

PREPARACION DEL DISEÑO PARA LA INSPECCION EN SERVICIO DE UNA CENTRAL NUCLEAR DE AGUA LIGERA

INSPECCION

José Luis BRAÑA y José VARA



José Luis BRAÑA CANO es licenciado en C. Físicas —especialidad Metalurgia— y en C. Químicas —especialidad Industrial— (Universidad de Madrid). Durante su permanencia en la JEN (1969-1975) y relacionado con el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo de la C. N. José Cabrera, ha realizado diversos trabajos, y puesto a punto diversas técnicas utilizadas en la Evaluación de Elementos Combustibles Irradiados.

Ha sido profesor encargado de curso en la Cátedra de Física de la ETSI CC y Puertos (1972-1975).

En INITEC, desde 1976 es Jefe del Grupo Nuclear del Proyecto de la C. N. de Vandellós II y actualmente ocupa, dentro de esta empresa, la posición de Jefe de Área de la Unidad Nuclear.



José VARA VARA es licenciado en C. Físicas, Diplomado en Ingeniería Nuclear, Doctor Ingeniero de Armamento y Genie Industrial (ENSTA-PARIS). Perteneció a la plantilla de INITEC y participa en el Proyecto de la Central Nuclear de Vandellós II donde tiene asignadas responsabilidades relacionadas con la coordinación con el suministrador del NSSS y con el responsable del ISI así como con el diseño de los sistemas de desechos radiactivos y con el análisis de transitorios de presión y temperatura.

INTRODUCCION

A lo largo de la vida de una central nuclear se realizan una serie de inspecciones (exámenes y/o pruebas) cuya finalidad es la verificación de la integridad estructural y/o de la capacidad operacional de los sistemas y componentes relacionados con la seguridad. Para ello se comparan los resultados obtenidos con los de inspecciones realizadas antes de la puesta en explotación provisional de la central (Inspección Preoperacional), que se toman como referencia.

Las inspecciones a realizar, así como sus resultados, han de cumplir con unos mínimos requisitos que se establecen en Códigos y Normas publicados por los correspondientes organismos Reguladores del país de origen del proyecto o, en su defecto, en otros de reconocida solvencia publicados por la Industria Nuclear y sancionados por dichos Organismos Reguladores. Dado el gran número de publicaciones que existen sobre el particular se hace necesario un estudio sistemático de su aplicabilidad a cada central nuclear en particular. Para ello habremos de tener en cuenta las fechas del Permiso de Construcción y de entrada en Operación Comercial, las limitaciones impuestas por las Administraciones competentes o por el propio diseño, etc.

En España, el Consejo de Seguridad Nuclear reconoce como aplicables a la Inspección en Servicio (ISI) además de los sucesivos permisos hasta la Operación Comercial, los siguientes códigos y normas:

- IAEA Safety guide n.º 50-SG-02.
- Sección XI del Código ASME.
- US-NRC - 10CFR50/55.a.
- US-NRC - 10CFR50 Ap. G, J y H.
- US-NRC - R. G's 1.14, 1.26, 1.65 y 1.83.
- US-SRP Nureg 0800.
- NUREG'S, IE Bulletin, etc.

El organismo responsable de la ISI de una central nuclear concreta determinará, de acuerdo con la normativa vigente y su aplicabilidad a dicha central, lo siguiente:

- Método de examen (visual, superficial y volumétrico) requeridos para cada componente.
- Lista de equipos y sistemas con sus respectivos métodos de examen.
- Áreas, por componentes, sujetas a examen.
- Técnicas y equipos a utilizar en cada método teniendo en cuenta la accesibilidad, los niveles de radiación, la automatización, etc.

bilidad, los niveles de radiación, la automatización, etc.

- Ensayos o pruebas funcionales de los componentes que los requieran.

Tanto los métodos de examen, como las técnicas a utilizar, como los ensayos y pruebas funcionales imponen al diseño de los componentes y a la accesibilidad, a los mismos, una serie de requisitos que se incorporarán a lo largo del desarrollo del proyecto de la central.

OBJETIVO Y ALCANCE

En este trabajo se analizan los requisitos que la ISI impone tanto al diseño de los componentes como a la posibilidad de acceso a los mismos.

Los componentes que se contemplan son los que de acuerdo con la División I del Código ASME XI requieren inspección en Servicio; es decir, los componentes —y su soportado— mantenidos a presión, de clases 1, 2 y 3 conforme al Código ASME III, y aquellos otros que requieren pruebas funcionales en una Central Nuclear de Agua Ligera.

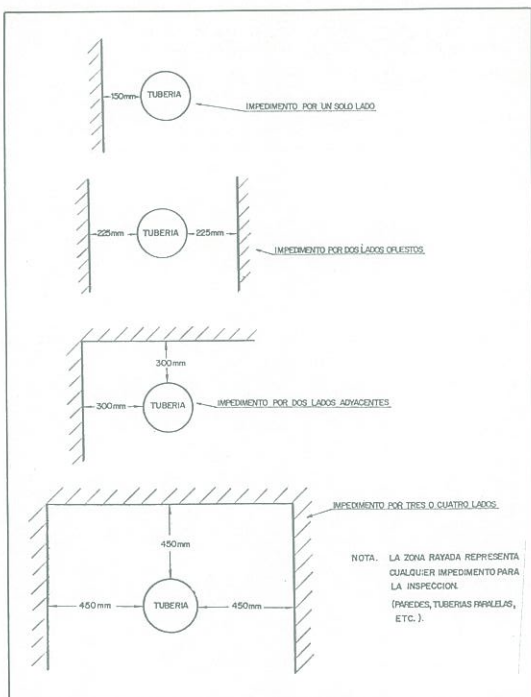
Los exámenes y las pruebas se describen con la extensión y profundidad precisas para hacer comprensible el establecimiento de los requisitos de diseño y accesos, impuestos por la ISI.

No incluimos, por tanto, análisis exhaustivos y singulares de inspecciones concretas de ciertos componentes, que según la normativa en vigor se deberían llevar a cabo, ya que consideramos suficientes los datos que aquí se proporcionan para dar una idea bastante precisa de la repercusión que en el diseño tiene la «ISI».

