones.

Pregunta 1A ¿Conoce algún indicador de funcionamiento?

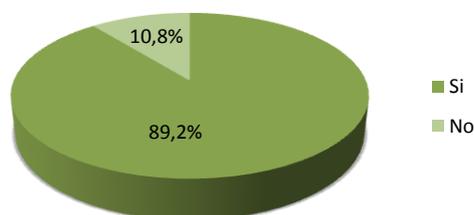
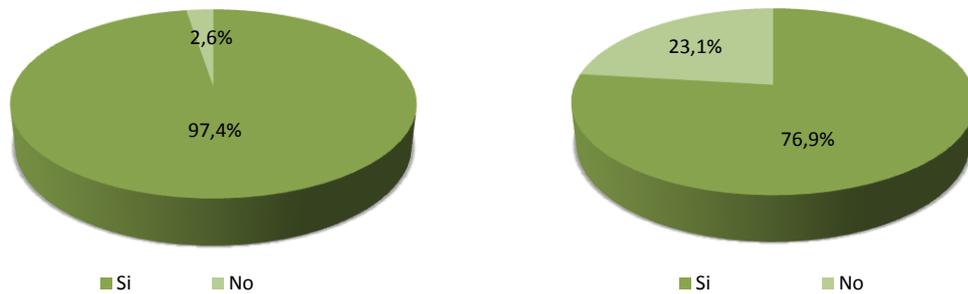


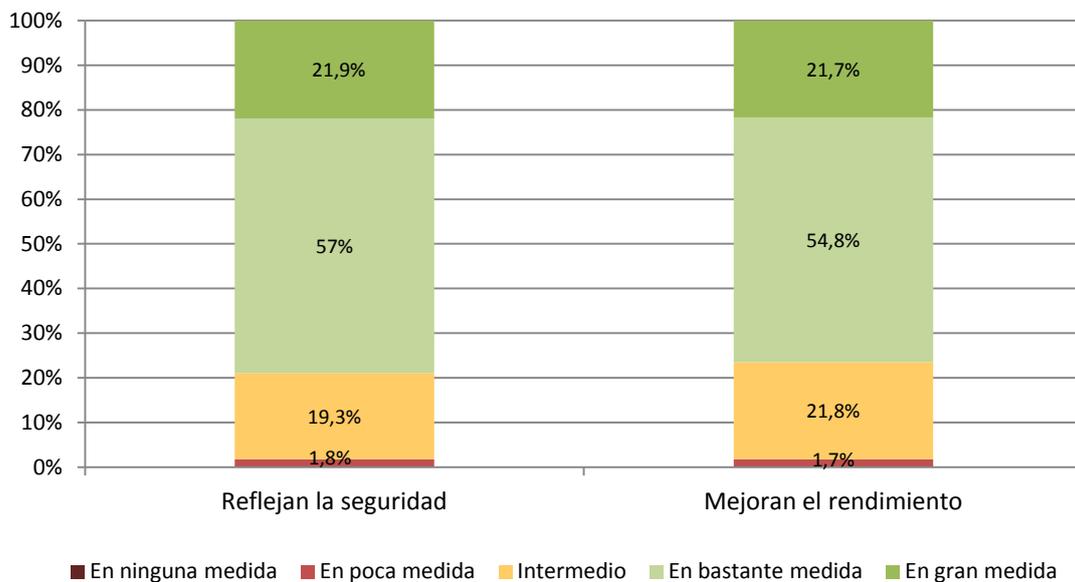
Figura 10. Conocimiento indicadores de funcionamiento

Los indicadores de funcionamiento son conocidos por los expertos del sector nuclear (89.2%). No obstante, estos indicadores son más conocidos entre los expertos de las centrales nucleares (97.4%) que entre los pertenecientes a otras organizaciones del sector (76.9%) (Figura 10).



**Figura 11. Conocimiento de los indicadores de funcionamiento
Centrales nucleares (izquierda). Otras organizaciones (derecha)**

Pregunta 1B. En qué medida considera que los indicadores de funcionamiento...



**Figura 12. Valoración de los indicadores de funcionamiento
Resultados globales**

Reflejan adecuadamente la seguridad de las organizaciones nucleares. Los resultados globales muestran que la mayoría de los participantes (78.9%) cree que los indicadores reflejan adecuadamente, ya sea *en bastante* o *en gran medida*, el nivel de seguridad. A pesar de ello, una minoría significativa considera que los indicadores reflejan, con algunas limitaciones (19.3%) o *en poca medida* (1.8%), el nivel de seguridad. No obstante, se observan diferencias entre los expertos de las centrales nucleares y los de otras organizaciones del sector (Figura 13).

Ayudan a mejorar el rendimiento de las organizaciones nucleares. Los resultados globales muestran que un 76.5% opina que los indicadores de funcionamiento ayudan a mejorar *-en bastante o en gran medida-* el rendimiento de las organizaciones. No obstante, una minoría significativa considera que ayudan pero con algunas limitaciones (*ni en ninguna medida ni en gran medida* (21.8%) o *en poca medida* (1.7%)).

Un análisis pormenorizado (Figura 12) muestra que los expertos de las centrales nucleares tienen una visión menos uniforme sobre la utilidad de estos indicadores que los expertos de otras organizaciones. En el caso de los expertos de otras organizaciones, la mayoría (82.5%) respondieron que los indicadores reflejan adecuadamente *-“en bastante o gran medida”-* el nivel de seguridad de las organizaciones nucleares y en un 80% que ayudan a mejorar *-“en bastante o gran medida”-* el rendimiento. Además, ninguno de los participantes respondió con puntuaciones por debajo de 3 en una escala del 1 al 5.

