

# NORMA TÉCNICA DE SEGURIDAD PARA EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN CARGA DE PRESAS Y LLENADO DE EMBALSES

## CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES

### Artículo 1º.- Objeto

La presente Norma Técnica de Seguridad tiene por objeto determinar los requisitos y condiciones mínimas que deben cumplir las presas y balsas a efectos de garantizar las condiciones de seguridad de las mismas durante las distintas fases de su vida.

### Artículo 2º.- Definiciones

A los efectos de esta Norma Técnica de Seguridad se entiende por:

- a. Presa: Estructura artificial que, limitando en todo o en parte el contorno de un recinto enclavado en el terreno, esté destinada al almacenamiento de agua dentro del mismo.

A efectos de seguridad también se entienden como presas los diques de cierre de las balsas de agua.

- b. Balsa: Obra hidráulica consistente en una estructura artificial destinada al almacenamiento de agua, situada fuera de un cauce, y delimitada, total o parcialmente, por un dique de retención.
- c. Embalse: Obra hidráulica consistente en un recinto artificial para el almacenamiento de agua limitado, en todo o en parte, por la presa; o bien, conjunto de terreno, presa y agua almacenada, junto con todas las estructuras auxiliares relacionadas con estos elementos y con su funcionalidad.

A efectos de seguridad también se entienden como embalses las balsas de agua.

- d. Altura de presa (o altura de dique de cierre de balsa): Diferencia de cota entre el punto más bajo de la cimentación y el punto más alto de la estructura resistente, sin tener en cuenta los rastrillos, pantallas de impermeabilización, rellenos de grietas y otros elementos semejantes.

### Artículo 3º.- Ámbito de aplicación

3.1.- Las disposiciones contenidas en la presente Norma Técnica de Seguridad resultan de aplicación para las presas y balsas que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- a. Que en función de sus dimensiones estén clasificadas como grandes presas.
- b. Que aún no siendo grandes presas, tengan altura superior a 5 metros o capacidad de embalse mayor de 100.000 metros cúbicos y sean clasificadas en las categorías A o B.

A efectos de aplicación a las balsas, solamente se computará el volumen de agua embalsada que se movilizaría en caso de fallo o rotura, siendo la altura a considerar la correspondiente al volumen movilizable.

3.2.- No resulta de aplicación para cualquier otro tipo de estructura hidráulica que, por su tipología o su función, difiera de las presas y balsas de agua.

#### **Artículo 4º.- Clasificación de presas y balsas**

4.1.- Se clasifican en función de sus dimensiones en:

- a. Gran presa, aquella cuya altura es superior a 15 metros y la que, teniendo una altura comprendida entre 10 y 15 metros, tenga una capacidad de embalse superior a 1 hectómetro cúbico.
- b. Pequeña presa, aquella que no cumple las condiciones de gran presa.

4.2.- Y en función de los daños potenciales que pudieren derivarse de su eventual rotura, o funcionamiento incorrecto, se clasifican en categoría A, B o C, de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica de Seguridad para la Clasificación de las presas y para la elaboración e implantación de los Planes de Emergencia de presas y embalses.

#### **Artículo 5º.- Fases en la vida de la presa**

Se entiende por fases en la vida de la presa las distintas situaciones que se diferencian en su desarrollo y utilización.

A lo largo de la vida de la presa pueden coincidir en el tiempo actividades que den lugar a que, en determinados casos, no exista una diferenciación clara entre fases y se produzcan solapes entre ellas.

En función de la actividad principal desarrollada durante el período correspondiente, las fases en la vida de las presas se denominan: proyecto, construcción, puesta en carga, explotación y puesta fuera de servicio.

La fase de explotación constituye la finalidad última de la presa, por lo que las condiciones en que ésta vaya a realizarse deben tenerse presentes en todas las fases anteriores.