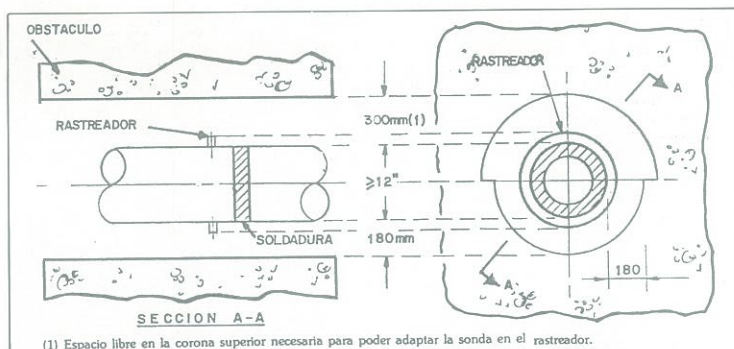
REQUISITOS DE ACCESO

REQUISITOS GENERALES

Durante el desarrollo del diseño, el adjudicatario de la ISI debe redactar los procedimientos escritos que reflejen los conceptos incluidos en el apartado anterior, como pueden ser, listas o planos que muestren detalladamente los límites de inspección en servicio y el tipo y técnicas de examen para cada componente, guías de diseño, medidas de acceso y cualquier otra clase de documento que sirva para coordinar y facilitar el trabajo de la ingeniería responsable del diseño. Es conveniente que el propietario de la central adopte, en una fase temprana del proyecto, la decisión de utilización de herramientas tales como maquetas, planos compuestos, o el establecimiento de equipos de trabajo comunes a la in-

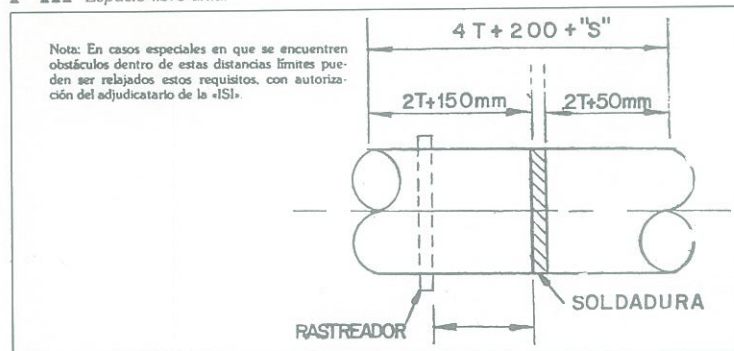


F I Espacios libres radiales



F II Espacio libre radial

F III Espacio libre axial



geniería y al adjudicatario de la ISI, de esta forma se facilita extraordinariamente el establecimiento de los requisitos de acceso y diseño necesarios para la inspección y se evitan penalizaciones económicas posteriores.

● Se han de definir espacios libres de formas y dimensiones adecuadas para facilitar el acceso del personal y la aplicación de las técnicas de examen requeridas.

● Como consecuencia de la necesidad de minimizar la radiación hasta valores «tan bajos como sea razonable» (ALARA) se imponen medidas tales como:

- Prever suficiente espacio para realizar el examen y montar y desmontar el equipo de inspección.
- Idem para montar y desmontar el componente a inspeccionar cuando esto sea requerido (por ejemplo el aislamiento).
- Ubicación permanente de plataformas y/o escaleras para acceder a zonas de alta radiación (250 mR/hr puede ser un límite razonable).
- Localización de blindajes permanentes en zonas en que el nivel de radiación es superior a los 500 mR/hr.
- Previsión (diseño en este caso para facilitar el acceso) de plataformas y/o dispositivos y/o herramientas especiales de manejo (monorrailes, polipastos, grúas, montacargas, etc.) de equipos de inspección y/o componentes a inspeccionar.
- Posibilidad para la erección de plataformas, escaleras o blindajes portátiles, así como para el almacenamiento de todo este utillaje en zonas alejadas de las áreas radioactivas.

REQUISITOS DERIVADOS DE LA TECNICA DE EXAMEN

Cada uno de los métodos de examen conocidos (visual, superficial y volumétrico) se puede llevar a cabo mediante una técnica o procedimiento, diferente para cada método de examen, que seleccionaremos en función del grado de accesibilidad, del nivel de radiación del área en que está ubicado el componente y de la existencia de equipo y dispositivos de ayuda a la inspección (inspección automática).

En general, toda inspección puede realizarse de forma manual o mecánica y ésta puede ser más o menos automatizada. Se recomienda que si la zona es accesible y el nivel de radiación inferior a 100 mR/hr se escoja el método manual, dejando los mecanizados para otros casos. Tradicionalmente, estos últimos se han reservado únicamente para la vasija del reactor y sus componentes y para la inspección de las soldaduras de las toberas de la vasija con el anillo de transición.

No obstante, existen métodos modernos de inspección mecanizada, extraor-

dinariamente sofisticados y eficaces, que se utilizan para toda clase de equipos, tanto para ISI como para la realización de sustituciones y/o reparaciones de componentes.

Examen visual

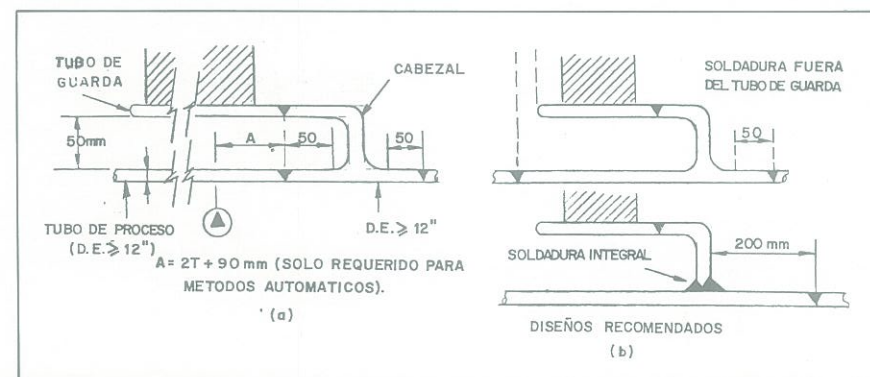
Este método de examen se limita a la observación global del área a inspeccionar para detectar fugas, desalineaciones, estado de la estructura soporte de equipos, grietas, raspaduras, desgastes, corrosiones o erosiones, etc. En casos como en la detección de fugas no hay que recurrir al desmontaje del aislamiento, basta con observar simplemente la superficie del mismo, especialmente en sus uniones y en las inmediaciones del suelo, inmediatamente debajo del componente. En otros casos como el de la inspección del soportado de equipo, es preciso, desmontar el aislamiento.