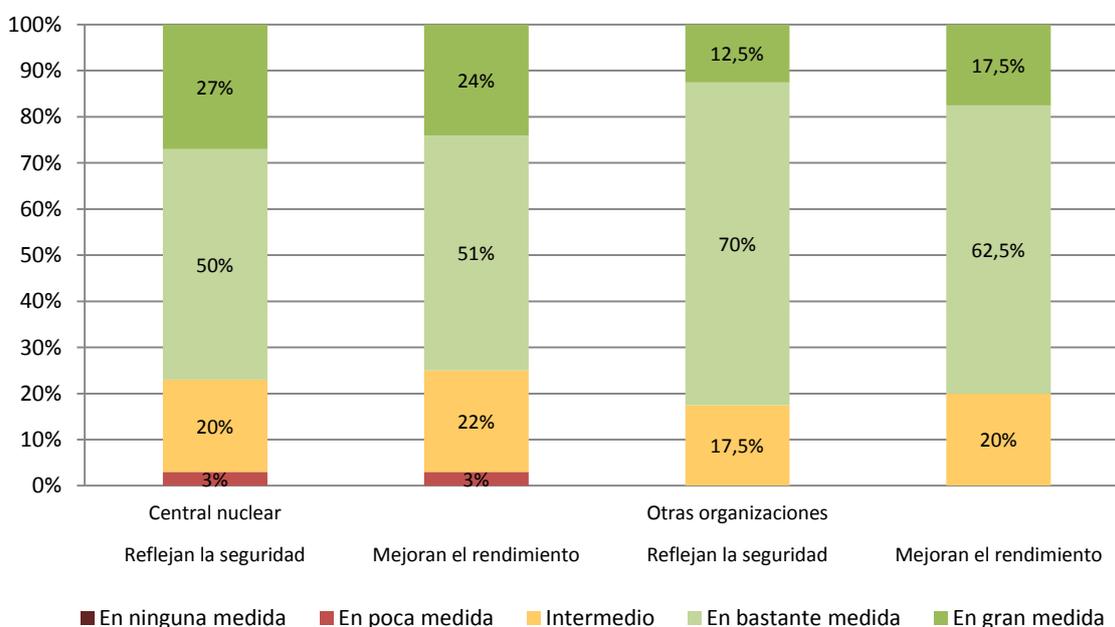
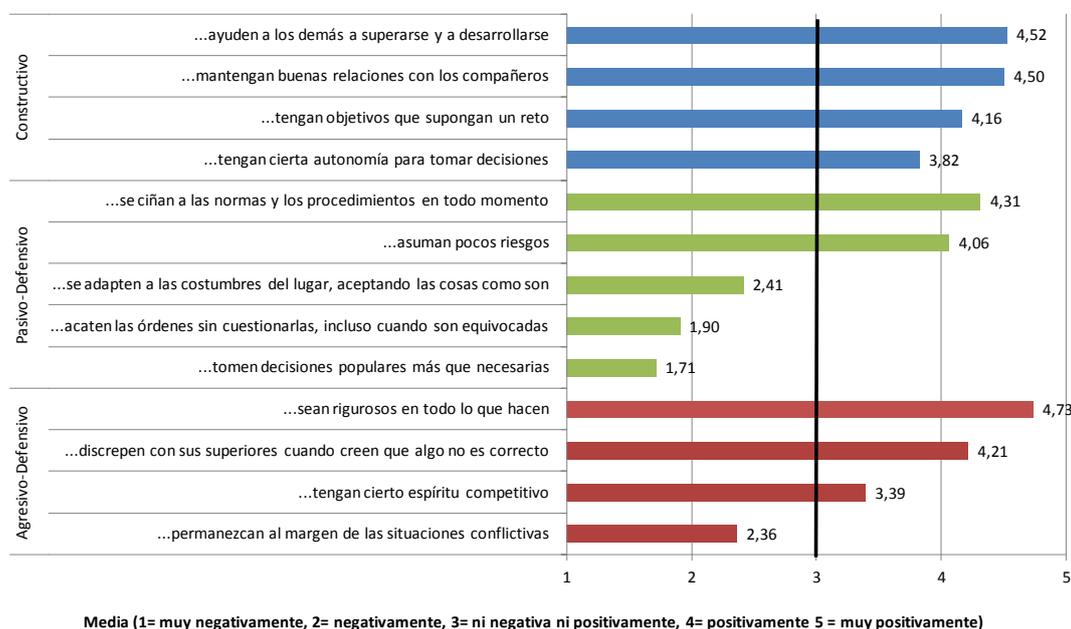


Figura 13. Valoración de los indicadores de funcionamiento
Centrales nucleares (izquierda). Otras organizaciones (derecha)

5.2.2. Cultura Organizativa

El segundo aspecto contemplado trató de determinar la influencia que tienen ciertos rasgos de la cultura organizativa sobre la seguridad de las organizaciones del sector nuclear español. Para ello se seleccionaron y adaptaron algunos ítems incluidos en el *Organizational Culture Inventory* (OCI) de Cooke y Lafferty (1986), ítems que eran representativos de los tres estilos de cultura organizativa que contempla este cuestionario (estilo constructivo, pasivo-defensivo y agresivo-defensivo).

Pregunta 2. Valore en qué medida influye, en la explotación segura de una organización nuclear, que los empleados...



**Figura 14. Influencia de la cultura organizativa
Resultados globales (Centrales nucleares y otras organizaciones)**

El modelo teórico que sustenta el OCI postula que el estilo constructivo es beneficioso para el buen funcionamiento de las organizaciones, mientras que los estilos defensivos (pasivo-defensivo y agresivo-defensivo) van en su detrimento. Si bien es cierto que los tres estilos pueden coexistir en cierta medida, este modelo postula que el estilo predominante debe ser el constructivo. En línea con este modelo, los expertos de organizaciones nucleares están de acuerdo en señalar que todos los comportamientos seleccionados para la encuesta que pertenecen al estilo constructivo contribuyen positivamente a la seguridad.

En cambio, el papel de los estilos pasivo y agresivo-defensivo queda menos claro y plantea algunas incongruencias con respecto al modelo teórico en el que se basa el OCI. Según los expertos del sector, algunos de los comportamientos de los estilos pasivo-defensivo y agresivo-defensivo parecen influir negativamente sobre la seguridad mientras que otros parecen hacerlo positivamente. Cabe destacar que a este respecto no se observan diferencias entre los expertos de las centrales nucleares y de otras organizaciones. A continuación se señalan aquellos comportamientos de los estilos defensivos que han sido valorados como positivos: 1) ceñirse a las normas y los procedimientos en todo momento, 2) asumir pocos riesgos, y 3) ser riguroso en todo lo que se hace.

