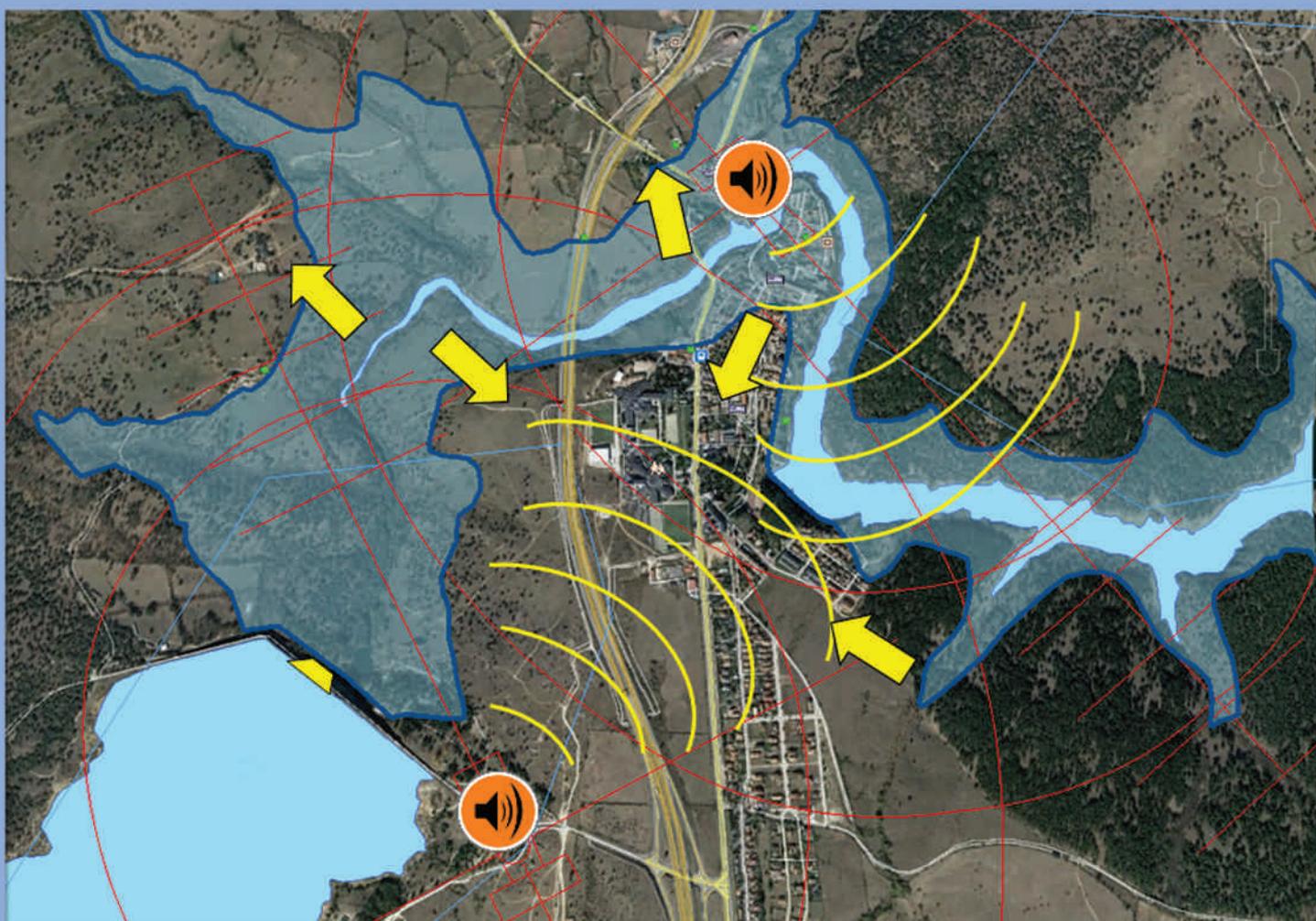


PROYECTOS DE IMPLANTACIÓN DE PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS

GUÍA TÉCNICA PARA LA REDACCIÓN



2023



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

PROYECTOS DE IMPLANTACIÓN DE PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS

GUÍA TÉCNICA PARA LA REDACCIÓN



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Catálogo de publicaciones del Ministerio: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/>
Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpage.mpr.gob.es/>

Título de la obra: Guía Técnica para la Redacción de Proyectos de Implantación de Planes de Emergencia de Presas [2023]

Edición 2023

Autores:

D. Juan Carlos de Cea Azañedo (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación), D^a Ana Villar Arrondo (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación), D. Raico Álvarez Feijoo (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación), D. Antonio de la Cuadra Blanco (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación), D. Ricardo Carreras Conte (LAFCARR), D. Francesc Pages Basso (LAFCARR).



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN
ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Edita:

© Subsecretaría Gabinete Técnico

Depósito legal: M-22938-2023

NIPO edición en papel: 665-23-070-7

NIPO edición en línea: 665-23-071-2

ISBN papel: 978-84-18778-12-4

ISBN línea: 978-84-18778-13-1

Maquetación e impresión: Gráficas SM



PRESENTACIÓN

El 9 de diciembre de 1994, el Consejo de Ministros aprobó la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (Directriz), que en su Apartado 3.5 relativo a la Planificación de emergencias ante el riesgo de rotura o avería grave de presas incluyó por primera vez en España la obligación de clasificar las presas en función del riesgo potencial derivado de su rotura o funcionamiento incorrecto en una de las tres categorías definidas en ella: A, B o C, y la de aprobar e implantar Planes de Emergencia para aquellas clasificadas en las dos primeras.

En el año 1996 el entonces Ministerio de Medio Ambiente aprobó el Reglamento Técnico sobre Seguridad de presas y embalses (Reglamento), que recogía los nuevos conceptos incorporados por la Directriz e introducía como novedad en la determinación de los criterios esenciales de seguridad la consideración de los daños potenciales que produciría la presa en caso de rotura o funcionamiento incorrecto, la clasificación de las presas según este criterio, en distintas categorías de riesgo y la aplicación de criterios de seguridad más o menos exigentes según dicha clasificación.

La clasificación de presas en función del riesgo potencial y la elaboración de los Planes de Emergencia se convertían a partir de ese momento en los dos pilares fundamentales de la seguridad de las presas españolas y el punto de partida de un nuevo enfoque en la forma de abordar esa seguridad y que, por sus buenos resultados, se ha mantenido en las Normas Técnicas de Seguridad de presas y embalses aprobadas mediante el Real Decreto 264/2021, de 13 de abril.

Una vez aprobados los Planes de Emergencia de las presas es preciso implantarlos, es decir poner en servicio el centro de gestión de emergencias, los sistemas de comunicaciones y de aviso a la población recogidos en ellos, así como divulgarlos a la población y a las autoridades municipales de los ayuntamientos potencialmente afectados por la onda de rotura.

Desde que se aprobaran Directriz y Reglamento, el buen saber y hacer de todos los técnicos encargados de la explotación de las presas, o de la gestión de su seguridad, ha permitido implantar en España del orden de unos 150 Planes de Emergencia, un 19% del total que deben ser implantados.