## CAPÍTULO II: PROYECTO

### SECCIÓN I - DISPOSICIONES GENERALES

#### Artículo 6º.- Proyecto

- 6.1.- Para la construcción de una presa es necesario un proyecto redactado por un equipo técnico dirigido por un ingeniero competente en presas y embalses, o balsas en su caso, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o cualquier otro ingeniero facultado para ello, denominado Director del Proyecto, que será responsable de que el proyecto cumpla los criterios y condiciones de seguridad exigidos.
- 6.2.- Todas las obras precisas para la construcción de la presa estarán definidas en el proyecto, que debe contemplar la presa como una unidad, sin perjuicio de que algunas obras puedan desglosarse para su realización independiente.
- 6.3.- El Proyecto deberá incluir, salvo justificación, los estudios que se citan a continuación, siempre que procedan, adecuándolos en su contenido y detalle a las características propias de cada caso.
- a. Estudios generales
    - Función y encaje en el aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos de la cuenca.
    - Viabilidad de la solución adoptada y comparación con otras posibles.
    - Geografía, geología y biología de la cuenca.
    - Climatología e hidrología.
    - Sistemas de comunicaciones existentes.
    - Zonas de diverso riesgo de inundación.
    - Datos básicos para la formulación de planes de protección civil.
  - b. Estudios específicos
    - Topografía del embalse y su entorno próximo, de la cerrada y de las zonas afectadas. Curvas de volúmenes y superficies de embalse.
    - Análisis de las aportaciones hídricas y su regulación para su aprovechamiento.
    - Geología, niveles freáticos, hidrogeología, geotecnia y sismicidad de la cerrada y vaso.
    - Procedencia y características de los materiales de construcción.
    - Estudio de soluciones.

- Previsión y laminación de las avenidas.
  - Capacidad y análisis hidráulico de los órganos de desagüe.
  - Estabilidad, resistencia y deformabilidad de las estructuras, cimentaciones y vaso.
  - Sistema del desvío del río.
  - Propuesta de procesos constructivos, plan de la obra y etapas de la construcción.
  - Accesos, comunicaciones y suministro de energía, así como su garantía de funcionamiento en situaciones de emergencia.
  - Auscultación en las fases de construcción, puesta en carga y explotación.
  - Tratamientos y correcciones en la fase de construcción.
  - Estudios de Seguridad y Salud en el Trabajo durante la construcción y explotación de la presa.
  - Criterios para la puesta en carga y explotación de la presa y embalse en sus distintas fases. Caudales mínimos de desagüe.
- c. Estudios de la influencia de la presa y embalse en el entorno y en la población.
- Expropiaciones y reposición de servidumbres y servicios y, en su caso, traslado de población.
  - Calidad, eutrofización y estratificación del agua.
  - Erosión de la cuenca, caudales sólidos y sedimentación en el embalse.
  - Efectos sobre el río y su tratamiento.
  - Efectos socioeconómicos y acciones de protección de la presa y sus instalaciones.
  - Normas de Explotación provisionales.
  - Propuesta de clasificación de la presa, o balsa, en función los daños potenciales originados por su eventual rotura o funcionamiento incorrecto.
  - Planes de emergencia de la presa, en sus distintas fases.
- d. Estudios medioambientales.
- Efectos sobre el paisaje y el patrimonio artístico y su tratamiento.
  - Efectos sobre la flora y fauna, y sus tratamientos.
  - Cumplimiento de la normativa vigente sobre medio ambiente.
  - Programa de seguridad, vigilancia y control ambiental.

- Gestión de residuos.

- 6.4.- La Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses emitirá informe en materia de seguridad del proyecto previamente a su aprobación.
- 6.5.- La fase de proyecto finalizará en el momento en que se dé inicio a la construcción de la presa.
- 6.6.- Si una vez iniciada la construcción de la presa surge la necesidad de desarrollar detalles, introducir modificaciones a las obras, o bien de ejecución de obras complementarias, la elaboración y redacción de los proyectos modificados y complementarios correspondientes deben entenderse inherentes a la fase de construcción

## SECCIÓN II - AVENIDAS Y DESAGÜES

### Artículo 7º.- Estudio de avenidas

- 7.1.- Se estudiarán los hidrogramas de las avenidas previsibles y su probabilidad anual de excedencia. Se analizarán, asimismo, las avenidas históricas.
- 7.2.- Se determinará la distribución estacional de las avenidas para definir los resguardos adicionales de seguridad del embalse en distintas épocas.
- 7.3.- Se analizará y evaluará la incidencia de los caudales desaguados por los embalses de aguas arriba.
- 7.4.- Se determinarán las características hidráulicas del cauce situado aguas abajo de la presa, y su capacidad de transporte, así como las posibles afecciones asociadas a los distintos caudales circulantes.
- 7.5.- Se justificará el grado de fiabilidad de las metodologías utilizadas en el proyecto para la determinación de las diferentes avenidas y su adecuación a las características de la cuenca vertiente al embalse.
- 7.6.- Se establecerán, asimismo, los diferentes escenarios de rotura eventual de la presa, conforme a lo dispuesto en la Norma Técnica de Seguridad para la clasificación de las presas y para la elaboración e implantación de los planes de emergencia de presas y embalses, determinándose en cada uno de ellos las avenidas originadas por tal evento, así como las afecciones provocadas.
- 7.7.- En las balsas se determinarán las precipitaciones máximas que pudiesen registrarse sobre su vaso, así como las eventuales escorrentías que pudiesen entrar en el mismo.