Finalmente, cabe destacar aquellos comportamientos que los participantes opinan que tienen una influencia más positiva sobre la seguridad: que los empleados sean rigurosos en todo lo que hacen -estilo agresivo-defensivo- (4.73), que ayuden a los demás a superarse y

desarrollarse (4.52), y que mantengan buenas relaciones con sus compañeros (4.50) – estilo constructivo-.

Por el contrario, aquellos comportamientos valorados como que influyen negativamente en la seguridad son: que los empleados tomen decisiones populares más que necesarias (1.71), que acaten las órdenes sin cuestionarlas, incluso cuando sean equivocadas (1.90), y que se adapten a las costumbres del lugar, aceptando las cosas tal y como son (2.41). Estos comportamientos pertenecen al estilo pasivo-defensivo o al agresivo-defensivo.

Pregunta 3A. Según su experiencia, ¿cuál cree que es el comportamiento más común ante la detección de situaciones anómalas (p. e., problemas de equipos, de planificación,...) en una organización del sector nuclear?



Figura 15. Comportamiento más común ante la detección de situaciones anómalas
Resultados globales

La mayoría de los expertos consultados señalan que el comportamiento más habitual ante la detección de situaciones anómalas es informar al superior jerárquico independientemente de la situación (71.8%). Un 24.4% afirma que se informa sólo si afecta directamente al propio trabajo, y un 3.8% que no se informa. Un análisis comparativo (Figura 15) muestra diferencias entre los expertos pertenecientes a centrales nucleares y a otras organizaciones del sector.

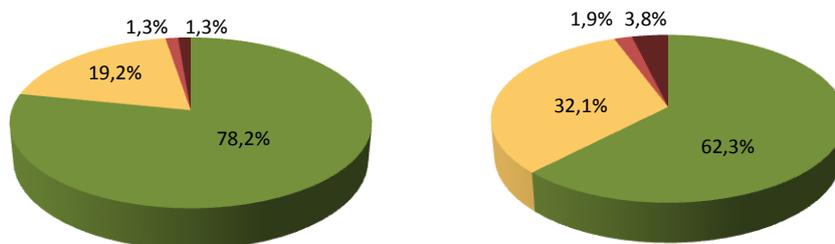


Figura 16. Comportamiento más común ante la detección de situaciones anómalas
Centrales nucleares (izquierda). Otras organizaciones (derecha)

Pregunta 3B. ¿Por qué cree que el comportamiento seleccionado es el más habitual?

- **“Se informa sea cual sea la situación”**

Los expertos de las centrales nucleares señalan que el comportamiento más habitual ante la detección de situaciones anómalas es informar al superior jerárquico sea cuál sea la situación (78.2%). En el caso de los expertos de otras organizaciones del sector, tan solo algo más de la mitad de los participantes señaló esta opción como la más habitual (62.3%).

Los participantes que señalaron que “Se informa sea cual sea la situación” argumentaron qué hace que éste sea el comportamiento más habitual ante la detección de situaciones anómalas. A continuación se hace una síntesis de los resultados obtenidos:

Importancia de actuar de acuerdo a los procedimientos y de respetar la línea jerárquica. La mayoría de estos argumentos ponen énfasis en aspectos como la obligatoriedad de actuar de este modo y la importancia del cumplimiento de la norma o de lo establecido (p. e. *“Es lo que está establecido como norma de buenas prácticas”*; *“Cualquier problema se debe notificar a la dirección”*, *“Porque está procedimentado”*). En cambio otros van más allá de señalar la importancia del mero cumplimiento para apuntar los beneficios de seguir la línea jerárquica (*“... es necesaria la implicación de toda la organización”*, *“... facilita los trámites para la resolución de situaciones anómalas sobre todo si afectan a distintas organizaciones”*, *“el superior jerárquico valora positivamente estar informado”*).

Cultura de seguridad. Los participantes opinan que el hecho de que la cultura de seguridad esté ampliamente extendida en las organizaciones del sector hace que identificar problemas o anomalías sea una práctica habitual.

Valores y creencias que motivan la identificación de problemas como son la seguridad y la transparencia. Por un lado, se señala la importancia de la concienciación de toda la plantilla sobre el valor de la seguridad. Por otro, se remarca el papel de valores como la transparencia. Se argumenta que la transparencia es fundamental para la resolución de problemas, la mejora continua, y la comunicación.

Cabe destacar que los participantes remarcan que la seguridad es un tema de todos en muchos de sus argumentos. Así, cuando se hace referencia a la cultura de seguridad, o a valores como la seguridad y la transparencia, se enfatiza la importancia de que estos valores estén extendidos en toda la organización. Además, también se hace referencia específica al papel de la dirección.

Apoyo de la dirección y transmisión de expectativas. Se citan también algunos ejemplos de cómo la dirección pone de manifiesto la importancia de identificar problemas o anomalías (p.

e. implantación programa de acciones correctoras o establecimiento de objetivos relacionados con la identificación de problemas) y el papel de la transmisión de expectativas.

Finalmente, los participantes consideran la identificación de problemas como necesaria para **facilitar otros procesos** como la toma de decisiones o el aprendizaje y la mejora continua. La identificación de problemas o anomalías permite hacer una buena evaluación de la situación y favorece la toma de decisiones y su resolución.

Estos resultados tienen implicaciones prácticas importantes ya que permiten profundizar en aquellos aspectos que pueden ayudarnos a potenciar conductas deseables como la **identificación** y notificación de problemas.

- ***“Se informa sólo si afecta directamente al propio trabajo”, “No se informa pero se intenta resolver la situación”, “No se informa y se mira hacia otro lado”***

A pesar de que un porcentaje elevado de los participantes considera que lo más habitual ante la detección de situaciones anómalas es informar al superior sea cual sea la situación, una minoría significativa parece no hacerlo (centrales nucleares: 21.8%; otras organizaciones: 37.8%).