El examen se realiza de dos formas: Por observación directa o remota.

REQUISITOS PARA LA OBSERVACION DIRECTA:

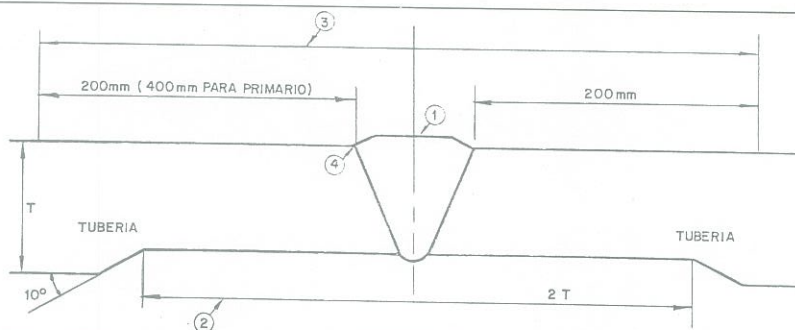
- Distancia máxima entre el ojo y la zona a observar: 61 cm.

F IV Diseños de penetraciones en contención



Nota: Dimensiones en mm.

- 1 Sobreepesor de soldadura, de 0,5 mm máximo, rectificado paralelamente a la superficie adyacente de tubería. Unión sobreepesor a tubería lo más suavemente posible (pendiente 4:1).
- 2 Dimensión mínima recomendada de «Counterbore» en el caso que la preparación de bordes lo especifique.
- 3 Espacio recomendado con acabado superficial de 250 RMS. Así mismo representa el espacio libre recomendado.
- 4 Se prefiere esta zona sin rebaje. Máximo 0,5 mm.



F V Diseño recomendado para soldaduras con sobreepesor de tuberías

- Angulo de visión: menor de 30°
- Iluminación: 350 Lux.
- Resolución: 1/32" línea negra sobre fondo gris (18 %).
- Espacio mínimo libre alrededor de la superficie a examinar:
 - a) Para tuberías: 12 cm.
 - b) Para otros componentes: 61 cm.

Estos espacios mínimos definen, por lo general, la extensión del aislamiento a desmontar.

- Espacio mínimo libre, para acceso del personal al área de inspección: 61 x 61 cm.

REQUISITOS PARA LA OBSERVACION REMOTA

La observación directa puede verse dificultada, por ejemplo, por un nivel de acceso angosto o un nivel de radiación elevado, en estos casos nos ayudamos de equipos auxiliares, tales como espejos, lentes, telescopios, monitores de televisión, etc. Estos instrumentos han de tener un poder de resolución equivalente a la observación directa. El espacio libre mínimo requerido para el acceso del equipo es:

- Sistema óptico. Paso recto de un cilindro de 8 cm de diámetro.
- Televisión. Paso recto de un cilindro de 8 cm de diámetro y 100 cm de longitud.

El acceso del personal al área de inspección es el mismo que para la observación directa.

Examen superficial

Se utiliza para la detección de defectos superficiales en, o muy próximos en la superficie. Las técnicas más comunes

son, las de líquidos penetrantes o de partículas magnéticas.

Normalmente este tipo de exámenes requieren siempre la utilización de métodos manuales y los requisitos son los siguientes:

- Desmontaje del aislamiento en todos los casos. Zona a inspeccionar: 5 cm a cada lado.
- Espacio mínimo libre alrededor de la superficie a inspeccionar, para acceso del equipo:
 - a) Para tuberías: 40 cm.
 - b) Para otros equipos: 61 cm.
- Idem para acceso del personal hasta el área de inspección 61 x 61 centímetros.
- Preparación de la superficie. La zona a examinar más un espacio alrededor de ella, de al menos 2,5 cm de ancho, deberá estar seca y libre de polvo, virutas, grasa, pintura, restos de soldadura y, en general, de cualquier sustancia que perjudique la bondad del examen.

Examen volumétrico

Realizamos este examen para detectar discontinuidades o defectos interiores al material utilizando técnicas que permitan analizar todo el volumen del sólido en la zona a inspeccionar. Las más comúnmente utilizadas son radiografía y ultrasonido, y preferentemente esta última. La inspección se puede hacer bien manual, bien automáticamente.

INSPECCION MANUAL

Los requisitos para este tipo de inspección, en el caso de ultrasonidos, y teniendo en cuenta que el sensor se puede considerar como un cilindro de 4 cm

de diámetro y 8 cm de longitud y que habrá de colocarse perpendicular a la superficie, son los siguientes:

- Desmontaje del aislamiento como en el punto «Examen superficial».
- Preparación de la superficie como en caso de examen volumétrico, dentro de «Requisitos derivados de las técnicas de inspección».
- Espacio mínimo alrededor de la superficie para acceso del equipo:
 - a) Para tuberías. Ver figura 1.
 - b) Para otros equipos.
- Idem a lo largo de la superficie de la tubería: el adjudicatario de la ISI dará instrucciones concretas para realizar este tipo de examen. Se dan algunos requisitos típicos en las figuras 5 y 6.
- Espacio mínimo libre para acceso del personal hasta el área de inspección, 61 x 61 cm. En el área de inspección se necesitan 50 cm para la parte superior del cuerpo con un ángulo de visión menor de 30°.
- Espacio mínimo libre para el dispositivo de lectura, localizado a 12 m de la zona de inspección: 30 x 30 x 50 cm.

INSPECCION AUTOMATICA

En este método, la sonda de ultrasonido, se coloca sobre una pista instalada sobre el componente a inspeccionar en una posición predeterminada, adyacente a la soldadura y a una distancia de $2T \div 90$ mm (T =espesor tubería). La sonda se puede mover en la pista bien manual o automáticamente. Esta técnica se utiliza fundamentalmente, como ya se ha dicho, para la inspección de la soldadura tobera -anillo de transición, por lo que la pista, generalmente, sólo se instala en las toberas de la vasija o en tubería de lazo en las inmediaciones del anillo de transición.