## Artículo 8º.- Avenidas a considerar

8.1.- Para el proyecto de la presa se considerarán dos avenidas afluentes al embalse que serán seleccionadas, de entre las determinadas en el Estudio de Avenidas indicado en el Artículo 8º, de acuerdo con los siguientes criterios:

- a. **Avenida de Proyecto:** Es la avenida máxima a tener en cuenta en el dimensionamiento de los órganos de desagüe de la presa, funcionando el conjunto de las instalaciones con los resguardos hidráulicos adecuados. Su período de retorno será mayor o igual a 1.000 años. En caso de que, por las condiciones singulares de su ubicación, pueda asegurarse que la presa siempre será de categoría C, el período de retorno puede reducirse hasta un valor no inferior a 500 años.
- b. **Avenida Extrema:** Es la avenida máxima a tener en cuenta en el dimensionamiento de los órganos de desagüe de la presa, sin llegar a producirse desbordamientos en ninguna de las instalaciones, salvo en los casos indicados en el artículo 10º, apartado 10.4. Para las presas de materiales sueltos la Avenida Extrema tendrá como mínimo un período de retorno de 10.000 años. Para las presas de fábrica ese período de retorno mínimo será de 5.000 años. En caso de que, por la singularidad de su ubicación, pueda asegurarse que la presa siempre se va a mantener en categoría C, el período de retorno puede reducirse hasta un valor no inferior a 1.000 años en presas de materiales sueltos y no considerarse en presas de fábrica.

8.2.- Asimismo en el proyecto, con vistas al dimensionamiento del sistema de desvío del río durante la construcción de la presa, como avenida de construcción se considerará a la máxima avenida a tener en cuenta para el dimensionamiento de las obras del sistema de desvío de los caudales del río durante la construcción de la presa. La probabilidad de que la Avenida de Construcción sea superada durante el período de construcción de la presa será como máximo del cinco por ciento si la presa es de materiales sueltos y del diez por ciento si la presa es de fábrica. Para su determinación deberán evaluarse los eventuales daños que pudieren derivarse del funcionamiento incorrecto o insuficiente del sistema de desvío del río, y cuando los mismos impliquen graves riesgos, o pérdida de vidas humanas, la máxima probabilidad de excedencia asociada al desbordamiento de las ataguías no superará el uno por ciento en presas de materiales sueltos y el dos por ciento en presas de fábrica.

## Artículo 9º.- Niveles

9.1.- Para fijar los criterios de explotación de la presa, y su embalse, en el proyecto se establecerán los niveles que se definen a continuación:

- a. **Nivel Máximo Normal (NMN):** Es el máximo nivel de retención de agua que se alcanza en el embalse con todos los elementos mecánicos de control de desagüe cerrados.
- b. **Nivel de Avenida de Proyecto (NAP):** Es el máximo nivel que alcanzará el agua en el embalse durante el paso de la Avenida de Proyecto, cuyo proceso de laminación se analizará desaguando por los aliviaderos de superficie. Se podrá contar también con los desagües profundos, siempre que el funcionamiento conjunto de todos estos órganos de desagüe sea hidráulicamente compatible.
- c. **Nivel de Avenida Extrema (NAE):** Es el máximo nivel que alcanzará el agua en el embalse durante el paso de la Avenida Extrema, cuyo proceso de laminación se analizará desaguando por los aliviaderos de superficie. Se podrá contar también con los desagües profundos, siempre que el funcionamiento conjunto de todos estos órganos de desagüe se pueda efectuar en condiciones de seguridad adecuadas.

9.2.- Asimismo en el proyecto, con vistas a la construcción de la presa, se definirán los siguientes niveles:

- El máximo nivel de retención de agua en el embalse creado por la ataguía.
- El máximo nivel que alcanzará el agua, en el embalse creado por la ataguía, durante el paso de la Avenida de Construcción. El proceso de laminación se analizará contando con todos los órganos de desagüe de que disponga el sistema de desvío del río.
- El mínimo nivel de retención que debe alcanzar la presa durante su construcción para que el paso de la Avenida de Proyecto no produzca sobrevertido, contando para ello con los elementos de desagüe disponibles en ese momento.
- El máximo nivel de retención que puede alcanzar la presa durante su construcción para que, en caso de rotura de la misma, el máximo caudal provocado aguas abajo de ésta no sea superior al máximo caudal evacuado por la presa, totalmente construida, durante el paso de la Avenida de Proyecto.