La respuesta de los participantes a por qué se da este tipo de conductas nos permite identificar aquellos aspectos que según los expertos del sector inhiben la identificación de problemas. Uno de los aspectos que inhibe la identificación de problemas es el **sentimiento de falta de propiedad** cuando se trata de anomalías que son responsabilidad de otras áreas o personas.

Además, algunos participantes argumentan que informar de anomalías que son responsabilidad de terceras personas puede considerarse como un **acto de deslealtad** o una intrusión.

Otro de los factores que inhibe la identificación de problemas son **las consecuencias o el trabajo adicional** que puede suponer para la persona que lo hace. El trabajo adicional que puede comportar, la falta de respuesta en algunas ocasiones o la posibilidad de no ser bien visto son algunos de los ejemplos mencionados.

Finalmente, también se considera que la **falta de formación o de conocimiento** del trabajo que hacen otras personas puede hacer que no se identifiquen algunas anomalías.

5.2.3. Factores organizativos

El tercer punto de la encuesta se centró en identificar aquellos factores organizativos que deben mejorar en las organizaciones nucleares españolas según la opinión de los expertos. Además, se preguntó por los retos y fortalezas de las organizaciones nucleares.

Pregunta 4. ¿En qué medida cree que las organizaciones nucleares españolas deben mejorar en los siguientes aspectos?

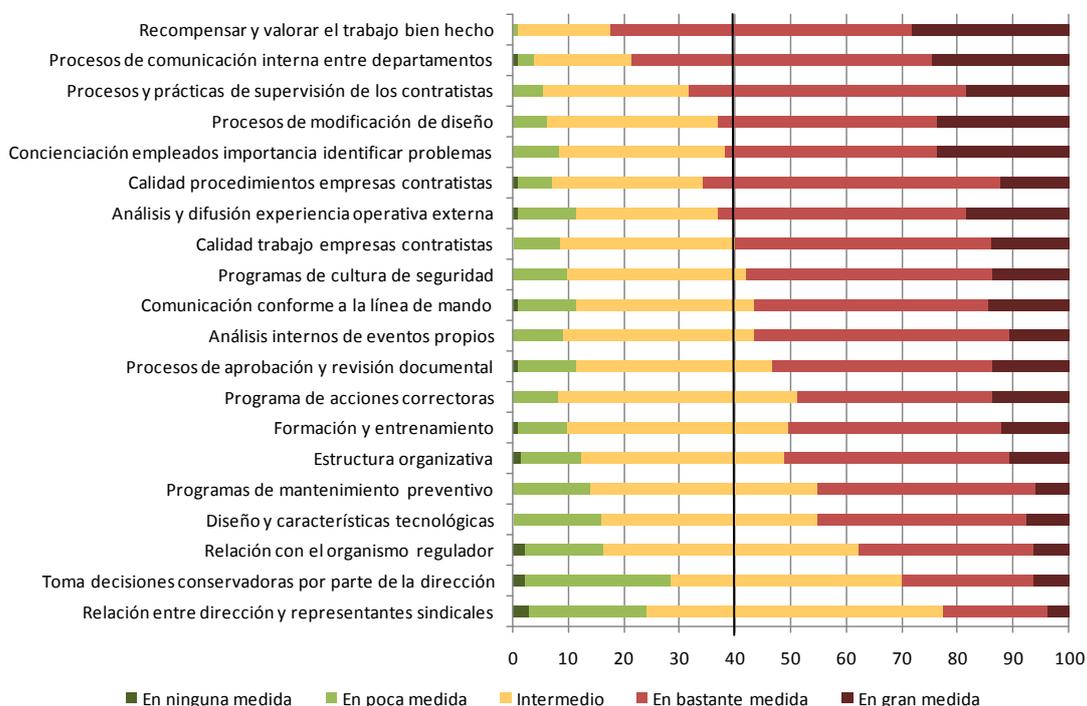


Figura 17. Aspectos en los que las organizaciones deben mejorar

Los resultados muestran que el 20% de los expertos señala la necesidad de que se mejoren todos los aspectos presentados en la encuesta. Además, al menos un 60% de los expertos consultados considera que deben mejorar en *bastante o en gran medida* el recompensar y valorar el trabajo bien hecho, los procesos de comunicación interna entre departamentos, los procesos y prácticas de supervisión de los contratistas, la calidad de los procedimientos de las empresas contratistas, los procesos de modificación de diseño, el análisis y difusión de la experiencia operativa, y la concienciación de los empleados de la importancia de identificar los problemas.

Además, se dio a los participantes la opción de señalar otros aspectos deberían mejorar en las organizaciones nucleares españolas. A continuación se enumeran los aspectos identificados:

- Valoración del desempeño laboral y oportunidades de desarrollo de personal.
- Comunicación, tanto dentro de la propia organización como con otras organizaciones (p. e., proveedores).
- Difusión social (mayor transparencia, más información para favorecer la comprensión de los ciudadanos, ...).
- Cultura de seguridad a todos los niveles (p. e., mayor concienciación de que la seguridad es prioritaria y del impacto que el propio trabajo puede tener sobre la

- seguridad, mayor integración de la cultura de seguridad en todos los procesos organizativos –selección, formación, promoción, ...-).
- Liderazgo y la supervisión en campo.
 - Mejora y simplificación de los procesos documentales (carga de trabajo, complejidad de los mismos) (p. e., renovación de equipos).
 - Gestión de la experiencia operativa (p. e. racionalización de la misma para que no se convierta en un lastre, considerar el punto de vista de las empresas subcontratadas, fomentar vías de intercambio a nivel nacional, desarrollar un proceso de evaluaciones que se llevara a cabo a nivel nacional).
 - Planificación y gestión del relevo generacional.
 - Autocrítica.
 - Sentimiento de propiedad y responsabilidad sobre el trabajo.
 - Formación adaptada a las necesidades concretas.
 - Otros: gestión de la obsolescencia de los equipos, implantación de sistemáticas de mejora y reuniones periódicas para analizar el estado de la operatividad de los sistemas de seguridad y recoger sugerencias de mejora, una estructura menos jerárquica que permita más autonomía, priorización de lo técnico sobre lo económico, evitar una tendencia hacia la gestión y supervisión que va en detrimento de la dedicación al diseño, comprobación, ensayo y análisis, eficiencia en la relación con el regulador (dimensionar adecuadamente los requerimientos que plantea).

