

GARANTIA DE CALIDAD

GARANTIA DE CALIDAD EN LA INGENIERIA Y GESTION DE SUMINISTROS DE TRILLO I

Francisco MARTIN-MORENO GONZALEZ
y Samuel SANCHIZ FERNANDEZ



Francisco MARTIN-MORENO GONZALEZ es Doctor Ingeniero Industrial por la ETSII de Madrid (1964). En la actualidad es Director de Garantía de Calidad de Empresarios Agrupados, S. A., organización en la que ha desempeñado el puesto de Director de Proyecto de diversas centrales nucleares. Es miembro de la SNE.



Samuel SANCHIZ FERNANDEZ es Ingeniero del ICAI (1969). En la actualidad es el Ingeniero de Garantía de Calidad del proyecto de la Central Nuclear de Trillo en Empresarios Agrupados, S. A., organización en la que ha desempeñado las mismas funciones en otros proyectos nucleares. Es miembro de la SNE.

INTRODUCCION

Hace más de veinte años que se acuñó el término Garantía de Calidad, y todavía cabe la sospecha de que, en ciertos ambientes, no es bien comprendido. La lectura superficial del 10 CFR 50 Ap. B apenas permite apreciar si la Garantía de Calidad no es más que un nombre nuevo para lo que siempre se llamó hacer las cosas bien. En contraste con ciertas tecnologías, arropadas por una intrincada terminología que contribuye a su prestigio, la Garantía de Calidad tiene, empezando por su propio nombre, un cierto aroma publicitario.

Por eso no puede extrañar que en algunas mentes subyazga la pregunta: La Garantía de Calidad, preceptiva en la parte relacionada con la seguridad de los proyectos nucleares, ¿de verdad conduce a un resultado mejor, o sólo a más papeles?

Para contestar a la pregunta anterior, vale la pena considerar primero los grados con los que es posible controlar la calidad de un producto.

GRADOS DE CONTROL

El control que ejercemos sobre un producto depende de su complejidad y de nuestra actitud ante sus posibles defectos. Algunos productos no implican riesgo para el comprador si, a su recepción, se descubren defectos inaceptables; basta rechazarlos. Pero las cosas no siempre son tan sencillas, y esto aconseja reflexionar sobre el grado de control adecuado.

GRADO 1. CONTROL DEL PRODUCTO

Es el control mínimo y se aplica a elementos sencillos de fácil disponibilidad. Se reduce a comprobar su concordancia con las especificaciones en lo relativo a dimensiones, materiales, prestaciones, etc. No nos interesamos en cómo se fabricó, sólo en el producto final y, si éste es defectuoso, simplemente se sustituye.

GRADO 2. CONTROL DEL PROCESO (CONTROL DE CALIDAD)

En otros casos, la inspección del producto podría no revelar defectos latentes que pueden aparecer más adelante. Tampoco basta rechazar el producto si hay problemas o costes debidos a la sustitución o pérdida de producción mientras se realiza. En estos casos, más que detectar el defecto deseamos anticiparnos a él y

evitar que se produzca. Por ello se impone un grado de control más avanzado, que trata de asegurar que el proceso de elaboración se realiza correctamente, lo que reduce la probabilidad de encontrar un producto defectuoso en la inspección final o en su utilización.

GRADO 3. CONTROL DEL SISTEMA (GARANTIA DE CALIDAD)

El control anterior nos satisface sólo limitadamente. En él hay preguntas que quedan sin respuesta satisfactoria: ¿Fue el diseño adecuado a la función y conforme a las normas vigentes y al estado del arte? ¿Estaban los operarios que realizaron los trabajos debidamente cualificados? ¿Y los inspectores que aprobaron cada fase de la fabricación? ¿Está el proceso lo suficientemente estudiado y regulado para no dejar lugar a la improvisación o a la realización de acciones inadecuadas? ¿Estaban los instrumentos de control debidamente tarados? ¿Hace cuánto tiempo? ¿Quién, y basado en qué, decidió que tal requisito, procedimiento o control eran los más adecuados?