Si bien esa actividad se ha venido desarrollando por todos los titulares de presas, en el caso de las de titularidad estatal, y ante la falta de experiencia de esos técnicos encargados de la gestión de la explotación de las presas, o de su seguridad, en algunas de las modernas y cada vez más cambiantes tecnologías que la implantación de un plan requiere, la División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación (DSIEX) consideró que era necesario analizar el resultado de las implantaciones efectuadas a lo largo de estos años, la modernización de las tecnologías empleadas, especialmente de las comunicaciones; como resultado, elaborar una Guía como la que hoy presentamos, que recogiese los criterios básicos a tener en cuenta para lograr una implantación efectiva y razonable de un Plan de Emergencia, para facilitar esa implantación, y para lograr una uniformidad en las implantaciones, para que todas sean similares en cualquier parte del territorio español.

No puede olvidarse en ningún momento que esta Guía establece recomendaciones en forma de criterios objetivos, sencillos y fáciles de aplicar en la práctica para facilitar el proceso de elaboración de los correspondientes proyectos de implantación de los Planes de Emergencia, pero que desde luego pueden utilizarse otros sancionados por la práctica, o no, siempre que se justifiquen adecuadamente.

Y si bien la Guía está especialmente indicada para ser empleada en las presas de titularidad estatal, nada impide que puede servir de base para la realización de proyectos de implantación de presas de cualquier otra titularidad.

El Real Decreto 8/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, dice que *“La gestión del riesgo, [es] uno de los aspectos fundamentales que debe abordar un país moderno, ... persigue como objetivo la protección de las personas y los bienes, y del medio ambiente, a través de la modificación de la normativa... ”*, esta Guía, que no modifica ninguna normativa, persigue, sin embargo, el objetivo de que tenga la máxima utilidad para el sector y para ayudar a gestionar mejor y de la forma más moderna y avanzada las situaciones de riesgo asociadas a las presas.

Madrid, Abril de 2023
Teodoro ESTRELA MONREAL
Director General del Agua

PREÁMBULO

Esta Guía Técnica para la Redacción de Proyectos de Implantación de Planes de Emergencia de Presas y Balsas ha sido redactada por:

- D. Juan Carlos de Cea Azañedo (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación)
- D. ^a Ana Villar Arrondo (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación)
- D. Raico Álvarez Feijoo (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación)
- D. Antonio de la Cuadra Blanco (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación)
- D. Ricardo Carreras Conte (LAF Carr).
- D. Francesc Pages Basso (LAF Carr).

Todos los comentarios y observaciones a la misma pueden enviarse a la dirección de correo electrónico:

bn-Seguridad_Presas@miteco.es.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	9
2.	OBJETO DE ESTA GUÍA TÉCNICA.....	13
3.	CONTENIDO DEL PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA (PIPE)....	15
4.	ANÁLISIS DEL PLAN DE EMERGENCIA APROBADO	17
4.1.	ESTUDIO DE LAS AFECCIONES	17
4.2.	REVISIÓN O ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA.....	17
5.	CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS.....	21
5.1.	EQUIPAMIENTO DEL CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS.....	22
5.2.	CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS SECUNDARIO.....	26
5.3.	CENTRO MÓVIL DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS.....	26
5.4.	SOFTWARE DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS.....	27
6.	SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.....	29
6.1.	SISTEMA DE COMUNICACIONES DEL CENTRO DE GESTION DE EMERGENCIAS.....	29
6.2.	SISTEMA DE COMUNICACIONES CON LOS PUNTOS DE AVISO A LA POBLACIÓN	30
6.3.	ESTUDIOS RADIOELÉCTRICOS	32
6.3.1.	SISTEMAS TETRA, RADIO DIGITAL Y ANALÓGICA	32
6.3.2.	TELEFONÍA MÓVIL.....	32
6.4.	ASPECTOS RELATIVOS A LA SEGURIDAD	34
6.5.	COMUNICACIONES DE LA PRESA CON EL CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS O CON LAS OFICINAS SITUADAS EN LAS INMEDIACIONES.....	34
7.	SISTEMAS DE AVISO	37
7.1.	SIRENAS	37
7.2.	AVISADORES INDIVIDUALES.....	44
7.3.	APLICACIONES DE AVISO A LA POBLACIÓN PARA TELÉFONOS MÓVILES.....	45

7.4. APLICACIONES DE ENVIO MASIVO DE SMS.....	46
7.5. MEDIOS PROTECCIÓN CIVIL.....	47
8. OTROS SISTEMAS RELACIONADOS CON LA EXPLOTACIÓN	49
8.1. VIDEOVIGILANCIA.....	49
8.2. INTRUSISMO.....	51
8.3. AUSCULTACIÓN.....	51
9. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	53
10. MANTENIMIENTO.....	55
11. RENOVACIÓN TECNOLÓGICA.....	57
12. COSTE DEL CICLO DE VIDA.....	59
13. DIVULGACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA A LA POBLACIÓN	61
14. RECOMENDACIONES Y CASOS PRÁCTICOS	65
ANEJO 1. ESTUDIO RADIOELÉCTRICO.....	67
ANEJO 2. ESTUDIO ACÚSTICO	73
ANEJO 3. CÁLCULO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA	83
ANEJO 4. CÁLCULO DE AUTONOMÍA DE BATERÍAS	87
ANEJO 5. EXPERIENCIAS Y OTRAS CASUÍSTICAS	91

1. INTRODUCCIÓN

Con fecha 14 de abril de 2021 se publicó en el B.O.E. el Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprueban las *Normas Técnicas de Seguridad para las presas y sus embalses*¹, que establecen las exigencias mínimas de seguridad de las presas y sus embalses con la finalidad de proteger a las personas, al medio ambiente y a las propiedades, siendo de obligado cumplimiento en las distintas fases de la vida de las presas situadas en territorio español.

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*, incluida en el Anexo I de dicho Real Decreto (en adelante NTS I), establece en su apartado 21 en qué consiste la implantación de un Plan de Emergencia de Presa:

“Se entiende por implantación de un Plan de Emergencia la puesta en práctica por parte del titular de todas las actuaciones recogidas en el Plan de Emergencia aprobado relacionadas con el centro de gestión de emergencias, con los sistemas de comunicación con los diferentes organismos públicos involucrados en la gestión de una eventual situación de emergencia, en especial con Protección Civil, y con los sistemas de aviso a la población, así como la divulgación del Plan de Emergencia tanto a las autoridades de los Ayuntamientos afectados por la onda de rotura en las dos primeras horas desde el inicio de la avería grave o la rotura como a la población residente en la zona potencialmente inundable en la primera media hora.”

Para materializar esa implantación, la NTS I establece en sus apartados 22 y 23 la necesidad de redactar un Documento Técnico de Implantación (en adelante DTI) por parte del titular de la presa, que debe ser supervisado por un Comité de Implantación. Con respecto a éste, la Norma establece cuál es su composición y funciones, y hace recaer directamente sobre él toda la responsabilidad de la implantación.

En lo referente al contenido del DTI, la NTS I se limita a indicar lo siguiente, entre otras muchas responsabilidades del titular de la presa:

“La redacción de un Documento Técnico que incluya y defina las actuaciones que son necesarias para la implantación del Plan de Emergencia y que, como mínimo, serán las relativas a las infraestructuras, instalaciones y sistemas necesarios para cumplir con los requisitos establecidos en el Plan de Emergencia aprobado, y la programación de los trabajos a realizar. A la vez, se detallarán las características del centro de gestión de emergencia, de los sistemas de comunicación internos del titular de la presa y de los existentes entre este y los organismos involucrados en la gestión de la emergencia, así como las especificaciones técnicas del sistema de aviso a la población potencialmente afectada en la primera media hora.”