### **Artículo 10º.- Resguardo**

- 10.1.-El resguardo se define como la diferencia entre el nivel del agua en el embalse en una situación concreta y la cota más baja de la coronación del elemento impermeable de la estructura resistente de la presa, teniendo en cuenta los posibles asientos de ésta.
- 10.2.-Con llenado a NMN, el resguardo será igual o superior a la máxima sobreelevación que pueda producirse con acciones combinadas de viento y sismo.
- 10.3.-Durante el paso de la Avenida de Proyecto, el resguardo será igual o superior a la máxima sobreelevación originada por el viento.
- 10.4.-Durante el paso de la Avenida Extrema se admitirá un agotamiento parcial o total del resguardo, con las siguientes condiciones:
- a. En las presas de materiales sueltos, salvo que estén específicamente proyectadas para ello, no se admitirán vertidos sobre coronación, incluso teniendo en cuenta la máxima sobreelevación originada por el viento.
  - b. En las presas de fábrica se admitirán vertidos sobre coronación, siempre que se justifique que tales vertidos no comprometen la seguridad de la presa.
- 10.5.-Se definirán los resguardos estacionales que darán lugar a los niveles máximos de explotación que alcanzará el agua en el embalse durante su explotación normal, sin avenidas.

### **Artículo 11º.- Capacidad de los órganos de desagüe**

- 11.1.-Los órganos de desagüe se dimensionarán en función de las avenidas definidas en el Artículo 8º, y los niveles y resguardos especificados en los Artículos 9º y 10º.
- 11.2.-En cualquier caso, se comprobará que el funcionamiento de los desagües en condiciones límite para la Avenida Extrema no compromete la seguridad de la presa.
- 11.3.-Para determinar la capacidad total de desagüe durante el paso de las avenidas se tendrán en cuenta los caudales evacuados por los aliviaderos y desagües profundos. También, si es el caso, se tendrá en cuenta la capacidad de los aliviaderos de emergencia y de los diques fusibles.
- 11.4.-Los desagües profundos de las presas, bien sean intermedios o de fondo, estarán dimensionados para facilitar un control eficaz del nivel del embalse, y en particular durante su primer llenado.



11.5.-En el caso de las balsas los aliviaderos de superficie tendrán como mínimo capacidad suficiente para poder evacuar las lluvias máximas previsibles sobre la superficie total de la balsa, así como las eventuales escorrentías que pudieren entrar, en coincidencia con el caudal máximo de entrada por los órganos de aportación, no permitiéndose la instalación de ningún tipo de dispositivo de cierre o recrecimiento en los aliviaderos de superficie.

#### **Artículo 12º.- Control de los órganos de desagüe**

12.1.-Los elementos de control de todos los órganos de desagüe deberán estar proyectados para asegurar su correcto funcionamiento y mantenimiento en cualquier situación y, en particular, en situaciones de avenida. Deberán disponer de dispositivos de accionamiento redundantes. Deberán asimismo disponer de accesos garantizados en cualquier situación.

12.2.-Los gálibos de los vanos de los aliviaderos de superficie deberán estar diseñados de forma que permitan el paso de elementos flotantes que puedan llegar al embalse en situaciones de avenida.

12.3.-Los aliviaderos controlados mediante compuertas deberán disponer, como mínimo, de dos vanos.

12.4.-Las compuertas de los aliviaderos deberán disponer de vertederos de emergencia que permitan el sobrevertido en condiciones de seguridad para todos sus mecanismos.

12.5.-Los desagües profundos constarán como mínimo de dos conductos provistos, cada uno de ellos, de al menos dos elementos de cierre instalados en serie. No se permitirán los desagües en presión a través del cuerpo de una presa de materiales sueltos, a menos que la conducción forzada esté en una galería que la aisle del contacto directo con el material de la presa y sirva de protección de éste en caso de rotura del desagüe.

12.6.-Se considerarán los posibles escenarios de averías que durante la explotación pudieran producirse en los órganos de desagüe, con una probabilidad razonable de ocurrencia, analizando sus consecuencias y adoptando las medidas pertinentes. Obligatoriamente se analizará la situación derivada de la existencia en fuera de servicio de al menos el 25 % de las compuertas del aliviadero, o una como mínimo.

### SECCIÓN III - SOLICITACIONES

#### Artículo 13º.- Comprobación estructural

13.1.-En el Proyecto se comprobará el comportamiento estructural de la presa y de sus obras anejas ante las solicitaciones actuantes y sus posibles combinaciones, y se razonarán y justificarán los niveles de seguridad que se adopten en cada caso según el tipo de solicitación, la probabilidad de ocurrencia y su presunta permanencia, así como la categoría de la presa y su tipología y dimensiones.