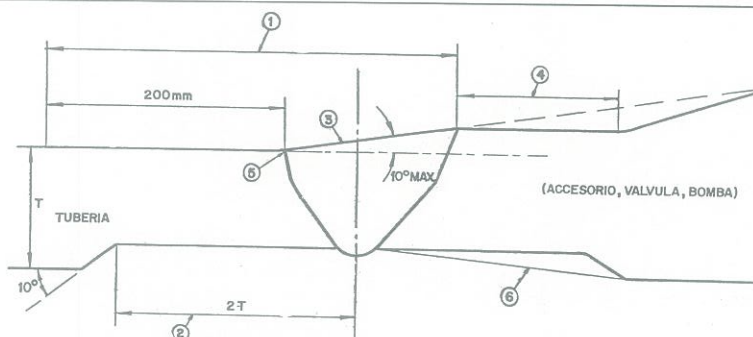
Los requisitos de acceso para estos dispositivos son los siguientes:

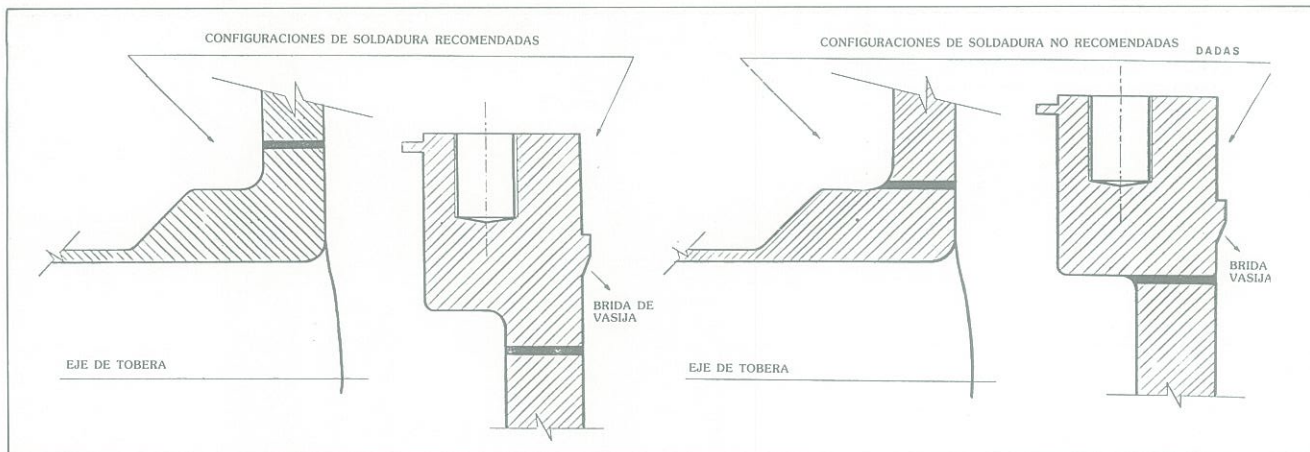
- Espacio mínimo libre alrededor de la

F VI Diseño recomendado para soldaduras tubería-accesorio

Nota: Dimensiones en mm.

- 1 Espacio recomendado con acabado superficial de 250 RMS. Así mismo representa el espacio libre recomendado.
- 2 Dimensión mínima recomendada de «Counterbore» en el caso que la preparación de bordes lo especifique.
- 3 Sobreepesor rectificado como indica la figura. Línea de puntos: Configuración permitida en ciertos casos.
- 4 En los casos posibles se recomienda como mínimo $T + 2"$, paralelo a la pared de tubería y con acabado superficial de 250 RMS (mínimo exigido: 100 mm).
- 5 Se prefiere esta zona sin rebaje. Máximo 0,5 mm.
- 6 Posible para codos. Máxima pendiente 6:1.





F VII Soldadura tobera-vasija y brida-vasija.

superficie para acceso del equipo. Ver figura 2.

- Espacio libre a lo largo del eje de la tubería. Ver figura 3.
- Acceso requerido para la colocación del dispositivo. Es suficiente con el de acceso de personal, 61 x 61 cm.
- Espacio requerido para la ubicación de la consola de lectura, a una distancia superior a unos 90 m, 4 x 4 x 2,5 metros.

Pruebas funcionales para bombas y válvulas

Los requisitos de acceso necesarios para la realización de estas pruebas dependen fundamentalmente del diseño de los componentes a probar (ver pruebas funcionales). Si el diseño requiere acceso local para medir algún parámetro, necesario para la prueba, se habilitarán caminos de 61 x 61 cm de hueco libre para alcanzar dichos puntos de acceso.

REQUISITOS DERIVADOS DEL TIPO DE COMPONENTES

Recipientes de clase 1

VASIJA DEL REACTOR

Examen desde el interior o desde el exterior

● Una decisión básica que se debe tomar en las primeras etapas del diseño de una central nueva del tipo PWR es la forma en que se va a inspeccionar la vasija del reactor: desde el interior, desde el exterior o desde ambos lados. Esta decisión la tomará el propietario de la central a la vista de las recomendaciones del suministrador del NSSS y del responsable de la inspección en servicio. La decisión debe tomarse al principio del diseño, ya que si se decide que la inspección se haga desde el exterior tiene un gran impacto en el diseño estructural de la cavidad de la vasija del reactor y en el blindaje primario.

Ambas formas de inspección presentan sus ventajas, sin embargo, y siempre que sea posible, es deseable que tengamos acceso a ambas superficies de la vasija. Ya que si, por ejemplo, durante una inspección se detectase algún inci-

dente el hecho de poder acceder a ambas superficies permitiría llegar a resultados más concluyentes en el análisis del mismo.