Por tanto, en la NTS I se establece la obligación para todo tipo de titulares de redactar un documento, el DTI, en el que se deberán definir las actuaciones a desarrollar para materializar la implantación del Plan de Emergencia de la presa.

En el caso de que el titular sea una Administración Pública es necesario que las actuaciones del DTI sean objeto de licitación pública antes de su ejecución, por lo que, adicionalmente, es preciso redactar un *Proyecto de Implantación del Plan de Emergencia de Presa* (en adelante PIPE), con el contenido mínimo exigible a este tipo de documento en la legislación de contratación vigente.

¹ <https://www.boe.es/boe/dias/2021/04/14/pdfs/BOE-A-2021-5867.pdf>

2. OBJETO DE ESTA GUÍA TÉCNICA

El principal objeto de la presente guía técnica es establecer un conjunto de criterios orientativos y recomendaciones de índole práctica para la elaboración de los PIPÉs asociados a las presas de titularidad estatal, cuya elaboración corresponde al personal técnico de las distintas Confederaciones Hidrográficas y cuya supervisión recae en los técnicos de la Dirección General del Agua, pero también podría utilizarse como referencia para las de titularidad privada, si así lo considerasen sus titulares.

Se pretende, por tanto, homogeneizar la redacción de los PIPÉs de tal forma que todos ellos, independientemente del autor y organismo implicado en su tramitación o promoción, participen de las mismas directrices, alcance y equipamiento que incluyen, con el objeto de facilitar tanto su elaboración, como su posterior aprobación, y adecuada implantación.

Todos los criterios que recoge esta guía técnica deberán entenderse como recomendaciones generales, pero dada la enorme casuística que puede darse en la realidad, es posible que específicamente no contemple determinados casos, para los cuales deberán plantearse soluciones específicas convenientemente justificadas, si bien deberán seguir, obligatoriamente, la filosofía que se ha recogido a lo largo del presente texto.

3. CONTENIDO DEL PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA (PIPE)

Para dar cumplimiento a lo establecido en la NTS I, es necesario que en la elaboración del PIPE se analicen, evalúen y definan con todo detalle los siguientes aspectos fundamentales:

- Plan de Emergencia aprobado.
- Afecciones.
- Centro de Gestión de Emergencias (CGE).
- Sistemas de Comunicaciones.
- Sistemas de Aviso a la Población.
- Otros sistemas relacionados con el Plan de Emergencia.
- Divulgación del Plan de Emergencia de la presa a la población.
- Pruebas de funcionamiento.

En el PIPE se describirán con todo detalle las características físicas y las especificaciones técnicas de las instalaciones y equipos precisos para el adecuado funcionamiento de lo previsto en el Plan de Emergencia de Presa, con objeto de que pueda servir como soporte para la contratación de las obras necesarias para cumplir con los requisitos establecidos en el Plan de Emergencia de Presa aprobado, y para que dichas obras puedan ejecutarse correctamente.

Todos los aspectos anteriores deberán formar parte del PIPE con un grado de detalle suficiente, por lo que al final este documento tendrá el formato de un “proyecto”, compuesto por una Memoria con sus correspondientes Anejos, un documento de Planos, en el que se refleje toda la realidad de las obras e instalaciones a llevar a cabo, un Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y un documento de Presupuesto, y todo ello dando cumplimiento a los requisitos establecidos en la vigente Ley de Contratos del Sector Público y resto de legislación aplicable en su caso.

4. ANÁLISIS DEL PLAN DE EMERGENCIA APROBADO

Del análisis del gran número de Planes de Emergencia redactados y aprobados hasta la fecha se puede concluir que, en general, los criterios de implantación son bastante diferentes en lo que se refiere al grado de definición de lo que antes se conocía como *Sala de Emergencia* y ahora como *Centro de Gestión de Emergencias (CGE)*, así como sobre todo lo relacionado con aspectos relativos a los sistemas de comunicaciones.

Como es conocido, la aprobación del Plan de Emergencia condiciona su futura implantación, y ésta debería ser un reflejo casi exacto de lo que figura en el Plan aprobado, de manera que el trabajo del Comité de Implantación debería consistir en supervisar que los recursos instalados en la práctica se corresponden, casi exactamente, con los que en su día se definieron en el Plan.

No obstante, también es cierto que el gran desfase temporal que se ha venido produciendo entre la aprobación del Plan y su implantación posterior, en muchos casos de varios años, ha dado lugar en la práctica a la ejecución de algunos sistemas de comunicaciones que hoy han quedado ya obsoletos, o casi obsoletos, o equipamientos/sistemas que a día de hoy han sido superados por otras tecnologías. Este resultado no debería considerarse admisible, y es por ello que la primera tarea a abordar en un PIPE es el análisis riguroso y profundo del Plan de Emergencia aprobado, para identificar aquellos aspectos previstos en el Plan de Emergencia aprobado que, en aplicación de los criterios que contiene esta Guía Técnica, sería preciso modificar. Ese mismo análisis podría servir para solicitar al Comité de Implantación la necesidad de actualizar el contenido del Plan de Emergencia.

En definitiva, de lo que se trata es de actualizar las previsiones contenidas en el Plan de Emergencia para ajustarlas a las circunstancias actuales y de este modo, aprovechando en la medida de lo posible los avances tecnológicos disponibles, implantarlo con la mayor sencillez y de la forma más efectiva posible.

4.1. Estudio de las afecciones

En primer lugar es conveniente revisar y reestudiar las afecciones del Plan de Emergencia para comprobar si se han producido o no cambios respecto a las originales consideradas en él (por ejemplo, nuevas viviendas o desaparición de las que existían), ya que consituyen uno de los elementos esenciales a tener en cuenta en el proceso de la implantación.

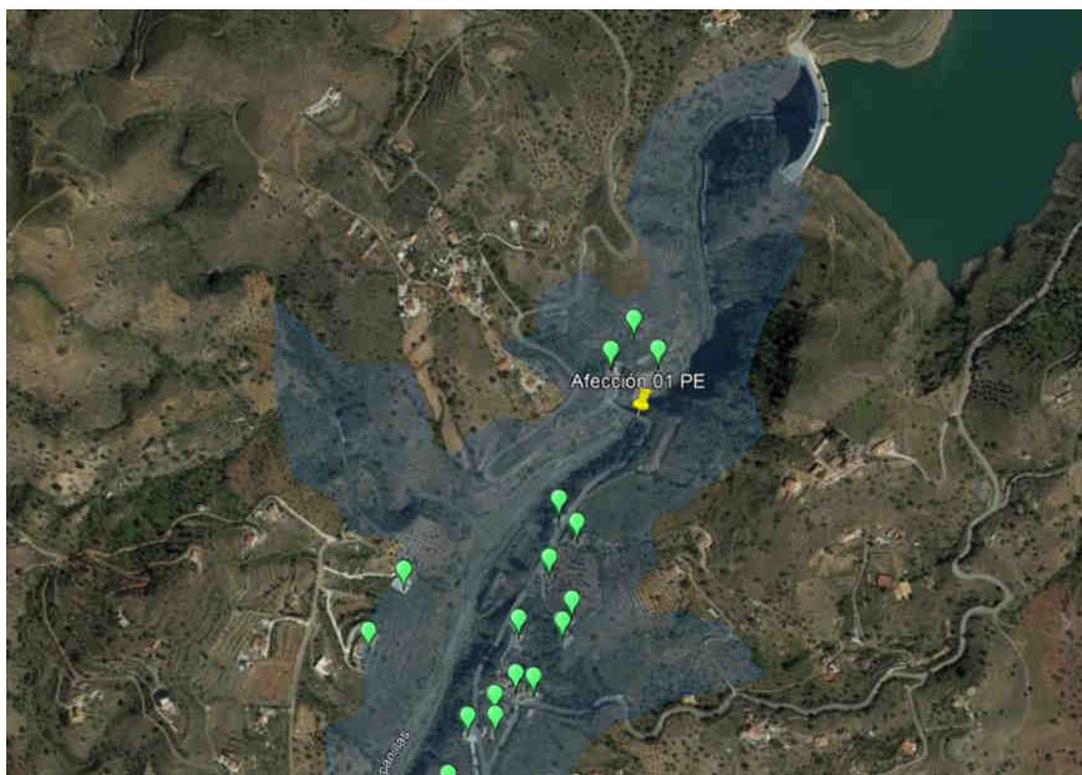
La revisión que se propone debe ser muy sencilla y en general debe abarcar los siguientes aspectos:

- Inventario de afecciones identificadas en el Plan de Emergencia. Se recomienda que el contenido que se incluya se ajuste a los modelos de tabla para el análisis de afecciones aguas abajo incluidas en la *Guía Técnica para la Clasificación de Presas*², publicada en 2023.
- Identificación de posibles nuevas afecciones no incluidas en el Plan de Emergencia; para ello, se revisarán las imágenes satélites u ortofotos aéreas de la zona que abarca la zonificación territorial.
- Localización de afecciones potenciales y representación de la lámina de inundación de los primeros 30 minutos sobre plano.
- Actualización del inventario de afecciones potenciales.

4.2. Revisión o actualización del Plan de Emergencia.

El apartado 13 de la NTS I define los conceptos de revisión y actualización del Plan de Emergencia. Así, establece que “*El Plan de Emergencia deberá ser actualizado cuando surjan circunstancias que requieran efectuar en él cambios que no lleguen a alterar aspectos esenciales de su contenido (...)*”. Y, más adelante, aclara que “*Tendrán la consideración de aspectos esenciales la alteración significativa del nivel de afecciones aguas abajo o los que puedan afectar de manera sustancial a las condiciones de seguridad de la presa.*”

² https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/guiatecnicaclasificacion_adaptacionants_nov2021_v16_tcm30-533050.pdf



-  Afección potencial identificada en Plan de Emergencia
-  Afección potencial no identificada en el Plan de Emergencia
-  Lámina de inundación 30 minutos y 2 horas

En el punto cuarto de ese mismo apartado 13 se indica que “El procedimiento para tramitar la versión actualizada del Plan de Emergencia consistirá en el traslado por parte del titular de todos los cambios efectuados en el mismo a todos los organismos que formen parte del Comité de Implantación (...)”.

De acuerdo con todo lo anterior, todos aquellos cambios motivados por la aparición de nuevos avances tecnológicos que mejoren, y no alteren, la funcionalidad de los sistemas a implantar, deberían considerarse como aspectos de carácter no esencial y, por lo tanto, implicarían una mera actualización del Plan de Emergencia, siempre que así lo considerara el Comité de Implantación.

Por lo tanto, deberá realizarse un análisis funcional del contenido del Plan de Emergencia basado exclusivamente en aspectos técnicos. La utilización de una tabla visual que recoja ese contenido facilitará tanto el análisis como la justificación de su permanencia o no.

Previamente, habrá sido necesario contrastar la realidad física de la presa y del embalse con las características correspondientes que recoge el plan. Por ejemplo, puede haber habido cambios por eliminación de compuertas, aterramientos que imposibilitan la maniobra de los desagües de fondo, cambios en el sistema de auscultación, pequeñas obras que han alterado dicha realidad, etc. Este chequeo, si bien no debería tener consecuencias en el proyecto de implantación, sí que, en ciertos casos, podría llegar a requerir la actualización del plan.

Con carácter no exhaustivo, es aconsejable analizar los siguientes capítulos del Plan y sus correspondientes Anejos, y resumirlos todos en una tabla como la que se muestra en la Tabla I:

- Capítulo 3. Organización General. Medios y recursos:
 - Sistemas de Comunicaciones. Se procederá a verificar que los sistemas principal y secundario que se propusieron en el Plan de Emergencia son totalmente actuales y se encuentran disponibles y si no es así, se propondrán los cambios a realizar en ellos.

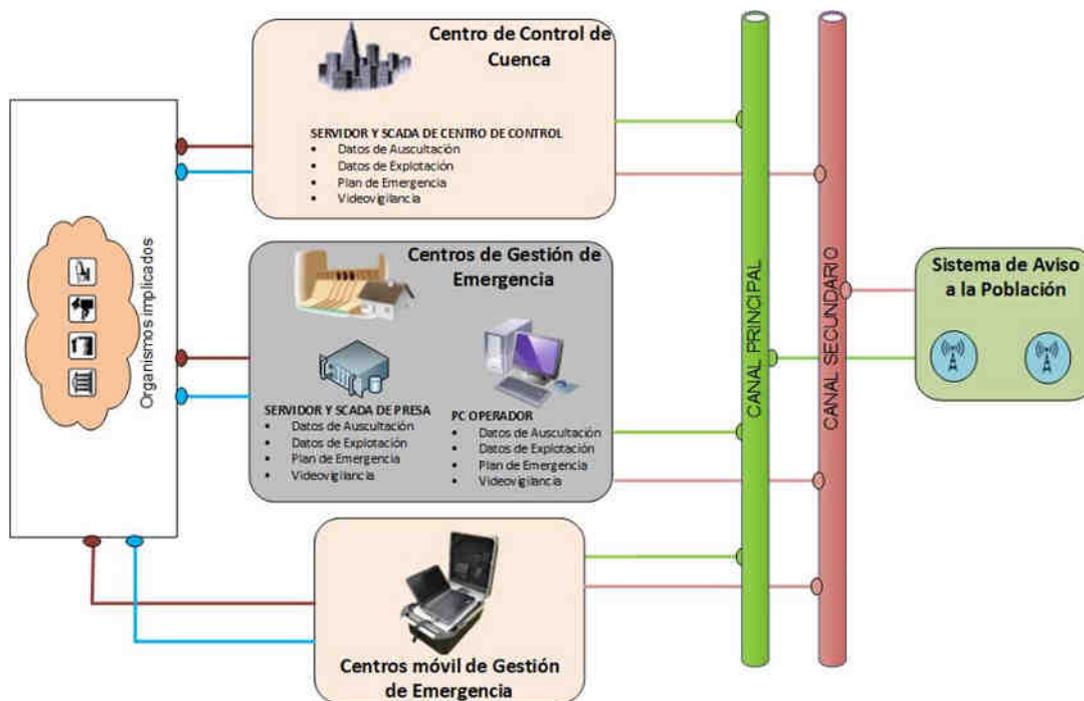
- o Sistema de aviso a la población. Se comprobará que con él se cumple el objetivo de avisar a la población situada dentro de la zona de la primera media hora (una vez revisadas las afecciones). Se deben considerar los tipos de avisos disponibles (acústicos, mediante apps o sms, etc.) y utilizar el más apropiado para cada caso.
- o Centro de Gestión de Emergencias. Se verificará que cumple los requisitos mínimos que se recomiendan en el capítulo 5 de la presente Guía.
- Capítulo 4. Normas de actuación de emergencias.
 - o Indicadores - Umbrales. Aunque no deberían ser objeto en esta fase de revisión, sí se debería contemplar que una vez se implante el plan puede ser preciso ajustar sus valores, por lo que el documento a redactar debería alertar de esa circunstancia y de la necesidad de actualización posterior del Plan de Emergencia.
 - o Procedimientos de información y comunicación. La principal idea de la revisión de estos aspectos es la de tratar de aplicar criterios homogéneos con el resto de las infraestructuras hidráulicas de la misma u otras zonas que ya hayan implantado sus Planes de Emergencia y coordinar la utilización de los mismos elementos de divulgación, por supuesto acordes con los sistemas de comunicación que se prevea utilizar en cada caso.