Demasiadas incertidumbres para pasarlas por alto sin tomar alguna acción. La respuesta natural a las preguntas anteriores implica varias acciones:

- Toda operación que tenga alguna influencia en la calidad debe realizarse de conformidad con procedimientos escritos, basados en normas acreditadas, y aprobados por personas de suficiente experiencia para garantizar su validez.
- Todo el personal implicado en dichas operaciones debe estar suficientemente instruido en su actividad y en el uso de los procedimientos.
- Todas las operaciones deben estar controladas y recogidas en documentos que permitan reconstruir las fases del proceso para certificar su corrección.
- La organización responsable de vigilar el cumplimiento de todos los requisitos anteriores debe ser independiente de la línea de producción y estar respaldada al más alto nivel.

Esto da un nuevo sentido a la expresión «Garantía de Calidad» y a las palabras «conjunto de acciones planeadas y sistemáticas» que antes podría haber pasado inadvertido. Resulta que no basta hacer las cosas bien. Se trata de plantear un enfoque integrado de la Calidad (conjunto), con procedimientos establecidos y aprobados previamente (acciones planeadas) y organizados de suerte que no pue-

dad del Propietario y de los requisitos legales aplicables y constituye el Programa de Garantía de Calidad del proyecto (PGC), que se complementa con otros procedimientos y guías.

Para determinar el ámbito de aplicación del PGC se procede del modo siguiente.

CLASIFICACION DE SEGURIDAD

Las estructuras, sistemas y componentes de la central, se clasifican en dos grandes grupos: los que realizan funciones de seguridad (SS) y los que sólo son necesarios para la operación normal de la central (SO), clasificados, a su vez, en dos grupos: los necesarios para que la operación de la central se realice con el mínimo riesgo para el público, el medio ambiente, y el personal de operación; conocidos como importantes para la seguridad (IS) y los restantes (NS).

CLASIFICACION SISMICA

Categoría Sísmica I

Son los sistemas y componentes, necesarios para lograr y mantener la parada segura del reactor y extraer el calor residual, cuyo fallo o daño puede ocasionar una liberación inadmisible de radiactividad o cuya función es evitar dicha liberación, así como las estructuras que los soportan.

Categoría Sísmica II

Comprende los equipos, componentes o partes de los mismos no clasificados como categoría sísmica I. Dentro de éstos se distingue la subcategoría sísmica II A, constituida por aquellos cuyo fallo puede afectar a equipos de categoría sísmica I.

CLASIFICACION DE GARANTIA DE CALIDAD

Las estructuras, sistemas y componentes denominados de seguridad (SS), así como los importantes para la seguridad (IS) que son categoría sísmica I, están sujetos al programa de garantía de calidad.

Los requisitos específicos de garantía de calidad se recogen en las «Especificaciones Código» de KWU, en los criterios y especificaciones editados por Empresarios Agrupados y en el PGC con las excepciones indicadas en las listas de clasificación de calidad de componentes.

NIVELES DE CALIDAD

Según la importancia de las funciones que realicen, los elementos de la central se han agrupado en niveles de calidad, de manera que todos los elementos de un mismo nivel están sometidos a los mismos requisitos de diseño, materiales, fabricación, examen, pruebas, etc.

CONTROL DEL DISEÑO

El control del diseño se desarrolla mediante las siguientes acciones.

DATOS DE PARTIDA

Se definen en ANSI/ASME NQA-1 como aquellos criterios, parámetros, principios y otros requisitos en los que se fundamenta el diseño final. Empresarios Agrupados establece en sus procedimientos que los datos de partida de un documento o actividad deben ser *externos*, es decir, que no se deduzcan en el transcurso y como consecuencia del mismo; de *inmediata aplicación*, es decir, utilizables sin ninguna elaboración o desarrollo documental intermedio; *imprescindibles* y *obligatorios*.

Los datos de partida de cada documento se recogen en una lista que se prepara conjuntamente con él y se actualiza en cada edición. La preparación de dicha lista presenta ventajas desde el punto de vista de la calidad dado que evita omisiones, permite evaluar la repercusión de los cambios en sus datos de partida y facilita el proceso de verificación independiente del diseño.