En la actualidad Westinghouse, Babcock & Wilcox y Combustion Engineering recomiendan una inspección total de la vasija desde el interior, como mínimo. Para que esto sea posible y a fin de facilitar el almacenamiento y manejo de equipo de examen se pueden incorporar los siguientes requisitos:

- Las herramientas de inspección de la vasija desde el interior, tienen unas dimensiones aproximadas de 175 x 315 cm, incluyendo el patín de transporte. Ha de reservarse espacio adecuado para el manejo y almacenamiento de esta herramienta. En esta zona de almacenamiento temporal, que no es necesario que esté situada en la planta de operaciones, se deposita la herramienta hasta que se monta en la estructura de examen.
- Tanto esta estructura, como la herramienta misma, se introducen despiezadas en la contención a través de las entradas de personal. Una vez dentro de contención, y en la planta de operaciones, se ensamblarán. Para este montaje se requiere un espacio de 560 x 560 cm y, a ser posible, ha de estar situado en las proximidades de la cavidad del reactor. En caso de no disponer de este área para el montaje de la estructura de examen, éste se puede hacer sobre una plataforma o puente instalado sobre la cavidad del reactor.
- También se ha de prever una zona de 420 x 420 x 280 cm próxima a la cavidad del reactor y a la estructura de examen para ubicar la consola de lectura y control de la herramienta.

● General Electric requiere que las vasijas de sus BWR sean inspeccionadas desde el exterior. Para que sea posible el acceso de la herramienta de inspección, el aislamiento de la vasija, o bien se coloca a la suficiente distancia de la misma, o se hace desmontable. En cualquier caso hay que prever acceso para la herramienta, o para el paso de herramienta y aislamiento cuando éste es

desmontable. Este acceso debe estar normalmente cerrado para impedir el «streaming» de la radiación.

● En el diseño de la cavidad de un PWR o del blindaje biológico de un BWR deben tenerse en cuenta las tolerancias de ovalidad de la vasija y de espesor de la misma, así como las de aislamiento. Se considera como caso peor, el definido por la tolerancia suma de aquellas. Como este diseño ha de hacerse antes de que los planos «as-built» estén disponibles, el suministrador del NSSS habrá de dar los valores máximos de estas tolerancias. Antes de colocar la vasija se chequearán estos valores con los reales, a fin de garantizar las separaciones adecuadas entre vasija, aislamiento y blindajes.

A nivel del diseño preliminar y si se sigue la técnica de inspección volumétrica automática, esta separación ha de ser como mínimo de 30 cm.

● Existen dispositivos magnéticos que podrían operar en una separación de 10 cm, pero ni el posicionamiento de los mismos es preciso, ni los resultados son reproducibles.

Con una separación mínima entre vasija y cavidad blindaje biológico de 22,5 cm se puede hacer una inspección volumétrica automática mediante equipos disponibles.

Soldaduras tobera-vasija

● El tamaño y geometría de las toberas de un PWR puede dar lugar a serios problemas de acceso. El soporte, en vasijas soportadas en la tobera, hace imposible el examen completo desde el exterior. Una configuración como la de la figura 9 permite el acceso de un dispositivo mecanizado para hacer la inspección.

● La inspección mecanizada impone una separación mínima entre toberas y aislamiento.

Soldadura brida-cabeza de la vasija

La localización de las orejetas de izado y la de los soportes de fijación del aislamiento, puede interferir tanto el examen de la soldadura brida-cabeza, como el de las soldaduras meridionales (si existen) cuando éste se hace desde el exterior.

El posicionamiento de las orejetas debe hacerse en combinación con el suministrador del NSSS. Ver figura 8.

Soldaduras del fondo de la vasija

Cuando estas soldaduras no se pueden inspeccionar desde el interior de la vasija debemos, por una parte, tener acceso a la cavidad del reactor, y por otra, diseñar un aislamiento desmontable. En la figura 10 se representa una posible forma de hacer la inspección en este caso.

Soldaduras toberas - anillo de transición y anillo de transición - tubería

La forma más factible de acceder a estas soldaduras, consiste en utilizar como técnica de examen la inspección mecanizada. Cuando el aislamiento es permanente la pista de guiado del sensor ultrasónico estará instalada permanentemente y la separación aislamiento-soldadura será la requerida por el dispositivo de inspección. Cuando el aislamiento es desmontable, la pista se instalará en el instante de proceder a la inspección.

La separación entre ambas soldaduras ha de ser tal que no se produzcan interferencias en el examen.

Brida del «core barrel»

Esta brida se debe construir con los agujeros pertinentes que permitan el paso del dispositivo de inspección mecanizada para el examen del recubrimiento de la vasija.

PRESIONADOR

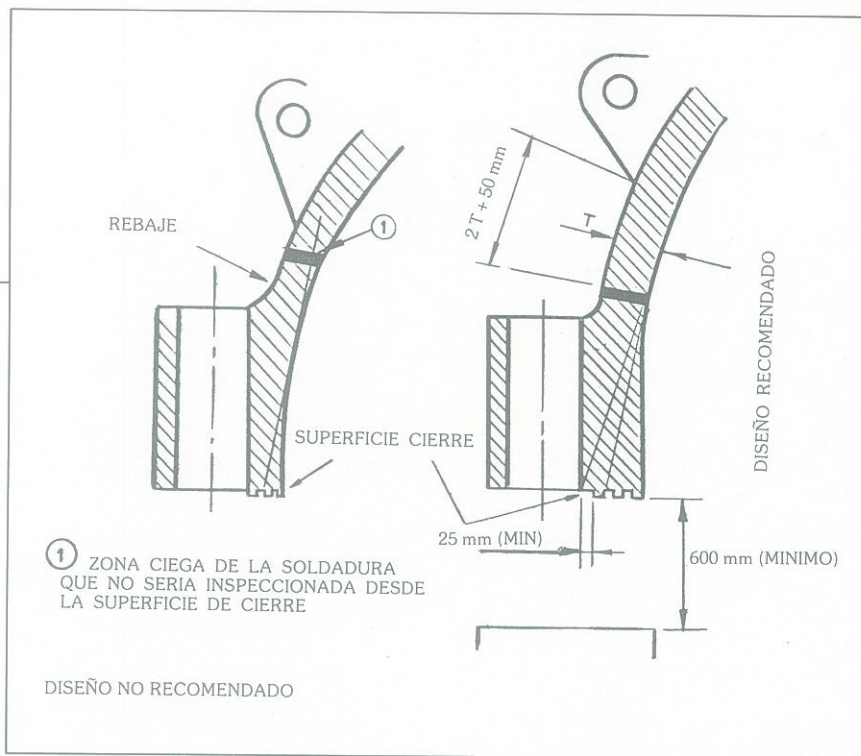
Normalmente la inspección es manual, por lo que habrá que habilitar accesos de hombre (61 x 61 cm) a las zonas a examinar.