Para disponer de una visión más general del resultado del análisis del Plan de Emergencia efectuado, se recomienda recoger en una tabla como la que figura a continuación todos los aspectos analizados del Plan y la conclusión alcanzada en relación con todos ellos.

	Tabla I. Resumen del análisis del Plan de Emergencia			
	Reflejado en el Plan actual	Viable / Adecuación	Propuesta Final	Actualización / Revisión
Sistema de comunicaciones				
Sistema de aviso a la población				
Centro de gestión de emergencias				
Procedimientos				
Divulgación				

5. CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS

Según se indica en la NTS I, el titular debe disponer en las inmediaciones de la presa de un Centro de Gestión de Emergencias (en adelante CGE) dotado de los medios técnicos precisos para el seguimiento, control y comunicación de la situación de emergencia.



Como norma general, sólo se deberían construir nuevas edificaciones para este fin cuando sea estrictamente necesario o en aquellos casos en los que no exista una alternativa razonable.

Además, en presas ubicadas “en cadena”, o presas muy próximas, estratégicamente situadas y cuya explotación se realice de forma conjunta, el CGE podrá ser común para dichas presas.

En el caso de que el titular disponga de un centro de explotación, utilizará este como CGE. Los servicios mínimos con los que debe contar para cumplir con la normativa serán los siguientes:

- **Sistemas de comunicación.** Como mínimo se deberán disponer dos sistemas en el CGE para asegurar las comunicaciones en cualquier circunstancia climatológica.

Orden de preferencia	Servicio I	Servicio II
Fibra óptica	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
Móvil operador (3G, 4G, GPRS)	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
VSAT	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
Wimax – Radioenlace	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
Radio (analógica-digital-TETRA)	Comunicación Sistema de Aviso	

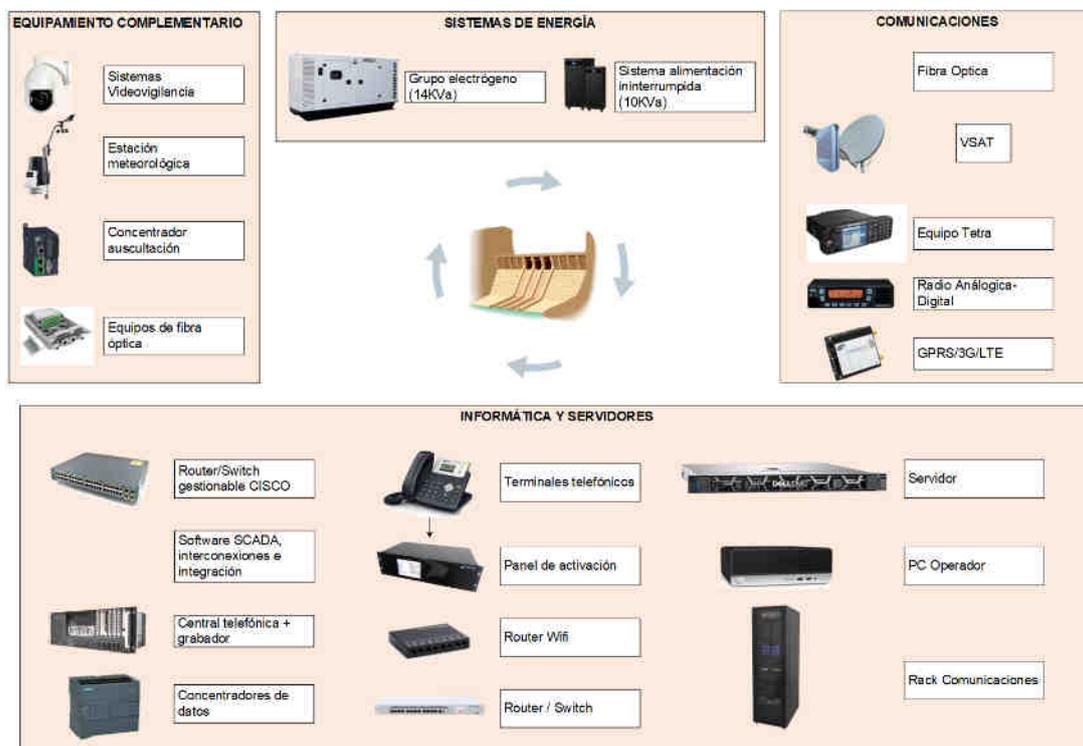
- Sistema de alimentación eléctrica. Deberá ser redundante y adecuadamente dimensionado para las necesidades previstas. Conexión a la red general y grupo electrógeno, por ejemplo, si bien se puede estudiar el uso de placas solares.

A modo de recomendación, el equipamiento eléctrico de un CGE, sin equipos de aire acondicionado, no superará 1 kW de potencia, por lo que un grupo electrógeno con el doble de potencia nominal sería suficiente para proporcionar el suministro eléctrico necesario sin forzar el equipo durante unas 72 horas, lo que correspondería a un fin de semana sin asistencia técnica, disponiendo lógicamente del combustible necesario.

- Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI). Deberá contar con una autonomía suficiente (15-20 minutos) para soportar la carga de los siguientes equipos, hasta el arranque del sistema de alimentación eléctrica secundario:
 - Servidor. Instalación software de Gestión del Plan de Emergencias.
 - PC Operador. Acceso web al software de Gestión del Plan de Emergencias.
 - Centralita IP. Para la gestión de llamadas recogidas en el Plan de Emergencias.
 - Teléfonos IP.
 - Conmutador Ethernet. Para dar servicio a los distintos puntos de trabajo.
 - Frontal de comunicaciones IP. Pasarela entre el software de gestión y los equipos de comunicaciones.
 - Panel de Activación Local. Sistema de activación/desactivación y visualización del estado de los sistemas de aviso acústico.

5.1. Equipamiento del centro de gestión de emergencias

Se define y detalla a continuación una propuesta de equipamiento que un CGE requiere, al único efecto de que sirva de ejemplo y de ayuda cuando se está redactando o ejecutando un PIPE.



PC OPERADOR.

Se utilizará principalmente para acceder al servidor ubicado en el CGE, y poder visualizar y operar el Software del Plan de Emergencias. El modelo será de última generación y podrá ser tanto un equipo portátil como uno fijo. Dispondrá de los accesorios normales de uso tales como; teclado, ratón, altavoces de audio y licencias del sistema operativo. En el caso de los equipos portátiles podrán conectarse mediante cable de red o la propia wifi interna.

A continuación, se recomiendan las especificaciones mínimas:

- 1 pantalla Full-HD 16:9 de 23”.
- 8 GB de RAM.
- Procesador i5 o superior, de última generación.
- Tarjeta de red gigabit.
- Disco duro de 256 GB.

Licencias del sistema operativo Windows 10 PRO.



SERVIDOR.