Pregunta 5. Principales fortalezas de la industria nuclear en relación a la seguridad

Las principales fortalezas identificadas son, por un lado, la **importancia de la seguridad** que se considera un aspecto prioritario, la concienciación de todo el personal, a todos los niveles, de dicha importancia, y la interiorización de la cultura de seguridad.

Por otro lado, los participantes destacan la amplia **experiencia, formación y profesionalidad** de sus trabajadores. Se citan también aspectos como su capacidad para adaptarse a las normativas, la responsabilidad, el rigor, y el compromiso de los trabajadores, y la colaboración con empresas de subcontratación que realizan un buen trabajo.

La existencia de **procedimientos** que definen las diferentes actividades y trabajos a realizar se considera también una fortaleza. Además, se resalta el papel de los diferentes **organismos reguladores** y de la realización de **auditorías**. La supervisión de estos organismos y el cumplimiento de los estándares que establecen se consideran una fortaleza del sector.

Finalmente, se destacan la **mejora continua y la colaboración e intercambio** de experiencias que existe con otras centrales y empresas del sector, a nivel nacional e internacional.

Pregunta 7. Principales retos de la industria nuclear española en la seguridad

Los principales retos señalados son **mantener y mejorar los niveles de seguridad** evitando la ocurrencia de incidentes se considera un reto importante. En sus argumentos los participantes tienen muy presentes accidentes muy recientes como el de Fukushima. Este accidente se ha traducido en nuevos requerimientos y mejoras necesarias para evitar su ocurrencia en otras plantas. Para algunos participantes, mantener y mejorar la seguridad pasa también por ser capaz de identificar con antelación aquellas señales que pueden estar evidenciando una degradación de la seguridad, aumentar la inversión en investigación en lugar de ser reactivos invirtiendo cuando se produce un accidente grave, y ser consciente de la necesidad de garantizar la seguridad siempre aunque un suceso pueda parecer improbable.

Otro de los retos es mantener y reforzar el **valor de la seguridad** de todo el personal y a todos los niveles jerárquicos. Se considera necesario reforzar el grado de concienciación de todos los trabajadores y reforzar la idea de que las acciones de todos, sea cual sea la tarea que realicen, tienen un impacto sobre la seguridad. En este sentido, se argumenta la necesidad de hacer partícipes de la seguridad a todos los implicados.

También se considera un reto afrontar el **dilema seguridad-productividad**. El impacto que puede tener la crisis económica en la seguridad, las políticas económicas a corto plazo que tratan de reducir costes, el dilema costes y producción vs. seguridad son algunos de los aspectos que se mencionan como relevantes. También se señala que el criterio económico a veces entra en conflicto con el técnico, condiciona resolver cuestiones como la obsolescencia de la tecnología, y se traduce en recortes que tienen impacto sobre la seguridad (p. e. gestión de empresas contratistas).

El **relevo generacional** es otro de los retos que se plantea. Por un lado se hace referencia a aspectos importantes a considerar en la gestión de dicho relevo generacional con el objetivo de que puedan mantenerse estándares elevados de seguridad: concienciación de los responsables del relevo generacional, priorización de la preparación y experiencia del personal técnico con responsabilidad sobre la seguridad, renovación paulatina del personal, número adecuado de trabajadores altamente cualificados, asegurarse que tras el relevo generacional los empleados mantienen un alto compromiso, conocen cómo hacer su trabajo, y tienen como objetivo principal la seguridad. Por otro lado, se hace referencia a aquellos aspectos que deben transmitirse en ese relevo generacional: transmisión del valor de la seguridad, conocimiento (general y técnico), la experiencia y el know-how.

Otro reto importante es el **tecnológico**. En concreto, la mejora de las instalaciones, la obsolescencia de los equipos, y la necesidad de adaptarse a los requisitos actuales (p. e., requisitos derivados de Fukushima) suponen un reto tecnológico importante. Además, se menciona la importancia de considerar el reto tecnológico a largo plazo y contemplando las

limitaciones económicas. También se hace referencia a retos como **alargar la vida útil** de las centrales.

Además, se considera importante ganar la **credibilidad de la opinión pública**, por un lado, demostrando que la industria nuclear es segura y, por otro lado, transmitiendo esta idea. En concreto, se considera importante comunicar a la sociedad que existe una política de seguridad muy sólida, y que los niveles de seguridad y el grado de exigencia que se mantienen son elevados.

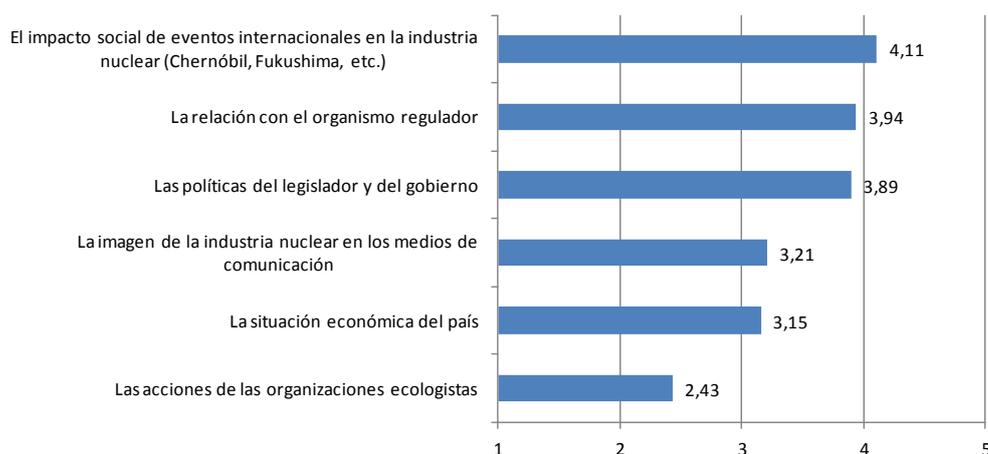
Por otra parte, responder a las **demandas del organismo regulador** también se convierte en un reto. Se hace referencia al elevado volumen de requerimientos reguladores, algunos de ellos derivados de Fukushima, la escasez de tiempo, y el riesgo para la seguridad que puede suponer esta acumulación de regulación.