Los objetivos ALARA imponen plataformas permanentes próximas a la zona a inspeccionar.

El aislamiento es permanente en la zona de calentadores y desmontable en la de la línea de equilibrio. Por tanto, para el examen visual de aquél habremos de contar con un sistema de colección de fugas o se sustituye el aislamiento permanente en cada inspección.

GENERADORES DE VAPOR

Los requisitos de estos componentes son análogos a los del presionador. Su aislamiento debería ser renovable para acceso a las soldaduras. Estos accesos a los niveles bajos son bastante adecuados para las unidades de Combustión Engineering donde se introducen los dispositivos de inspección a través de agujeros de hombre situados en la losa base, sin embargo, en el diseño W son necesarias plataformas y pescantes permanentes para facilitar la maniobra y dis-



F VIII Soldadura cabeza vasija-brid.

minuir ALARA, principalmente en las zonas del circuito primario (tapaderas de las bocas de hombre).

BOMBAS DEL REFRIGERANTE DEL REACTOR

Se requiere espacio para el almacenamiento del rotor de las bombas y también del uso de dispositivos que ayuden al desmontaje.

Si los internos del reactor se han de desmontar conforme el código, para su inspección, el examen de las bombas puede hacerse en seco, después de haberlas drenado. Si por el contrario los internos se inspeccionan «in situ», su examen se hace con éstas, parcialmente llenas de agua. En este caso, se tomarán las medidas oportunas para evitar que el agua pueda derramarse.

El aislamiento de los motores ha de ser desmontable para permitir el acceso a los volantes.

ANTILATIGOS, SOPORTES Y ANCLAJES

Como hemos venido insistiendo a lo largo del trabajo, se requiere analizar y estudiar sistemáticamente la ubicación de estos componentes, con objeto de evitar sus interferencias con el acceso a las zonas de inspección. Insistimos en la utilización de maquetas y/o planos compuestos, para el mejor análisis de estas interferencias con el acceso a las zonas de inspección. Insistimos en la utilización de maquetas y/o planos compuestos, para el mejor análisis de estas interferencias.

Recipientes de clase 2

Sólo tiene requisitos singulares las penetraciones de la contención, cuyos ca-

bezales («Flued head») utilizan diseño muy variado; debemos poner especial atención a los mostrados en la figura 4a, en donde si no se cumplen con las dimensiones señaladas para accesos, habrá de recurrirse a otro tipo de diseño, tal como, cabezales de largo cuello, o de soldadura integral, como se detallan en la figura 4b.

Recipientes de clase 3

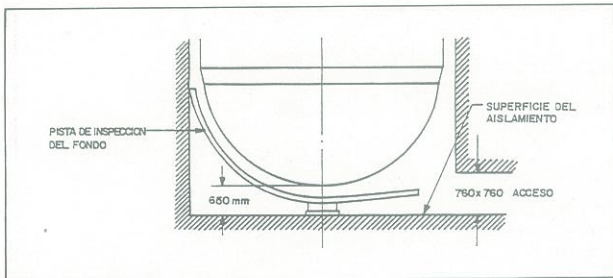
No se requieren requisitos singulares salvo los inherentes a su soportado: acceso y espacio para observación de soportes, para desmantelamiento de amortiguadores, y para el desmontaje de los aislamientos.

REQUISITOS DE DISEÑO

REQUISITOS GENERALES

El diseño de los sistemas y componentes y su disposición se deben revisar durante la fase de diseño, para confirmar que todos los exámenes y pruebas requeridos se pueden realizar satisfactoriamente. A tal fin, se deben de hacer, entre otras, las siguientes consideraciones:

- Disponibilidad de instalaciones para descontaminación, tanto del equipo de inspección, como del equipo a inspeccionar.
- Previsión de operaciones relacionadas con la reparación o sustitución de componentes, en el caso de que se detecten defectos que así lo aconsejen.
- Disponibilidad de equipos y/o sistemas auxiliares, tales como luz, electricidad, agua, aire, etc., requeridos por las técnicas de examen seleccionadas.
- Previsión de laboratorios de calibración en la central, si así lo decide el propietario.



F X Accesos para la inspección del fondo de vasija.

- Marcado de las zonas de inspección de forma que no se modifique la zona a inspeccionar y que la identificación permanezca durante la vida de la central.
- En el caso de la detección de fugas, prever un sistema rápido y eficaz. Por ejemplo, separando las fugas previsibles (canalizadas) de las no previsibles. Se pueden considerar elementos tales como mirillas en tuberías, detectores de nivel en sumideros, etc.
- Entre los aspectos que se deben incluir en la revisión hay otros tales como configuración de la soldadura, acabado superficial de los componentes, acumulación de productos de corrosión o cruídos, selección de material...

REQUISITOS DERIVADOS DE LAS TECNICAS DE INSPECCION

- En caso de examen superficial, no hay ningún requisito para las superficies a inspeccionar. Simplemente, como ya se ha dicho, se limpiarán estas, para que ningún cuerpo extraño altere en ellas los resultados del examen.
- En caso de examen volumétrico por ultrasonido, se requiere un acabado superficial de la zona a examinar de al menos 250 RMS.
- La configuración ideal de la soldadura, desde el punto de vista de los exámenes ultrasónicos, es la soldadura a tope sin sobreespesor.

REQUISITOS DERIVADOS DEL TIPO DE COMPONENTE

Vasija del Reactor

SOLDADURA VASIJA - BRIDA

Se recomienda la configuración de la figura 7, debido a la posible dificultad para distinguir, durante el examen, las reflexiones producidas en la soldadura, de las que se producen en la zona horizontal de la brida, cuando la soldadura se sitúa en el acuerdo brida-vasija.

SOLDADURA BRIDA - CABEZA DE LA VASIJA

Tanto desde el punto de vista del párrafo anterior, como para evitar zonas ciegas en la soldadura, cuando el examen se hace desde la superficie de cierre de la brida, se recomienda la configuración de la figura 8.