Su uso está pensado para alojar el Software de Gestión del Plan de Emergencia y dotar de seguridad su funcionamiento, así como establecer protocolos de integración con el Centro de Control. Se debe prever un Servidor de última generación en formato rack con las siguientes especificaciones mínimas:

- 1 monitor de 19”.
- 16 Gb de RAM.
- Procesador i5 o superior, de última generación.
- Tarjeta de red gigabit.
- Controlador de discos con capacidad RAID.
- Lector/grabador de DVD.
- Disco duro de 1TB con redundancia al menos RAID-1 con 1+1 HDD de 1TB.



CENTRALITA IP

La central telefónica para instalar en el centro de gestión de emergencias será de tecnología FULL IP y con capacidad de enlazar mediante *trunk* IP (a través de protocolo SIP) con otras centralitas. En cuanto a extensiones, dispondrá de un mínimo de 8 para alimentar todos los puestos requeridos para la gestión del Plan de Emergencia y Explotación, siendo todas con protocolo IP SIP, para así estandarizar el protocolo y no entrar en la obligación de instalar una determinada marca.

Es recomendable que sea modular y escalable, de forma que, por simple adición de elementos hardware, se pueda ampliar la capacidad tanto de conectividad como de nuevas funcionalidades.

Se recomienda instalar red wifi en las galerías para posibilitar la utilización de móviles con IP y en el CGE.



ARMARIO RACK

Los equipos del centro de gestión de emergencias (centralita, SAI, servidor, equipos de comunicaciones etc.), se situarán en un rack de dimensiones suficientes para albergar todos los equipos previstos así como posibles ampliaciones. Tanto los equipos como su cableado deberán etiquetarse.



CONMUTADOR ETHERNET

En el rack de comunicaciones se instalará un Switch gestionable (capa L3), permitiendo dar servicio a los distintos puntos de trabajo. El Switch propuesto tendrá como mínimo 24 puertos Ethernet a 1Gbps, con previsión de ampliación del 50% de los puestos de trabajos inicialmente contemplados.

Juntamente con el Switch, se instalará su correspondiente *patch* panel de entrada y de salida. El número de puertos ethernet del *patch* panel irá en relación con el Switch suministrado.



ROUTER WIFI

Para dar cobertura wifi en la zona de trabajo, se instalará un router en el propio rack de comunicaciones o en la ubicación donde hayamos previsto dotar de esta cobertura. Especificaciones mínimas de 5 puertos LAN (RJ-45), 1 puerto USB.



FRONTAL DE COMUNICACIONES

El frontal de comunicaciones IP hace de pasarela (Gateway) entre el software ubicado en el PC Servidor y los equipos de comunicación, gestionando bidireccionalmente las comunicaciones primarias y redundantes, que podrán ser: FIBRA, TETRA, GPRS/3G/4G, RADIO, VSAT, WIMAX. Funciones de gestión:

- Sistema *multiwan*, con configuraciones en modo *failover* (en caso de fallo de un canal, conmutación automática al otro) o modo balanceador (gestión de los dos canales simultáneamente) en función del tipo de tráfico.
- Capacidad para establecimiento de conexiones VPN del tipo IPSEC, PPTP, SSTP, OPENVPN



PANEL DE ACTIVACIÓN LOCAL

Permitirá poder activar/desactivar y visualizar el estado del sistema de aviso a la población sin la necesidad de utilizar el Software instalado en el servidor, permitiendo dar un plus de seguridad, en el caso remoto de la inoperatividad del Servidor/PC o de la aplicación SCADA.

El panel táctil de activación local permitirá mediante funciones programadas la activación / desactivación del sistema de aviso a la población y test silencioso en las sirenas, posibilitando la activación de las diferentes señales de sonido programadas, en modo individual, por grupos o global de las sirenas situadas en su ámbito.



EQUIPAMIENTO VSAT

Es posible que cada operador ofrezca un equipamiento diferente, pero para conocimiento técnico del proyecto, la instalación mínima contará con un terminal satélite con antena satelital con las siguientes especificaciones mínimas:

- Frecuencia transmitida 1626.5–1660.5 MHz
- Frecuencia recibida 1525–1559 MHz
- Frecuencia GPS 1574.42–1576.42 MHz
- IDU Grado de protección contra el polvo y agua IP-40
- ODU Grado de protección contra el polvo y agua IP-65. Tensión entrada +12 Vdc/+24 Vdc nominal



ROUTER 3G/4G/LTE

Para las comunicaciones móviles se propondrá un equipo con tecnología 3G/4G y LTE que permita comunicación de datos y VoIP, con un ancho de banda suficiente para la conexión de todos los elementos de gestión y su envío de datos desde el CGE.

Las especificaciones mínimas del equipamiento 3G/4G/LTE serán las siguientes:

- Router 4G/LTE con 1 Slot para SIM y 1 puerto ETH 100Mbps (mínimo) para poder conectar los distintos dispositivos (Switch, PC, etc.).
- Banda de trabajo LTE 1 (2100MHz) / 2 (1900MHz) / 3 (1800MHz) / 7 (2600MHz) / 8 (900 MHz) / 20 (800MHz).
- Velocidad mínima LTE Categoría 4 (150Mbps Downlink, 50Mbps Uplink).
- Se incluirá antena 4G.



5.2. Centro de gestión de emergencias secundario

Si el CGE principal pudiera verse afectado por la potencial onda de rotura, se deberá disponer, para la gestión de los Escenarios 2 y 3 de la situación de emergencia, un CGE secundario desde el que continuar con su gestión con las adecuadas garantías.

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de nuevos edificios para albergar esos centros, pudiendo consistir estos en simples casetas prefabricadas de dimensiones adecuadas, dotadas del siguiente equipamiento mínimo básico:

- Sistemas de comunicación. Como mínimo se dispondrá de dos sistemas para asegurar las comunicaciones en cualquier circunstancia climatológica.

Orden de preferencia	Servicio I	Servicio II
Fibra óptica	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
Móvil operador (3G, 4G, GPRS)	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
VSAT	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
Wimax - radioenlace	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
Radio (analógica-digital-TETRA)	Comunicación Sistemas de Aviso	

- Sistema de alimentación eléctrica. Deberá ser redundante y adecuadamente dimensionado para las necesidades previstas. Conexión a la red general y grupo electrógeno, por ejemplo, si bien se puede estudiar el uso de placas solares.
- Sistema Informático. En la medida de lo posible se tenderá a no dotar de infraestructura informática a estos Centros, para evitar hurtos o deterioro de los equipos. Es preferible dejar preparada una infraestructura sencilla para poder conectarse con equipamiento portátil.

5.3. Centro móvil de gestión de emergencias

En situaciones debidamente justificadas, como es el caso de presas situadas en zonas muy aisladas, sin instalaciones, o sin personal de explotación situado en las inmediaciones, por ejemplo, se puede utilizar un CGE móvil.