Los datos de partida se clasifican en «válidos» y «preliminares», según que el documento oficial que los contiene esté en estado final o preliminar.

PROCESO DE DISEÑO

Los requisitos aplicables al proyecto se recopilan en la lista de requisitos reguladores y en la de códigos y normas. La primera recoge los promulgados por la legislación española, los que resultan de convenios internacionales ratificados por el gobierno español y los que tienen dicha consideración en el país de origen del prototipo (República Federal Alemana, en este caso). En la segunda se incluyen las normativas española y alemana (Normas KTA, RSK, VdTÜV y DIN) y, por último, la normativa internacional de reconocida solvencia.

Todos los documentos de proyecto se comprueban y supervisan por los niveles jerárquicos correspondientes. Los análisis se realizan, en la mayoría de los casos, mediante programas de ordenador (unos 50) cuya validez ha sido comprobada.

VERIFICACION DE PROYECTO

Empresarios Agrupados ha implantado un sistema de verificación de proyecto que permite asegurar y documentar de manera objetiva, la corrección de los datos de partida y la concordancia del documento con ellos y con los requisitos funcionales. Los métodos de verificación son el de revisión crítica de proyecto, aplicable a cualquier tipo de documento y el de

cálculos alternativos, aplicable únicamente a éstos. La persona responsable de la verificación es distinta del autor aunque puede pertenecer al mismo grupo de trabajo y, con las salvaguardias indicadas en la Guía Reguladora 1.64 de la NRC, puede ser el jefe del autor.

Se han establecido dos niveles de verificación, llamados I y II. Los documentos sujetos al nivel I son los básicos: criterios, estudios, cálculos especiales, especificaciones y planos de diseño básico (implantación y disposición general, diagramas de flujo, esquemas unifilares, lógicos y analógicos, planos de tuberías, planos de definición geométrica, etc.). Los documentos sujetos al nivel II, son los esencialmente repetitivos o automatizados cuyo desarrollo se realiza siguiendo métodos o guías establecidos y cuyo empleo tiene una larga tradición en la ingeniería. Normalmente este tipo de documento coincide con el diseño o ingeniería de detalle.

La verificación de nivel I se lleva a cabo, normalmente, en el Departamento de Revisión de Proyecto, independiente de los departamentos de producción, y la de nivel II en el Departamento de origen del documento, pero manteniendo la independencia entre autor y verificador exigida por la normativa. En ambos casos el proceso de verificación está regulado por guías y listas de comprobación (ver tabla I). Cuando el número de documentos es elevado, como ocurre con los soportes de tuberías, se realiza una verificación de tipo estadístico, complementada con auditorías técnicas realizadas por el Departamento de Revisión de Proyecto.

T I

Especialidad	N.º listas
Civil-estructural	52
Sistemas mecánicos y de instrumentación	24
Cálculos mecanizados	9
Sistemas eléctricos y de control	28
Seguridad y protección radiológica	9

CONTROL DE CAMBIOS

Durante el desarrollo del proyecto se ha prestado especial atención a que los cambios que, inevitablemente, se producen en el diseño, estén sometidos al mismo grado de control que el del diseño original. Dichos cambios requieren la notificación urgente a las organizaciones afectadas, antes de que el avance de sus trabajos haga difícil o, aún peor, inviable, la introducción del cambio. Para poder conciliar la urgencia del cambio con las exigencias de calidad, se ha establecido un comité interdisciplinario que, semanalmente, analiza el impacto de cada cambio en todas las áreas del proyecto, con objeto de decidir su viabilidad (ver «La ingeniería del proyecto en la C.N. Trillo» en el número de enero de 1986 de esta revista).

INTERRELACIONES

Las características del «contrato por componentes» del proyecto Trillo (nuevo para KWU), ha exigido un gran esfuerzo para establecer los métodos de control de interrelaciones.

Interrelaciones Externas

Además del manual de procedimientos de proyecto, que regula la transmisión de información, correspondencia, etc., se han clasificado los sistemas de la central en cinco grupos, dependiendo del reparto de alcances entre KWU y Empresarios Agrupados, estableciendo, para cada sistema, la documentación que se ha de intercambiar o preparar, forma de realizar y tramitar los comentarios, reuniones para aprobación conjunta del diseño, etc.