Finalmente, se mencionan también otros retos como mejorar la experiencia operativa, la colaboración y el trabajo en equipo o minimizar la intrusión de aspectos políticos en temas técnicos.

5.2.4. Factores externos

El último aspecto abordado en la encuesta se focalizó en conocer la influencia de los factores externos en la seguridad de las organizaciones nucleares españolas según los expertos del sector.

Pregunta 6. ¿Hasta qué punto los siguientes aspectos externos que influyen en la seguridad de las organizaciones?



Media (1= en ninguna medida, 2= en poca medida, 3= Intermedio, 4= en bastante medida 5 = en gran medida)

Figura 18. Factores externos que influyen en la seguridad

El aspecto considerado como de mayor impacto para la seguridad es el impacto social de eventos internacionales de la industria nuclear como Chernóbil o Fukushima (4.11). Le siguen la relación del sector con el organismo regulador (3.94) y las políticas del legislador y el gobierno (3.89). Más del 70% de los participantes señalaron que estos aspectos influyen sobre la seguridad bastante o en gran medida. Finalmente, aspectos como las acciones de las organizaciones ecologistas (2.43) se percibe como que influyen poco en la seguridad de las organizaciones nucleares.

6. Conclusiones

El objetivo del estudio ha sido identificar qué factores organizativos son especialmente relevantes para la seguridad y el funcionamiento de las organizaciones nucleares españolas. La identificación de estos factores se ha realizado en base a la opinión de un panel de expertos de la industria nuclear. Se presentan a continuación los principales resultados obtenidos en este estudio:

- La mayoría de los expertos del sector nuclear consultados conocen algún **indicador de funcionamiento** (INPO, WANO,...). Especialmente elevado es el conocimiento que tienen los expertos de las centrales nucleares de estos indicadores (97.4%). Algo más del 75% de los expertos valora que los indicadores de funcionamiento reflejan adecuadamente la seguridad de las organizaciones nucleares y ayudan a mejorar su rendimiento en bastante o en gran medida. En futuros estudios podrían investigar el motivo por el que algunos expertos no consideran útiles los indicadores de funcionamiento.
- En línea con el modelo teórico de Cooke y Szumal (2000), los expertos de organizaciones nucleares apoyan la influencia positiva del estilo constructivo sobre la seguridad y el funcionamiento de las organizaciones nucleares. En cambio, se presentan interrogantes acerca de cuál es la relación entre la cultura organizativa pasivo y agresivo-defensiva, y la seguridad y el funcionamiento de las instalaciones nucleares. Si bien la literatura señala que guardan una relación negativa con la seguridad de las organizaciones, los resultados obtenidos en este estudio muestran algunas incongruencias. Según los encuestados, algunos comportamientos de los estilos defensivos influyen negativamente en la seguridad (“... se adapten a las costumbres del lugar, aceptando las cosas como son”), tal y como predice el modelo, mientras que otros, contrariamente a lo esperado, se perciben como que favorecen la seguridad (“... se ciñan a las normas y los procedimientos en todo momento”).
 - Varios argumentos pueden explicar estos resultados contradictorios:
 - La **cultura organizativa** fue medida con un instrumento ampliamente utilizado en la investigación en organizaciones de alta fiabilidad a nivel internacional (Ostroff, Kinicki, & Tamkins, 2003; Xenicou & Furnham, 1996). No obstante, en España sería necesario profundizar en los resultados obtenidos ya que los expertos señalan que algunos comportamientos de los estilos pasivo-defensivo y agresivo-defensivo son adecuados en la industria nuclear española. En caso de confirmarse los resultados sería necesario investigar en qué medida o en qué circunstancias son aceptables estos comportamientos y adaptar el cuestionario al contexto organizativo en el que se aplica. De hecho, como señalan Robert, Cooke, y Hartmann (1989) no puede determinarse de forma inequívoca qué estilo de cultura resulta más “conveniente”

en términos absolutos ya que en función del tipo de organización puede ser recomendable un estilo de cultura u otro, o incluso la combinación de varios estilos.

- En esta línea, Koves (2012) llevó a cabo una revisión del cuestionario OCI basado en análisis exploratorios y de fiabilidad concluyendo que la eliminación de algunos de los comportamientos incluidos en la encuesta mejoraba sus características psicométricas (fiabilidad,...) y su capacidad predictiva.
- Otras variables, no consideradas en este estudio, podrían estar interviniendo en la asociación entre la cultura organizativa, la seguridad, y el rendimiento. Así, el impacto positivo o negativo de la cultura organizativa podría estar condicionado por la presencia de otras variables que podrían estar condicionando su impacto.
- Además, este trabajo aborda un aspecto importante de la cultura de seguridad, el grado de concienciación de la importancia de la seguridad en el entorno de trabajo (**SCWE**) -la libertad de hacer preguntas o expresar preocupaciones relativas a la seguridad nuclear sin temor a sufrir represalia o discriminación-:
 - La mayoría de los expertos del sector (78.2%) considera que, ante la detección de situaciones anómalas, la práctica habitual es informar. No obstante, una minoría significativa informaría sólo en el caso de que el problema afectase directamente a su propio trabajo, o no informaría.
 - Según los expertos, entre los aspectos que favorecen que se informe de las situaciones anómalas identificadas se señalan desde el carácter obligatorio de informar a los superiores de cualquier situación anómala tal como se indica en los procedimientos y respetando la línea jerárquica hasta la Cultura de Seguridad entendida en un sentido amplio y valores como la seguridad y la transparencia. Cabe destacar que la cultura de seguridad, al igual que valores como la seguridad y la transparencia, se considera algo que debe estar presente en todo el personal de la organización y a todos los niveles.
 - Entre los factores que inhiben la identificación de situaciones anómalas se señalan el sentimiento de falta de propiedad de aquellos problemas que son responsabilidad de otras áreas, el considerar como acto de deslealtad informar de situaciones anómalas que son responsabilidad de otras áreas, el trabajo adicional que se deriva de la identificación de situaciones anómalas, o la falta de formación o conocimiento, entre otros.
- Entre los **factores organizativos** que los expertos consideran susceptibles de mejora cabe destacar: el reconocimiento y valoración del trabajo bien hecho, los procesos de comunicación interna entre departamentos, los procesos y prácticas de supervisión de

los contratistas, y la calidad de los procedimientos de las empresas contratistas. Además, también consideran susceptibles de mejora, aunque en menor grado, los procesos de modificación de diseño, la importancia de que los empleados identifiquen los problemas, y el análisis y difusión de la experiencia operativa.