SOLDADURA TOBERA - VASIJA

Normalmente estas soldaduras se sitúan en los acuerdos tobera-vasija. Una solución como la que se recomienda en

la figura 7, si bien encarece la forja de las toberas, permite una inspección más idónea de la soldadura.

SOLDADURA TOBERA - ANILLO DE TRANSICION Y ANILLO DE TRANSICION - TUBERIA

Deberán presentar una superficie exterior mecanizada tal que su sección longitudinal sea una recta continua.

Tuberías

- Las superficies, interior y exterior de la superficie, han de estar al mismo nivel que el material base. No obstante, se permiten configuraciones como la presentada en las figuras 5 y 6.
- Se recomienda una separación mínima entre soldaduras, diferente según las tuberías, para que una soldadura no interfiera el examen de la otra.
- En el caso de tuberías enterradas, se deben colocar válvulas que aislen la parte enterrada, así como conexiones de prueba y drenaje, a fin de poder realizar pruebas de presión en lugar de exámenes visuales. Una pérdida de presión durante la prueba, evidencia que hay fugas en la tubería.

Aislamiento

ASLAMIENTO PERMANENTE

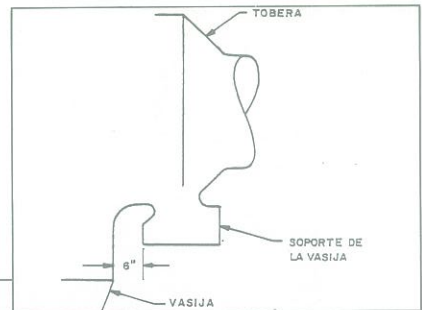
Para que sea posible la inspección es necesario que exista una separación mínima entre el aislamiento y el área a inspeccionar.

Para la realización de pruebas de presión se recomienda un diseño del aislamiento que haga posible la detección sin necesidad de desmontar aquél. En el caso de paredes verticales, el aislamiento ha de permitir a las fugas llegar hasta la parte inferior y detectar éstas, bien a través de las juntas inferiores del aislamiento o bien, desmontando esta parte. En el caso de paredes horizontales, el diseño de las juntas ha de ser tal que permita la detección de las fugas.

En el caso de inspección de vasija y toberas, si la inspección se realiza desde el interior, el aislamiento se fija a la pared de la vasija; si la inspección se realiza desde el exterior, el aislamiento se fija a la pared de la cavidad.

ASLAMIENTO DESMONTABLE

- El tamaño de los paneles ha de ser tal, que la maniobra de montaje y desmontaje se facilite y sea rápida (el desmontaje lo podrán hacer uno o dos hombres en 10 m), segura (sin deterioro de los paneles) y viable (sin interferencia con el equipo de inspección).



F IX Configuración aceptable soporte-vasija en un PWR

- Es preferible que el almacenamiento se pueda hacer en forma de perchas.
- La sujeción y ajuste entre paneles, a base de cinturones con enganche rápido es recomendable. En el caso de que se haga con tornillos, las hembras deberán facilitar la guía de los mismos.

Manguitos del primario en un PWR

En el diseño de este aislamiento se ha de llegar a una solución de compromiso. Por una parte, la inspección de la tubería, y el venteo en caso de un transitorio de presión, requieren un espacio libre entre tubería y aislamiento, grande; sin embargo, con el fin de disminuir la fuga de neutrones, se recomienda que el espacio anterior sea pequeño.

PRUEBAS FUNCIONALES

Los sistemas que contienen bombas o válvulas que están sujetos a los requisitos de prueba del ASME XI, deben estar diseñados para facilitar estas pruebas. Así, por ejemplo, en el caso de pruebas de válvulas, podemos mencionar lo siguiente:

Pruebas de fugas

En las válvulas con empaquetadura se requiere un sistema de recogida de fugas con inclusión de válvulas de aislamiento, conexiones de drenaje y prueba; para las pruebas de asiento, también contaremos en el sistema con válvulas de aislamiento y conexiones de prueba y drenaje.

Pruebas de accionamiento

Se deben prever conexiones para instrumentación manual o remota.

Pruebas de tarado

Si el ensayo se realiza en banco, las válvulas han de ser embridadas; cuando lo hacemos en campo, se requieren actuadores exteriores.

En cuanto a los ensayos de SOPORTADO, requisito reciente de la US-NRC (NUREG-0467 e IE Bulletin n.º 81-01), se han de realizar comprobaciones del mismo a través del examen visual de la estructura soporte y de la verificación de muelles y amortiguadores mediante pruebas funcionales en banco. Las medidas a tomar no atañen al diseño, sino únicamente a los accesos necesarios para la inspección y el desmantelamiento de los amortiguadores.



JUNTA GENERAL DE ACCIONISTAS DE HIDROELECTRICA ESPAÑOLA

*Celebrada en Madrid el 25 de mayo de 1983, bajo la Presidencia de
don José María de Oriol y Urquijo, Marqués de Casa Oriol*

	1982	1981
Energía total a red, millones kwh .	20.873	19.447
Producción propia, millones kwh .	16.007	15.752
Energía adquirida, millones kwh	4.866	3.695
Suministro a otras empresas, millones kwh .	2.662	1.633
Energía al mercado propio, mi- llones kwh .	16.549	16.287

	1982	1981
Establecimiento productivo, mi- llones ptas.	408.934	388.707
Amortizaciones acumuladas, millones ptas.	124.295	114.994
Establecimiento en construc- ción millones ptas.	229.435	178.319
Capital, millones ptas.	149.565	139.594
Beneficio, millones ptas.	18.114	17.489

DEL INFORME DEL PRESIDENTE, MARQUES DE CASA ORIOL

● Hidroeléctrica Española está a punto de culminar el elevado proceso de inversión de estos últimos años con la puesta en explotación, durante el bienio 1983-1984, de las centrales nucleares de Almaraz (I y II), compartida a terceras partes con la Cia. Sevillana de Electricidad y Unión Eléctrica Fenosa, y de Cofrentes, de propiedad exclusiva de nuestra Sociedad.

● Procede ahora que nos detengamos en el análisis de unas cifras que reflejan nuestra actual estructura económica; es decir, que veamos nuestra situación en los momentos finales de la cobertura de una etapa de tan gran trascendencia para la Sociedad.