Interrelaciones Internas

Estas interrelaciones se han controlado mediante los procedimientos que regulan el intercambio interno de información con especial atención a las interrelaciones entre la ingeniería en Madrid y la de detalle en obra (IDO). La IDO presta su apoyo a las oficinas técnicas en obra de Empresarios Agrupados y de los contratistas y complementa el trabajo realizado por la ingeniería central. De esta manera se evita la proliferación de contratistas que desarrollan actividades de ingeniería de detalle y se mejora la calidad al utilizarse procedimientos de trabajo unificados. La interrelación entre ambas organizaciones de ingeniería se resuelve mediante «órdenes de transferencia de trabajos», que definen el alcance de los trabajos, los documentos de referencia, los datos de partida y la clasificación de garantía de calidad de los mismos. Las órdenes de trabajo son emitidas por la ingeniería central,

aceptadas por la IDO y visadas por la Dirección de Garantía de Calidad.

CONTROL DE LA DOCUMENTACION DE COMPRA

La documentación de compra está constituida por la especificación de suministro, las condiciones de inspección y los documentos específicos de compra, en los que se incluye la especificación de garantía de calidad para fabricación que exige que el suministrador establezca e implante un programa de garantía de calidad consecuente con el del Propietario.

La preparación por la Sección de Compras de Empresarios Agrupados de la documentación de compra se inicia a instancias de Ingeniería, quien define por escrito la documentación técnica aplicable al suministro. La Sección de Compras recopila la totalidad de la documentación y prepara los paquetes de petición de oferta o los contratos que remite a los suministradores a través del Propietario. El mismo tratamiento se aplica a las modificaciones de la documentación de compra.

Hasta la fecha se han adjudicado unos 300 contratos de equipo del BOP.

INSTRUCCIONES, PROCEDIMIENTOS Y PLANOS

Los procedimientos definen, regulan y normalizan la organización, funciones, alcances y actividades de las Direcciones y Departamentos que participan en el proyecto. Las guías, preparadas por cada Dirección o Departamento, desarrollan la normativa contenida en los procedimientos y establecen criterios y métodos uniformes para la resolución de problemas

técnicos. Los procedimientos y guías que desarrollan el PGC son aprobados por la Dirección de Garantía de Calidad y las guías técnicas que afectan a la calidad, por el Departamento de Revisión de Proyecto.

Hay unos 400 procedimientos y 375 guías, incluyendo los utilizados en el emplazamiento.

CONTROL DE DOCUMENTOS

Los procedimientos definen el proceso de control de todos los documentos (más de 250.000 hasta la fecha) en sus diferentes fases de preparación, revisión, aprobación, edición, distribución y actualización. La distribución de los documentos se realiza mediante tablas, que garantizan que todos reciben de forma sistemática los que necesitan. Un tratamiento informatizado permite conocer, mediante pantallas o listados, cuál es la edición actual de cualquier documento.

CRITERIOS VII a XIV DEL 10CFR 50, Ap. B

Estos ocho criterios regulan las actividades de control que Empresarios Agrupados realiza durante el proceso de fabricación de los equipos para asegurar que cumplen con los requisitos de calidad especificados.