13.2.-Las acciones a considerar actuando sobre la presa, serán las siguientes:

- a) Peso propio
- b) Carga hidrostática
- c) Presiones intersticiales
- d) Efectos térmicos
- e) Empuje de los sedimentos
- f) Efecto del oleaje
- g) Efectos sísmicos
- h) Empuje del hielo
- i) Y las particulares que procedan en cada caso.

13.3.-Las acciones se combinarán entre sí, atendiendo a su probabilidad de presentación y a su permanencia, dando origen a los tipos de situaciones siguientes:

- a. **Situaciones Normales:** Corresponden al peso propio, al empuje hidrostático y a las presiones intersticiales con el embalse en distintos niveles, con el límite del Nivel Máximo Normal (NMN), al empuje de los sedimentos, a los efectos térmicos, y a cualquier combinación de éstas que se pueda presentar en el tiempo con apreciable persistencia.
- b. **Situaciones Accidentales:** Corresponden al peso propio, al empuje hidrostático y a las presiones intersticiales y con el embalse en distintos niveles, con el límite del Nivel de la Avenida de Proyecto (NAP), al empuje de los sedimentos, a los efectos térmicos, al aumento anormal de las presiones intersticiales, al efecto del oleaje, a la acción del Seísmo de Proyecto, al empuje del hielo, a la carga hidrodinámica del embalse y a cualquier combinación de éstas que se pueda presentar en el tiempo con duración limitada.
- c. **Situaciones Extremas:** Corresponden al peso propio, al empuje hidrostático y a las presiones intersticiales con el embalse en distintos niveles, con el límite del Nivel de la Avenida Extrema (NAE), al empuje de los

sedimentos, a los efectos térmicos, al aumento anormal de las presiones intersticiales, al efecto del oleaje, a la acción del Seísmo Extremo, al empuje del hielo, y a cualquier combinación de éstas que se pueda presentar con carácter extremo.

13.4.-En el caso de que una solicitud se prolongue por encima de lo que se ha considerado para su calificación, según el anterior apartado 13.3, pasará a considerarse como de otro rango, y se aplicarán los coeficientes de seguridad adecuados.

13.5.-La estabilidad de las presas de materiales sueltos se comprobará en los escenarios de embalse lleno, desembalse rápido y construcción.

13.6.-En los diques de cierre de las balsas, cuya impermeabilidad se confía a láminas impermeables situadas sobre el paramento de aguas arriba, se considerará como situación extrema el eventual fallo de la lámina y la saturación del cuerpo del dique.

#### **Artículo 14º.- Solicitaciones hidráulicas**

14.1.-El empuje hidrostático sobre la presa se considerará actuando íntegramente hasta el punto más bajo de la cimentación en cada bloque en las presas de fábrica, o hasta el punto más bajo del elemento impermeable en las de materiales sueltos.

14.2.-Deberán estudiarse los procesos de generación y disipación de las presiones intersticiales en el cimientado y cuerpo de presa, para cada hipótesis, adoptándose en su caso las correspondientes medidas preventivas o correctoras, tales como drenaje, pantallas u otras.

14.3.-En las presas de materiales sueltos, y en las cimentaciones erosionables, se cuidará particularmente el control de las filtraciones por medio de drenajes y filtros estables para evitar erosiones internas y sifonamientos.

#### **Artículo 15º.- Solicitaciones sísmicas**

15.1.-Se tendrán en cuenta las acciones sísmicas sobre la presa y sobre el embalse, de conformidad con la Norma Sismorresistente y con la actividad sísmica de la región con influencia en el embalse.

15.2.-La presa se comprobará para los seísmos que se definen a continuación, justificándose en todo caso la metodología utilizada para considerar el efecto hidrodinámico del agua del embalse sobre la presa y sus estructuras anexas.

- a. **Seísmo de Proyecto:** Es el seísmo máximo a tener en cuenta en la comprobación de la estabilidad de la presa, de sus elementos y de las

márgenes del embalse. La aceleración sísmica será la establecida por la Norma Sismorresistente.

- b. **Seísmo Extremo:** Es el seísmo máximo a tener en cuenta, en presas de categorías A y B situadas en zonas de alta sismicidad, para mantener la funcionalidad de la presa, y de sus elementos. Su período de retorno no será inferior a 5.000 años. En caso de que, por las condiciones singulares de su ubicación, pueda asegurarse que la presa siempre será de categoría C, se podrá omitir la comprobación.