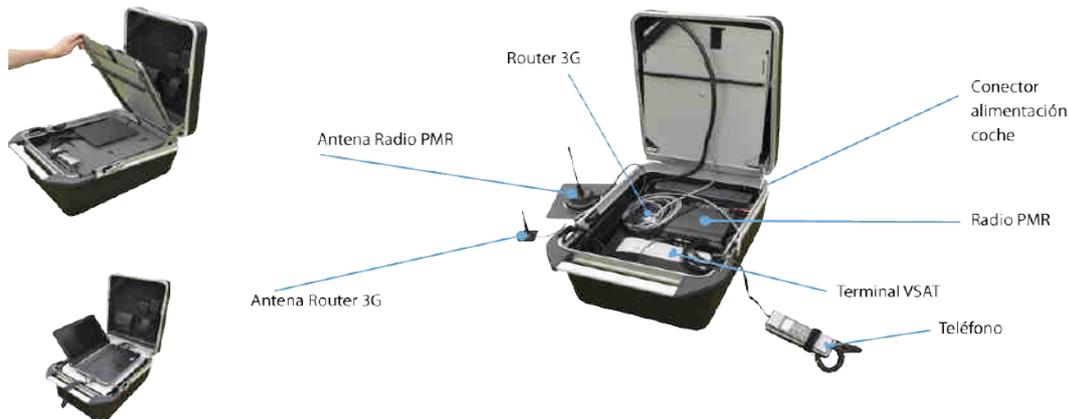
El CGE móvil podrá ser un maletín en cuyo interior se encuentre todo el equipamiento que sea necesario, tanto para poder efectuar el seguimiento de la gestión de la situación de emergencia como para llevar a cabo todas las actuaciones previstas en el Plan de Emergencia. Los recursos y servicios que debe ofrecer el CGE móvil deberán ser los mismos que los de un CGE convencional primario o secundario.

Para efectuar esa correcta gestión de la situación de emergencia y para asegurar las comunicaciones en todo momento, el CGE móvil deberá disponer, como mínimo, de:

- Maleta Portátil tipo "Trolley" de dos niveles, con ruedas, rugorizada, resistente y de dimensiones reducidas.
- Cierre de seguridad con llave.
- Alimentación dual: 220Vac y 12/24Vdc.
- PC/Servidor.
 - o Ordenador Portátil con procesador de última generación.
 - o Windows 10 PRO.
- Software de respaldo para la gestión del sistema de aviso a la población y la gestión de emergencias.
- Frontal de comunicaciones IP.
- Router 4G/LTE.
- VSAT BGAN con comunicación bidireccional con acceso a Internet, Intranets/VPN, VoIP y *multicast*.
 - o Compartimiento organizador para llevar documentos y pequeño material de oficina.

Actualmente los equipos VSAT no disponen de interfaz convencional de teléfono, por lo que las llamadas de voz se realizarán o bien desde el propio portátil o desde dispositivos móviles Android o IOS con conexión wifi al terminal VSAT, donde así se permite realizar llamadas vía Satélite o bien Red de Telefonía Móvil.

El centro móvil de gestión de emergencia dispondrá de comunicaciones VSAT y GPRS/3G/4G, pero adicionalmente, en función de los canales de comunicación habilitados para las sirenas, podrá disponer de equipamiento de radio y equipo de conexión a puntos de la red WIMAX.



5.4. Software de gestión de emergencias

Para optimizar la gestión de un Plan de Emergencia, es recomendable utilizar un Software que permita parametrizar el Plan y asegurar que todas las actuaciones a realizar (tanto de comunicaciones como de inspección) queden además registradas, de tal forma que en caso de necesidad permitiese justificarse fehacientemente las acciones que se han llevado a cabo.

Por otra parte, en las diferentes experiencias en implantaciones se ha observado que quizás en el desarrollo de este software se deberían contemplar otros aspectos que en el propio Plan no se detallan, por ejemplo, posibilitar una gestión del plan redundante entre Centro de Gestión y Centro de Control, poder consultar otros planes de la cuenca o tener acceso a datos y umbrales de auscultación de manera automática a disposición del Director del Plan de Emergencia y su equipo.

En resumen, este software debería tener capacidad para integrarse con diferentes plataformas, de forma que pueda trabajar con datos de auscultación, mantenimiento o del propio SAIH, así como permitir que la gestión del plan y activación de escenarios sea multipuesto y sincronizada con otros centros (de cuenca o móvil).

6. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Los sistemas de comunicaciones tienen una notable influencia sobre la gestión de las situaciones de emergencia, pero también están relacionados de forma muy directa con otros sistemas empleados hoy en día en la explotación de presas (auscultación, gestión de niveles, videovigilancia, mantenimiento, etc). Por ello, la correcta elección de un sistema de comunicaciones adquiere una grandísima importancia en el proceso de implantación de Planes de Emergencia, motivo por el que esta cuestión debe ser tratada en un punto exclusivo de esta guía.

Es preciso reconocer, en primer lugar, la rapidísima evolución de la tecnología en esta materia -en pocos años la tecnología móvil, cuyo uso es el más extendido, ha pasado del GPRS al 3G/4G/5G- y como ésta y los campos en los que se aplica se van adaptando de forma igualmente rápida a esa evolución.

Por ello, esta guía presenta las principales tecnologías existentes en la actualidad y que están suficientemente probadas, así como los principales factores que van a condicionar su utilización final: adaptabilidad a la necesidad que se desea cubrir, impacto económico de la inversión, seguridad y coste de su servicio en el tiempo.

Se estudiarán por separado los dos puntos focales que pueden condicionar la elección final del mejor sistema a adoptar: el Centro de Gestión de Emergencias (CGE) y los puntos de aviso a la población.

6.1. Sistema de comunicaciones del centro de gestión de emergencias

El CGE, cualquiera que sea su ubicación y su tipología, deberá estar equipado con sistemas de comunicación redundantes que garanticen unas condiciones de operatividad permanentes con todos los organismos implicados en la gestión de la emergencia, pero también con los sistemas de aviso a la población.

Los requerimientos de capacidad de dichas comunicaciones, en función de la cuantía de datos a enviar, oscilará, habitualmente, entre sistemas de media y de alta capacidad.

Caso 1. Comunicaciones del Plan de Emergencia

Es necesario disponer de dos canales de comunicación voz/datos para gestionar los diferentes escenarios previstos:

1. Comunicación de voz:
 - a. Fibra Óptica. Con su servicio de telefonía asociado.
 - b. Red telefonía Móvil GSM.
 - c. VSAT. Llamada a través de servicio telefónico asociado a conexión satélite o mediante terminal satelital específico.
 - d. Radio.
 - e. Red de telefonía fija.
2. Comunicación de datos:
 - a. **Hacia el exterior:**
 - ii. FIBRA.
 - iii. Móvil. LTE/3G
 - iv. VSAT. Conexión Satelital
 - v. Radioenlaces. Comunicaciones inalámbricas con la red corporativa o puntos con una buena conexión de red.
 - b. **Fax.** En la actualidad lo más implementado es el uso de proveedores fax a través de IP o email, pudiéndose usar con cualquier conexión de datos.
 - c. **Puntos de aviso a la población.** Misma conexión que se haya establecido en los puntos de sirena: radio, 3G-GPRS.

Caso 2. Otras comunicaciones

Además de los sistemas descritos para el Plan de Emergencia, es aconsejable aprovechar esta misma infraestructura de comunicaciones para dar servicio a otros sistemas existentes en la gestión diaria de la explotación:

- Auscultación, explotación. Mínimo media capacidad, 3G, VSAT, Fibra, Radioenlace.
- Videovigilancia. Fibra, Radioenlace. Se recomienda el uso de canales de alta capacidad y baja latencia en caso de querer ver sistemas de videovigilancia en directo o interaccionar con estos. En casos puntuales si no hay otra opción se puede usar también VSAT y LTE/3G.

Se recoge en la siguiente tabla un resumen de los diversos sistemas de comunicaciones más comúnmente usados.