- Entre las principales fortalezas identificadas del sector nuclear español se destacan la importancia que otorga el personal a la seguridad; la experiencia, formación y profesionalidad de los trabajadores del sector; el uso de procedimientos y el papel de las auditorías y del organismo regulador; y la mejora continua y la colaboración e intercambio de experiencias dentro del sector a nivel nacional e internacional.
- En lo que respecta a los retos del sector, se señalan el seguir trabajando para mantener y mejorar los niveles de cultura de seguridad; afrontar el dilema seguridad-productividad; el relevo generacional; retos tecnológicos como la obsolescencia de la tecnología; y realizar acciones de comunicación y divulgación social para ganar la credibilidad de la opinión pública.
- Finalmente, en cuanto a la influencia de **factores externos** en la seguridad, es destacable que la mayor parte de los expertos del sector señalan que el impacto social de eventos internacionales, la relación con el organismo regulador y las políticas del legislador y del gobierno influyen notoriamente en la seguridad. Otros aspectos como las acciones de las organizaciones ecologistas no preocupan excesivamente a los encuestados.

7. Referencias bibliográficas

- Cooke, R. A., & Szumal, J. L. (2000). Using the Organizational Culture Inventory to Understand the Operating Cultures of Organizations. En N. M., Ashkanasy, C. P. M., Wilderom, y M. F. Peterson (Eds.), *Handbook of organizational culture and climate* (pp. 147-162). Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- García-Herrero, S., Mariscal, M. A., Gutiérrez, J. M., & Toca, A. (2013). Bayesian network analysis of safety culture and organizational culture in a nuclear power plant. *Safety Science*, 53, 82-95.
- Institute of Nuclear Power Operations (INPO) (2013). *Traits of a nuclear safety culture*. Atlanta, GA: INPO.
- International Nuclear Safety Advisory Group. (1986). Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident (No. 75-INSAG-1, Safety Series). Vienna: IAEA.
- Klein, R. L., Bigley, G. A., & Roberts, K. H. (1995). Organizational culture in high reliability organizations: An extension. *Human relations*, 48(7), 771-793.
- Koves, K., Barnes, V., Maret, D., & Morrow, S. (2012). Hard data on soft subjects: The relationship between safety culture and nuclear plant performance. PSAM 11 and ESREL 2012 Conference on Probabilistic Safety Assessment, Helsinki, June 2012.
- La Porte, T.R., Perrow, C., Rochlin, G. y Sagan, S. D. (1994). Systems, Organizations and the limits of safety: A symposium, *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 2 (4): 205-240.
- Lekka, C. (2011). High reliability organisations: A review of the literature. Health and Safety Executive. United Kingdom.
- Misumi, J. Wilpert, B., Miller, R. (1999). *Nuclear Safety: A Human Factors Perspective*. Taylor & Francis.
- Morrow, S. L., Koves, G. K., & Barnes, V. E. (2014). Exploring the relationship between safety culture and safety performance in US nuclear power operations. *Safety Science*, 69, 37-47.
- Nuclear Energy Institute (NEI) (2003). *Nuclear power plant personnel-employee concerns program-process tools in a safety conscious work environment*. Washington D.C.: Nuclear Energy Institute.

- Nuclear Regulatory Commission (NRC) (2011). *Safety-conscious work environment issue of concern follow up* (Inspection procedure 93100). Washington D. C.: NRC inspection manual.
- Ostroff, C., Kinicki, A. J., & Tamkins, M. M. (2003). Organizational climate and culture. *Comprehensive handbook of psychology*, 12, 365-402.
- Parker, D., Lawrie, M., & Hudson, P. T. W. (2006). A framework for understanding the development of organisational safety culture. *Safety Science*, 44(6), 551-562.
- Reason, J. (1993). Managing the management risk: New approaches to organisational safety. En B. Wilpert y T. Qvale (Eds.), *Reliability and safety in hazardous systems* (pp. 7-22). Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sagan, S. D. (1993). *The limits of safety*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Schein, E. H. (1992). *Organizational culture and leadership* (2nd ed.). San Francisco: Jossey-Bass.
- Silla, I., Navajas, J., y Koves, K. (enviado). Organizational Culture and Safety Conscious Work Environment. The Mediating Role of Employees' Communication Satisfaction. *Journal of Safety Research*.
- Solá, R., Silla, I., Navajas, J. y Badia, E. (2007). La Cultura de Seguridad en las Centrales Nucleares Españolas. Editorial CIEMAT.
- Sorensen, J. N. (2002). Safety culture: a survey of the state-of-the-art. *Reliability Engineering and System Safety*, 76, p. 189-204.
- Utility Service Alliance Community of Practice Culture Validation Team (USA) (2004). *Nuclear Plant Optimal Culture*.
- Weick, K.E. (2011). Organizing for transient reliability: the production of dynamic nonevents. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 19, 21-27.
- Wilpert, B. y N. Itoigawa (2001). *Safety Culture in Nuclear Power Operations*. CRC Press.
- Zarzuela, J. (2001). Indicadores de funcionamiento: otra Mirada a la seguridad. *Seguridad Nuclear. Revista del Consejo de Seguridad*, 19, II Trimestre.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del Convenio de Colaboración de I+D CIEMAT-UNESA "*La mejora del desempeño en las organizaciones del sector nuclear español a partir del análisis de los factores de cultura organizativa*" (2012-2013). Queremos manifestar nuestro agradecimiento a los miembros del *Comité de Organización y Factores Humanos* de UNESA por su colaboración así como a los expertos del sector nuclear español que han participado en el estudio haciendo posible este trabajo.