15.3.-En las presas de Categorías A y B, situadas en zonas de alta sismicidad, cuya aceleración sísmica básica según la Norma Sismorresistente sea superior a 0,12g, se realizará un estudio sismotectónico específico y se analizará su comportamiento dinámico, de acuerdo con el estado del arte en la materia.

15.4.-En las presas en que, por las características sismotectónicas del emplazamiento y las dimensiones del embalse, pueda preverse la generación de una sismicidad inducida, se analizarán los posibles efectos y se indicarán las acciones oportunas para su vigilancia y control.

#### **Artículo 16º.- Solicitaciones térmicas**

16.1.-En las presas de fábrica que, por su tipología, formas o volumen de hormigón, lo requieran, deberá incluirse un estudio térmico.

16.2.-En las presas de tipología arco, de simple o doble curvatura, se justificará la distribución de temperaturas en el cuerpo de presa adoptada en cada una de las hipótesis de cálculo.

#### **Artículo 17º.- Coeficientes de seguridad**

17.1.-En cada una de las situaciones de carga, establecidas en el artículo 13.3, se determinará el grado de seguridad que la presa presenta respecto al agotamiento, tanto de sus materiales como de su cimentación.

17.2.-Se podrán adoptar, de manera justificada en cada caso, distintos coeficientes de seguridad frente a la estabilidad de la obra, para cada combinación de solicitaciones. El valor de estos coeficientes de seguridad se establecerá en función del grado de fiabilidad en la estimación de las solicitaciones así como de las variables, parámetros resistentes y metodologías que intervengan en el cálculo.

17.3.-Mientras no se justifique razonadamente, mediante estudio específico los coeficientes de seguridad no tendrán valores inferiores a los siguientes:

<b>Tipo de situación</b>	<b>Categoría de presa</b>	
	<b>A ó B</b>	<b>C</b>
<i>Normal</i>	1,5	1,4
<i>Accidental</i>	1,3	1,2
<i>Extrema</i>	1,1	> 1,0

17.4.-En las presas de gravedad se comprobará que la resultante de las acciones efectivas sobre el cimientto pasa por el núcleo central del área de apoyo en las situaciones normales.

En situaciones accidentales y extremas, a efectos de estabilidad al vuelco, se comprobará que la resultante de dicha acción efectiva queda dentro del área de apoyo y a una distancia respecto al borde más comprimido superior a la mitad del ancho del núcleo central.

17.5.-Los coeficientes de seguridad mínimos respecto a las tensiones efectivas en el cuerpo de las presas de fábrica serán los que se indican en la siguiente tabla:

<b>Tipo de situación</b>	<b>Categoría de presa</b>	
	<b>A ó B</b>	<b>C</b>
<i>Normal</i>	3,0	2,5
<i>Accidental</i>	2,0	2,0
<i>Extrema</i>	1,5	1,5

De modo general, para las tensiones de tracción se observarán los mismos coeficientes de seguridad, si bien en aquellos casos en que éstas aparezcan en zonas localizadas y de limitada extensión se podrán reducir justificadamente los valores indicados en la tabla anterior.

17.6.-En aquellas presas de Categoría C en las que no se pueda garantizar esa clasificación durante toda su vida útil, se adoptarán los coeficientes de seguridad correspondientes a la categoría B.

17.7.-Los embalses formados por las ataguías utilizadas para la construcción de las presas, así como los embalses parciales originados por la propia presa durante la construcción, en épocas de aguas altas, estarán sometidos a las mismas sollicitaciones exigidas a la presa principal, aunque considerando las circunstancias específicas de plazo y riesgo.

## SECCIÓN IV -EL TERRENO Y LOS MATERIALES

### Artículo 18º.- El embalse y la cerrada

- 18.1.-Deberán analizarse las características topográficas, geológicas, hidrogeológicas y geotécnicas del embalse y del emplazamiento de la presa. El alcance de las investigaciones y estudios a realizar será tal que permita caracterizar los terrenos afectados por la presa y los correspondientes al vaso del embalse, y obtener los parámetros de cálculo necesarios para evaluar la resistencia, deformabilidad, permeabilidad y estabilidad físico-química del terreno.
- 18.2.-Dada la especial dispersión natural de la cohesión del contacto hormigón-roca y, en general, de la cohesión de los macizos rocosos, se adoptará como valor de cálculo de este parámetro, para comprobación de la estabilidad al deslizamiento de las presas de fábrica, la tercera parte del valor estimado correspondiente al escenario más desfavorable que pueda presentarse en cada situación de trabajo.
- 18.3.-Se comprobará la estabilidad del conjunto presa-terreno teniendo en cuenta sus características geomorfológicas, geotécnicas y tectónicas y, en particular, todas las peculiaridades que el cimiento pudiera presentar.
- 18.4.-Se investigará si en las márgenes del embalse existen terrenos con riesgo de inestabilidad que pudieran provocar deslizamientos en las mismas, originando daños en el entorno.