El total importe del Capital operante a 31-12-82 asciende a 586.515 millones de ptas., correspondiendo 328.226 millones de ptas. a los fondos propios y 258.389 millones de ptas. a la financiación ajena, con una relación del 127 % de aquéllos sobre esta última. Para un Capital social de 149.565 millones de ptas., el valor contable de las acciones de la Sociedad es del 219,45 %

Dentro de la financiación ajena, el componente de mayor cuantía lo constituyen las obligaciones en circulación, por importe de 132.136 millones de ptas. El resto, 126.253 millones de ptas., se desglosa en préstamos de moneda extranjera por 748 millones de dólares y créditos y préstamos en moneda nacional. En relación con la financiación en moneda extranjera, debo indicar que desde febrero de 1981 no hemos realizado operación financiera alguna en el exterior y que la deuda de 748 millones de dólares supone únicamente el 16 % de nuestro Capital operante total.

En relación con la financiación en general, es necesario destacar un hecho que explica, asimismo, la evolución de la misma.

Hasta la década de los setenta la financiación ajena y más concretamente a través de obligaciones se establecía por plazos que oscilaban entre los veinticinco a cincuenta años. Esta financiación, dedicada a inversiones con períodos de maduración comprendidos entre los cinco y seis años permitía una cómoda amortización financiera mediante la generación de fondos derivada de la amortización técnica de las instalaciones en unos veinte a veinticinco años, período muy inferior al de repago de la deuda. El sensible acortamiento de la vida de las obligaciones emitidas y créditos contraídos en los últimos tiempos, que oscilan entre los siete y diez años, originan una tensión financiera digna de tenerse en consideración.

● El año 1984 debe de suponer la consolidación definitiva de nuestra Sociedad, dotada de medios técnicos y económicos suficientes para afrontar el próximo decenio con un razonable optimismo. Para ese decenio, 1984-1993, se han establecido unas previsiones de la evolución de nuestra Sociedad, evolución que pone de manifiesto nuestras favorables perspectivas.

Superadas las inversiones, antes indicadas, nuestro esfuerzo inversor se centrará en el aprovechamiento hidroeléctrico de Cortes-La Muela y en la Central Nuclear de Valdecaballeros, a medias con la Cia. Sevillana de Electricidad. No hemos olvidado la posibilidad de que esta última central retrase su entrada en funcionamiento conforme a lo que en definitiva se establezca en el próximo PEN a aprobar. A este respecto, opino que habrá de ponderarse muy mucho el tipo de crecimiento anual de la demanda eléctrica que se establezca para los próximos años, ya que si en los ejercicios anteriores ha crecido a tipos bajos comprendidos entre el 1 y el 2 %, en lo que llevamos de 1983, la demanda de energía eléctrica ofrece un aumento para el sector del orden del 5 %. Y, por otra parte, creo que a nivel de economía nacional, si malo es un sobreequipamiento de las posibilidades de producción, peor resultaría el impacto causado por unas restricciones eléctricas debidas a la falta de energía o de potencia.

A partir de 1984, las previsiones establecidas indican que la generación interna de fondos experimenta un proceso de clara tendencia ascendente, pasando de 19.312 millones de ptas., en 1984, a 244.543 millones de ptas. en 1993, con cifras intermedia, por ejemplo, de 40.255, en 1987, y de 100.840, en 1990. En el período 1984-1988, la generación interna de fondos cubre del orden del 70 % de la amortización de la financiación ajena de cada año, para ya a partir de 1989 superarse con creces dicha amortización con la exclusiva generación interna de fondos.

La tendencia de la financiación ajena neta es de signo decreciente a partir de 1984, coincidiendo con la entrada en servicio de la central nuclear de Cofrentes, con cifras que van de 55.756 millones de ptas. en 1984 a 7.093 millones de ptas. en 1989, pasando a ser superior la amortización a la financiación bruta a partir de 1990, con la consiguiente reducción del total endeudamiento, siendo innecesaria la financiación ajena en 1993.

Admitiendo como es lógico un margen de error en las previsiones establecidas, hay algo que resulta innegable, y que es la tendencia ascendente en la mejora de la situación patrimonial de la Sociedad a medida que van entrando en explotación las grandes inversiones en situación de obras en curso.

● El Protocolo de Acuerdo entre el Gobierno y las Compañías Eléctricas, firmado el pasado 6 de mayo, es de gran trascendencia, y contribuye a eliminar posibles incertidumbres que gravitaban sobre nuestro sector.

De las declaraciones del Ministerio de Industria y Energía, don Carlos Solchaga, efectuadas tras la firma del acuerdo, deseo destacar:

«La industria eléctrica española ha sido el nervio del desarrollo económico. Es un sector industrial de entrecruce de ideas, cuyos hombres han contribuido a la conformación del perfil ideológico y económico de España. Sobre el sector se han cernido nubarrones de preocupación causados por la crisis energética...

El acuerdo que hoy se firma resuelve total y definitivamente estas incertidumbres. Queda claro, desde el punto de vista político, cómo va a ser el reparto de gestiones y responsabilidades entre el sector privado y el sector público, y cómo ambos van a convivir y van a sobrevivir de manera armoniosa y coordinada...

Los principios que se establecen en el acuerdo, y que aclaran nuestro futuro son:

- Política tarifaria que permita una rentabilidad suficiente a las empresas, garantice la remuneración de los capitales y asegure la adecuada dotación a amortizaciones.
- Nacionalización de la red de alta tensión mediante la participación mayoritaria del sector público en una sociedad mixta que tendrá como objetivo asegurar la optimización de la explotación del conjunto de instalaciones de producción y transporte.
- Dicha nacionalización será, por otra parte, la única programada por el gobierno en el sector, quedando garantizada a las actuales empresas la propiedad y la gestión del resto del mismo.

Y ahora nos queda, como siempre, la tarea de continuar con nuestro trabajo en un clima de diálogo que ha sido siempre una de las principales características de nuestra actuación.

● Dividendo complementario de 12,50 ptas./acción en 1 de julio, con lo que se completa un dividendo de 50 ptas./acción con cargo a 1982.

Ampliación de capital de 1×40 en junio-julio, liberada con cargo a Cuenta de Actualización, por el 75 aniversario de la fundación de la Sociedad.