Anexos

Anexo 1. Encuesta electrónica



La mejora del desempeño de las organizaciones del sector nuclear español

Convenio de colaboración de I+D UNESA-CIEMAT

INICIAR

<<anterior

0 %

>>siguiente



1. ¿Conoce algún indicador de funcionamiento (p. e. INPO, WANO...)?

Sí

No

<<anterior

7 %

>>siguiente



En qué medida considera que los indicadores de funcionamiento (p. e. INPO, WANO,...)

- Reflejan adecuadamente la seguridad de las organizaciones nucleares:

En ninguna medida 1 2 3 4 5 En gran medida

- Ayudan a mejorar el rendimiento de las organizaciones nucleares:

En ninguna medida 1 2 3 4 5 En gran medida

<<anterior

14 %

>>siguiente



2. Valore en qué medida influye en la explotación segura de una organización nuclear que los empleados...

| | Muy negativa-mente | Negativa-mente | Ni positiva ni negativa-mente | Positiva-mente | Muy positiva-mente |
|--|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ...tengan objetivos que supongan un reto | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...acaten las órdenes sin cuestionarlas, incluso cuando piensen que son equivocadas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...sean rigurosos en todo lo que hacen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...asuman pocos riesgos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...ayuden a los demás a superarse y a desarrollarse | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...permanezcan al margen de las situaciones conflictivas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...discrepen con sus superiores, si es necesario, cuando creen que algo no es correcto | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...tengan cierta autonomía para tomar decisiones | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...mantengan buenas relaciones con los compañeros | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...se adapten a las costumbres del lugar, aceptando las cosas tal y como son | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...tomen decisiones populares más que necesarias | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...se ciñan a las normas y los procedimientos en todo momento | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ...tengan cierto espíritu competitivo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

<<anterior

21 %

>>siguiente



3. Según su experiencia, ¿cuál cree que es el comportamiento más común ante la detección de situaciones anómalas (p. e., problemas de equipos, de planificación...) en una organización del sector nuclear?

Por favor, elija una de las opciones que se presentan a continuación:

- No se informa y se mira hacia otro lado
- No se informa pero se intenta resolver la situación
- Se informa sólo si afecta directamente al propio trabajo
- Se informa al superior jerárquico, sea cual sea la situación



¿Por qué cree que el comportamiento seleccionado sería el más habitual?

<<anterior

29 %

>>siguiente



4. En qué medida cree que las organizaciones nucleares deben mejorar en los siguientes aspectos:

| | [1] En ninguna medida | [2] | [3] | [4] | [5] En gran medida |
|---|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| El diseño y las características tecnológicas | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La calidad de los procedimientos de las empresas contratistas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Los programas de mantenimiento preventivo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Los análisis internos de eventos propios | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Los programas de cultura de seguridad | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Los procesos de comunicación interna entre departamentos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| El análisis y difusión de la experiencia operativa externa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La comunicación conforme a la línea de mando | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Los procesos de modificación de diseño | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Los procesos de aprobación y revisión documental | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

<<anterior

36 %

>>siguiente



4. (Cont.) En qué medida cree que las organizaciones nucleares **deben mejorar** en los siguientes aspectos:

| | [1] En ninguna medida | [2] | [3] | [4] | [5] En gran medida |
|---|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| La toma de decisiones conservadoras por parte de la dirección | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La estructura organizativa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Concienciación de los empleados (en todos los niveles) sobre la importancia de la identificación de problemas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La calidad del trabajo de las empresas contratistas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Los procesos y prácticas de supervisión de los contratistas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Recompensar y valorar el trabajo bien hecho | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| El programa de acciones correctoras | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La formación y el entrenamiento | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La relación entre la dirección y los representantes sindicales | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La relación con el organismo regulador | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

<<anterior

43 %

>>siguiente



4. (Cont.) Por favor, si considera que hay otros aspectos importantes en los que las organizaciones nucleares **deben mejorar**, indíquelos a continuación:

<<anterior

50 %

>>siguiente



5. Según su experiencia, ¿cuál es la principal fortaleza de la industria nuclear española en relación a la seguridad?

<<anterior 57 % >>siguiente



6. Señale hasta qué punto los siguientes aspectos externos influyen en la seguridad de la organización

| | [1] En ninguna medida | [2] | [3] | [4] | [5] En gran medida |
|---|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Las políticas del legislador y del gobierno | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La relación con el organismo regulador | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La situación económica del país | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| El impacto social de eventos internacionales en la industria nuclear (Chernóbil, Fukushima, etc.) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La imagen de la industria nuclear en los medios de comunicación | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Las acciones de las organizaciones ecologistas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

<<anterior 64 % >>siguiente



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



7. En su opinión, ¿cuál es el principal reto, en el ámbito de la seguridad, al que se enfrenta la industria nuclear española?

<<anterior

71 %

>>siguiente



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



8. Tipo de organización o institución para la que trabaja (si trabaja en más de una, señale la principal)

- Central Nuclear
- Otra organización del sector nuclear (combustible, residuos radiactivos, etc.)
- Centro de Investigación
- Universidad
- Otra. Especifique:

<<anterior

79 %

>>siguiente



8. Tipo de organización o institución para la que trabaja (si trabaja en más de una, señale la principal)

- Central Nuclear
- Otra organización del sector nuclear (combustible, residuos radiactivos, etc.)
- Centro de Investigación
- Universidad
- Otra. Especifique:

En qué ámbito ha desarrollado mayoritariamente su experiencia profesional

- Operación
- Mantenimiento
- Ingeniería
- Calidad
- Recursos Humanos
- Otro. Especifique:

<<anterior

79 %

>>siguiente



9. Años de experiencia profesional en organizaciones del sector nuclear

- Menos de 10 años
- Entre 11 y 20 años
- Entre 21 y 30 años
- Más de 30 años

<<anterior

86 %

>>siguiente



Muchas gracias por su colaboración.

FINALIZAR

<<anterior

93 %

>>siguiente