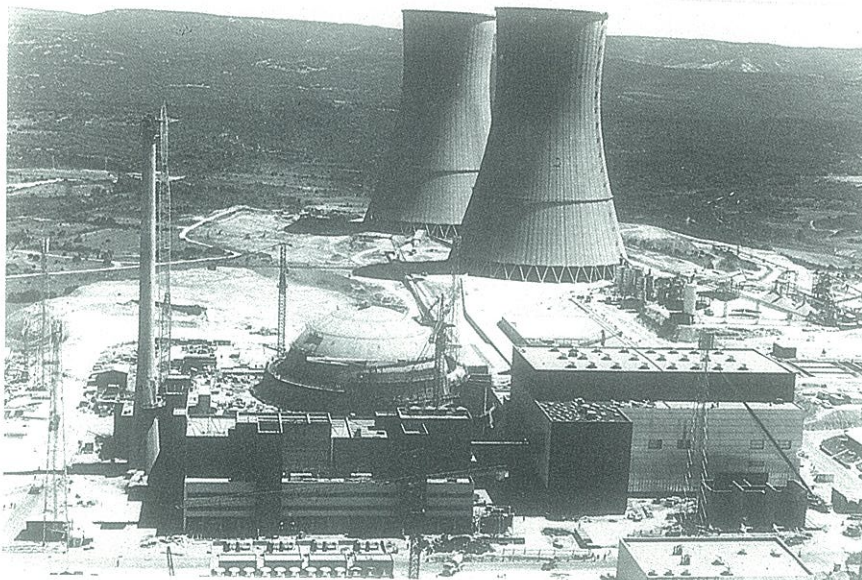
Estas responsabilidades de control corresponden al ingeniero que redactó la especificación de suministro, que colabora en la resolución de los problemas que se presenten durante la fabricación y se inician con la evaluación de ofertas destinada a comprobar que los requisitos técnicos y de calidad están conformes con los especificados y que las excepciones a los mismos están justificadas y son aceptables. Se comprueba también que los oferentes están cualificados, ya sea por una experiencia previa satisfactoria o mediante auditoría en taller.

Durante la fabricación se comprueba la calidad del suministro por medio de la revisión y aprobación de los documentos del fabricante, tales como planos de diseño y construcción, manuales de garantía de calidad, programas de puntos de inspección y procedimientos de fabricación y prueba y de su inspección en taller. Esta inspección es de cuatro tipos: preliminar, en origen, de proceso y final. La documentación resultante se recopila en un expediente de contenido preestablecido (ver tabla II).

T II

Tipo de documento	N.º
Informes de inspección	10.000
Notas de desviación	3.000
Autorizaciones de envío	5.000
Expedientes	3.000

Central Nuclear Trillo I



MATERIALES, PARTES Y COMPONENTES DISCONFORMES

Para impedir que se puedan instalar en la central materiales, partes y componentes que no cumplan los requisitos especificados, se han tomado las siguientes medidas:

- Los suministradores están obligados a notificar cualquier desviación de los requisitos especificados, mediante informes de no conformidad. Estos informes son evaluados por el personal de Empresarios Agrupados que estableció dichos requisitos, procediéndose a su resolución consistente en «aceptar como está», «reparar», «cambiar el requisito» o «rechazar». Estas resoluciones permiten que el suministrador pueda cerrar la disconformidad.
- Los inspectores de Empresarios Agrupados pueden emitir notas de desviación, lo que exige que el suministrador elabore un informe de no conformidad para su resolución por ingeniería, condición sin la cual no se concede la autorización de envío.

ACCIONES CORRECTORAS

De todas las deficiencias encontradas se deja evidencia documental. El ingeniero de garantía de calidad del proyecto realiza una labor de seguimiento y activación hasta verificar el cierre de las deficiencias. La Dirección de Garantía de Calidad mantiene informado de todo lo anterior al Director General, mediante informes periódicos.

REGISTROS DE GARANTIA DE CALIDAD

Los registros de garantía de calidad elaborados por Empresarios Agrupados en el proyecto son los siguientes:

- PGC y procedimientos y guías del proyecto que describen o regulan las actividades que afectan a la calidad.
- Documentos que atestiguan la idoneidad de los medios empleados, tales como informes de cualificación, registros de formación y enseñanza, etc.
- Documentos de proyecto y sus datos de partida y los que evidencian su calidad, tales como los generados en el proceso de verificación de proyecto, los informes de auditorías, etc.
- Documentos que evidencian que un material, elemento, sistema, componente o estructura cumple los requisitos y condiciones definidas en especificaciones o procedimientos, tales como

informes de inspección, o que aquellos que no las cumplen son rechazados, tales como informes de no conformidad, notas de desviación, etc.

Los registros de los apartados b) y c), los informes de no conformidad y las notas de desviación tienen asignado un período de retención permanente; los restantes, temporal.