### Artículo 19º.- Materiales

- 19.1.-Para la construcción de las presas deberán emplearse materiales cuyas propiedades intrínsecas, su puesta en obra y su evolución en el tiempo sean susceptibles de control.
- 19.2.-El proyecto deberá definir los materiales, determinar su procedencia, localización geográfica y volúmenes disponibles, establecer las características que deben cumplir y concretar los procedimientos para su comprobación y control. Los materiales se ensayarán y las unidades de obra se ejecutarán conforme a las especificaciones del proyecto.
- 19.3.-Resulta indispensable conocer la evolución de los materiales con el tiempo, por lo cual durante la explotación de la presa se comprobará la evolución de las características de los mismos, para detectar su envejecimiento o la modificación de sus propiedades, en tanto en cuanto pudieran afectar a la seguridad.

En particular, para las balsas se analizará la evolución temporal, y su previsión de renovación, de los sistemas de impermeabilización, así como de los sistemas

de drenaje previstos para la recogida y evacuación de filtraciones, tanto en condiciones normales como ante un fallo del sistema de impermeabilización.

19.4.-A efectos de los cálculos, se usarán los valores característicos de los parámetros resistentes de los materiales. Si no existiese base estadística suficiente para establecer tales valores, éstos se asignarán mediante estimaciones prudentes de los datos disponibles.

## **SECCIÓN V - MEDIDAS COMPLEMENTARIAS DE SEGURIDAD**

### **Artículo 20º.- Auscultación**

20.1.-La presa, sus cimientos, el embalse y sus márgenes deberán disponer de los equipos de auscultación adecuados para poder analizar su comportamiento y detectar las anomalías que pudieran afectar a su seguridad.

20.2.-Los sistemas de auscultación deberán permitir desde el inicio de la construcción obtener información del comportamiento de la presa y el embalse mediante el control y seguimiento de, al menos, las siguientes variables:

- Nivel del embalse.
- Caudales drenados y filtraciones.
- Presiones intersticiales.
- Temperaturas.
- Deformaciones y movimientos.
- Actividad sísmica, cuando las circunstancias lo requieran.

20.3.-En particular, en las balsas el sistema de auscultación permitirá, al menos, obtener información del nivel del agua, de los caudales drenados y filtrados, y de los movimientos de la coronación e incidencias en los paramentos.

### **Artículo 21º.- Accesos y sistemas de comunicación**

21.1.-La presa y sus instalaciones estarán dotadas de accesos garantizados, incluso en circunstancias adversas, salvo justificación específica en contra, y de sistemas de comunicación, tanto entre ellas como con los centros de control y seguridad.

21.2.-Se procurará que la presa disponga de un acceso alternativo, para garantizar su comunicación en casos extremos.

21.3.-Los equipos y sistemas de comunicación deberán diseñarse de forma que puedan estar permanentemente operativos, y deberán ser redundantes, para asegurar dicha comunicación incluso en circunstancias catastróficas.

## **Artículo 22º.- Energía e iluminación**

22.1.-Para garantizar el funcionamiento de los órganos de desagüe, la iluminación y demás servicios esenciales de la presa se dispondrá como mínimo de dos fuentes de energía independientes, una de las cuales estará constituida por grupos electrógenos, permanentemente en disposición de servicio. Las presas de Categorías A y B dispondrán al menos de dos grupos electrógenos de los cuales uno será fijo, ubicado en lugar seguro, no inundable y con garantía de accesibilidad, pudiendo ser el otro portátil. Excepcionalmente, previa justificación, en aquellas presas cuyas instalaciones electromecánicas sean muy básicas o reducidas, podrá admitirse la existencia de un solo grupo electrógeno.

En particular, para las balsas cuyos órganos de desagüe y tomas solamente dispongan de accionamiento manual, previa justificación, podrá admitirse la no disponibilidad de instalaciones fijas de suministro de energía.

22.2.-La presa debe disponer de elementos para la eventual iluminación en su conjunto y particularmente en sus órganos e instalaciones fundamentales. Deberá disponerse de alumbrado de emergencia, como mínimo, en las galerías de inspección y en los recintos que alberguen las instalaciones de la presa.



## CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN

### Artículo 23º.- Construcción

- 23.1.-El comienzo de la fase de construcción de una presa precisa, por parte de la Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses, la previa aprobación del proyecto y de la designación, por parte del titular, del Director de Construcción.
- 23.2.-Durante la construcción de la presa se dispondrá permanentemente de un equipo de vigilancia y control, que comprobará que los materiales utilizados en la obra, los medios y métodos de construcción, y las dimensiones de las obras cumplen las previsiones del proyecto y que la maquinaria empleada resulta adecuada y las obras se ejecutan con la calidad requerida y con los condicionantes establecidos durante la tramitación del proyecto.
- 23.3.-Durante la construcción de la presa se realizará un seguimiento y control sobre su comportamiento y evolución en función de los datos suministrados por el sistema de auscultación instalado.
- 23.4.-Durante la fase de construcción se corroborará y se complementará la información incluida en el proyecto sobre el terreno y los materiales, y otros aspectos como el clima, el río y su entorno. Si como consecuencia de esta información adicional hubiera que introducir modificaciones en el proyecto, en los procesos constructivos o en el plan de obra, tales modificaciones se someterán a lo establecido en el Capítulo II de la presente Norma Técnica de Seguridad.
- 23.5.-Durante la fase de construcción se constituirá el Archivo Técnico de la presa, formado por el proyecto, las modificaciones introducidas al mismo, la documentación sobre las características reales de los materiales y del terreno de cimentación, la cartografía geológica y geotécnica de detalle, los controles realizados sobre la calidad de la obra y los informes periódicos elaborados sobre estos temas, así como los documentos, datos e incidencias observados durante la construcción.
- 23.6.-Las ataguías y sus embalses, así como los posibles embalses parciales originados durante la construcción, en épocas de aguas altas, estarán sometidos a los mismos requerimientos de seguridad exigidos a la presa principal durante su construcción, aunque considerando las circunstancias específicas de plazo y riesgo.
- 23.7.-La fase de construcción finalizará con el reconocimiento por parte de la Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses de que la misma ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto, o modificaciones del mismo, aprobado.

## CAPÍTULO IV: PUESTA EN CARGA Y LLENADO DEL EMBALSE

### Artículo 24º.- Puesta en carga

24.1.-La puesta en carga de la presa y el llenado del embalse, una vez que se esté en condiciones de embalsar de forma controlada, debe entenderse como una fase singular de la explotación o del término de la construcción, prevaleciendo siempre los criterios de seguridad del programa de puesta en carga sobre cualquier otro aspecto.

24.2.-La Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses aprobará el Programa de Puesta en Carga de la presa.

24.3.-Para iniciar la puesta en carga de una presa, el Titular de la misma designará al Director y equipo técnico responsable de la gestión del Programa de Puesta en Carga.

24.4.-La Puesta en Carga podrá ser total o parcial y con las obras terminadas o sin terminar, analizándose estas posibilidades en el correspondiente Programa. En caso de fuerza mayor, en que la Puesta en Carga sobreviniera, parcial o totalmente, sin la previa designación del Director específico para esta fase, el Director de la Construcción se encargará de su control.

24.5.-La puesta en carga y llenado de balsas sólo podrá iniciarse cuando se haya concluido totalmente la fase de construcción y se disponga de la pertinente aprobación de la Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses.

24.6.-El Programa de Puesta en Carga, total o parcial, contemplará los siguientes temas:

- Evolución probable del nivel de embalse.
- Escalones de llenado voluntarios que permitan la auscultación y su análisis.
- Máximos ritmos recomendables en las variaciones de nivel del embalse.
- Análisis de la capacidad de desagüe para controlar los niveles en el embalse.
- Comprobaciones y observaciones a realizar.
- Informes de comportamiento a realizar.
- Previsión de actuaciones a adoptar y estrategia a seguir en situaciones extraordinarias.

24.7.-En las presas de laminación cuyos órganos de desagüe carezcan de dispositivos de cierre, y en las presas que, por las características excepcionales con las que

se presentan las aportaciones a su embalse, no sea físicamente posible realizar una puesta en carga planificada, se establecerá un programa especial de controles y observaciones a realizar cuando sobrevengan las avenidas.

24.8.-El Director de la Puesta en Carga comunicará a la Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses las incidencias que estime de interés y redactará una Memoria final sobre el desarrollo de la misma, que se incorporará al Archivo Técnico de la presa junto con el Programa de Puesta en Carga.

24.9.-Una vez redactada la Memoria del proceso de Puesta en Carga y presentada ante la Administración competente en materia de seguridad de presas y embalses, corresponderá a ésta última dar por finalizada la fase de puesta en carga de la presa.

BORRADOR JULIO 2011