La custodia de los registros de garantía de calidad se hace en un archivo único, cuyas características constructivas y de protección, son las siguientes:

- Paredes y techo de hormigón o fábrica, con pintura plástica vinílica. Suelo con baldosa de terrazo y drenaje con válvula antirretorno. Puerta y marco con resistencia al fuego de 3 h.
- Unidad de tratamiento de aire de 5.500 frigorías/h equipada con filtro absoluto tipo HEPA para filtrado del aire de sobrepresión con una eficacia del 99,97 % y un filtro de aire de circulación, que garantiza $18 \pm 1^\circ \text{C}$ y $40 \pm 5\%$ de humedad. Se dispone, además, de un registrador doble de temperatura y humedad.
- Instalación de detección y protección contra incendios constituida por detectores iónicos de humo, botella de 50 kg de halón 1301, tubería de distribución con dos boquillas y extintor manual de 6 kg de polvo seco.

Los registros de garantía de calidad se archivan en microfilm de sales de plata. Cada registro dispone de una ficha de control que sirve de guía en el proceso de inspección y catalogación del mismo y se conserva en archivadores adecuadamente identificados.

El control de los registros está informatizado, como se ha dicho en VI. La lista de registros del proyecto constituye el catálogo de los mismos.

AUDITORIAS

La verificación del cumplimiento y efectividad del PGC se lleva a cabo mediante las auditorías que realiza la Dirección de Garantía de Calidad. Los ingenieros de esta Dirección poseen las cualificaciones requeridas por ANSI/ASME NQA-1, y certificadas por el Director General de Empresarios Agrupados, lo que les autoriza a actuar como auditores jefe.

El ingeniero de Garantía de Calidad del proyecto prepara anualmente el programa de auditorías con el doble objetivo de que las actividades que se inician sean auditadas en cuanto haya transcurrido tiempo suficiente para que se haya implantado el PGC y de que los elementos aplicables del PGC de las principales ac-

tividades en curso sean auditados durante el año.

Las auditorías son dirigidas por un jefe auditor, normalmente el ingeniero de garantía de calidad del proyecto, asesorado, si se requiere, por expertos independientes de la organización auditada. Las auditorías se desarrollan de acuerdo con listas de comprobación preparadas al efecto y los resultados se recogen en un informe que es enviado al responsable del área auditada y al Director General. El Ingeniero de Garantía de Calidad del proyecto emite y activa las acciones correctoras hasta su cierre.

CONSIDERACIONES FINALES

La exposición anterior ha mostrado cómo la Garantía de Calidad favorece la obtención de diseños seguros. Sin embargo, la rigidez del programa, fruto de una estricta y detallada programación y normalización de actividades, suscita una nueva duda.

La Garantía de Calidad ¿deja algún margen a la innovación y a la creatividad? ¿No se corre el peligro de llegar a soluciones impecablemente mediocres?

En opinión de los autores se trata, más bien, de un problema de actitud. Ciertas fases del proyecto propician la implantación de soluciones ingeniosas y creativas: La concepción inicial de un sistema, su modelización, la evaluación de interacciones entre sistemas, el tratamiento numérico de los análisis, la integración de actividades, la acomodación de métodos a la disponibilidad de ordenadores, etc., son ejemplos de actividades aptas para un enfoque innovador.

Por el contrario, otras actividades se desarrollan bajo una exigencia general de eficacia, lo que implica un elevado volumen de trabajo y de documentación y la necesidad de actuaciones coordinadas. Desde este punto de vista, la Garantía de Calidad proporciona una infraestructura de procedimientos, guías, listas, sistema de búsqueda y recuperación documental, seguimiento de interrelaciones y acciones pendientes, etc., que tienen una importante repercusión en la calidad final del proyecto.

El examen de las tecnologías que concurren en los proyectos nucleares muestra que innovación no es precisamente lo que ha faltado en ellos. Por el contrario, la tecnología nuclear ha actuado como motor de la innovación de la que, a menudo, se han beneficiado otras aplicaciones tecnológicas que, por sí mismas, hubieran carecido de recursos suficientes para financiar sus desarrollos. La innovación es la respuesta a los nuevos problemas y la Garantía de Calidad no es sino otro desafío más de la tecnología nuclear.