Sistema Comunicaciones	Comunicación Datos Ancho de Banda	Comunicación Voz	Comentarios
FIBRA ÓPTICA	Variable (entre 50 Mbps-1 Gbps)	Disponible	Es preciso disponer de servicio de operador en las inmediaciones.
VSAT estaciones fija (parabólica)	(entre 256 Kbps – 20 Mbps)	Disponible	Algunos operadores prestan diferentes servicios de voz y datos, velocidad y capacidad de datos.
VSAT (terminal móvil / portátil)	No disponible	Disponible	La mayoría de los terminales no disponen de datos y en caso de disponer de ellos su coste es demasiado alto.
GSM/3G/LTE/5G	Variable (entre 256 Kbps-250 Mbps)	Disponible en redes públicas de operador y redes privadas para servicios en autoprestación	Se recomiendan las tecnologías 4G o 5G para la comunicación de datos de banda ancha. La tecnología 2G/GSM no se considera válida para comunicación de datos debido a su baja capacidad, y la 3G presenta una capacidad limitada. Se recomienda el uso de redes privadas para el soporte de casos de uso de comunicaciones críticas que requieran una alta disponibilidad y seguridad. Las redes públicas pueden usarse para casos de uso no críticos o como redes de respaldo (backup).
RADIOENLACE	Variable (entre 2 Mbps- 10 Gbps)	Infraestructura propia	Necesario disponer de visión con infraestructura propia de comunicaciones.
WIMAX	Variable (entre 512 Kbps- 40 Mbps)	Infraestructura propia	Necesario disponer de visión con infraestructura propia de comunicaciones. Esta tecnología se encuentra en proceso de obsolescencia por lo que no se recomienda su uso. [DLF Tecnología desfasada]

6.2. Sistema de comunicaciones con los puntos de aviso a la población

En el caso de utilización de sirenas como sistema de aviso de la población, éstas deberán poder comunicar directamente, y de forma simultánea por los dos canales de comunicación previstos con los siguientes elementos de control:

- Elemento de activación ubicado en el CGE.
- Elemento de activación situado en el Centro de Control de Cuenca en su caso. Si uno de los dos canales de comunicación con las sirenas es vía radio, la comunicación de dicho canal con las sirenas se realizará a través del CGE, mientras que el otro será directo entre ellas y el Centro de Control de Cuenca.
- Elemento de activación situado en el CGE móvil en su caso.
- Además, se tendrá en cuenta que la capacidad necesaria para la transmisión de datos hacia éstas es baja, que el sistema de comunicaciones debe ser seguro, con bajo consumo energético y sencillo de implantar.

Se recomienda estudiar las siguientes alternativas, enumeradas por orden de preferencia:

1. **GPRS/3G/4G/5G.** Utiliza la red de los operadores comerciales como medio de transmisión de datos. En los correspondientes contratos a celebrar con ellos se debe dar de alta la modalidad de *tarifa* (suele ser suficiente con unos 50Mbytes/mes por punto de aviso), y se recomienda usar soluciones de tipo M2M, en las que los equipos no están conectados a internet, sino que están dentro de una propia intranet/VPN, para dotar a las comunicaciones de una mayor seguridad. El cambio de operador por contrato CORA que obligaría a sustituir todas las tarjetas SIM empleadas en los puntos de sirena, se podría solucionar en remoto sustituyendo una sola vez esa tarjeta SIM por una fija eSIM GSMA v3.2, siempre que lo admita el dispositivo módem correspondiente.
2. **Sistemas TETRA.** Se trata de la opción más recomendable ya que disponen de este tipo de sistemas en la actualidad distintos organismos de seguridad (Policía Nacional, Autonómica o Protección Civil, por ejemplo), permitiendo la incorporación de determinadas administraciones, para disminuir costes y generar sinergias, por lo que su utilización beneficia no solo la gestión sino a determinados territorios.
3. **Radio digital.** Necesita enlace directo entre sirena y CGE, o entre sirenas entre sí para llegar al CGE, y es una opción muy fiable al ser digital la transmisión de la señal.
4. **Radio analógica.** Se trata de un concepto similar al anterior, pero en el que la transmisión se efectúa de forma analógica.
5. **WIMAX.** Este sistema de comunicaciones es el más restrictivo en cuanto a la necesidad de visibilidad entre el punto de sirena y la red de comunicaciones, pero puede ser interesante su utilización en aquellos casos en los que se prevea instalar además, en las sirenas, sistemas de videovigilancia, o se conecten a ellas otros posibles usos.

Se recogen y resumen en la siguiente tabla, con carácter orientativo, las principales características básicas de todos los sistemas anteriores, para facilitar su elección:

Sistema	Ancho de Banda	Seguridad	Coste Equipo	Consumo (W)
Sistemas TETRA. (UHF)	Entre 9 – 30 kbps	Alto canal dedicado	Medio < 2.000 €	5 – 10
Radio Digital. (VHF – UHF)	Entre 9 – 30 Kbps	Alto canal dedicado	Bajo < 1.000 €	1,5 – 6
Radio Analógica. (VHF – UHF)	Entre 4 – 15 Kbps	Alto canal dedicado	Bajo < 1.000 €	1,5 – 6
GPRS/3G/4G/5G	Variable Entre 16 – 350 kbps – 10Mbps	Recomendado crear una VPN	Bajo < 1.000€	2,5 – 8
Wimax	Variable Entre 1Mbps – 100Mbps	Medio. Preciso de uso de VPN.	Medio < 2000 €	8 - 16

El mantenimiento de todos estos sistemas es el habitual y no requiere de grandes inversiones. En el caso del Wimax, si la red es compleja con muchos puntos o repetidores, puede aumentar considerablemente su mantenimiento.

Cualquiera de los sistemas anteriores se podrá utilizar tanto como canal principal como secundario. En el hipotético caso de que sólo sea posible y viable la comunicación mediante un único sistema, se propondrá el uso de este para ambos canales, principal y secundario. Esta solución deberá validarse por el Comité de Implantación.

Para garantizar la viabilidad de las comunicaciones en los casos de uso del sistema radio, se realizarán los estudios radioeléctricos oportunos.

6.3. Estudios radioeléctricos

6.3.1. Sistemas TETRA, radio digital y analógica

El objetivo básico de la realización de un estudio radioeléctrico para crear una red de comunicaciones tipo radio para el Sistema de Aviso es validar que cada punto de sirena dispone de un enlace directo y con alta disponibilidad (la disponibilidad medida en % indica la calidad del enlace, lo típico son niveles cercanos al 98%) con el CGE.

Para realizar este primer estudio, se pueden utilizar diferentes programas que hay en el mercado. En el Anejo 1 se incluyen una serie de directrices a estos efectos.

6.3.2. Telefonía móvil

Por otra parte, para el estudio que debe realizarse en el diseño de la red de móvil (LTE/3G/4G/5G/GPRS) como segundo canal de comunicaciones, es importante conocer los mapas de cobertura que se pueden obtener de los diferentes operadores de telefonía móvil tanto para comunicaciones de voz como de datos (alternativa de comunicaciones 3G/4G de la presa o comunicaciones con puntos de aviso con la población, M2M). Esto tiene una gran relevancia ante los problemas que se están produciendo por el cambio de operador en el contrato de comunicaciones CORA de la Administración General del Estado. El hecho de conocer con detalle la cobertura y nivel de señal de los tres principales operadores (Movistar, Vodafone y Orange) evitará sorpresas o problemas técnicos difíciles de resolver en la elección de las ubicaciones de los puntos de aviso.

Otro problema muy frecuente son las “**zona de sombra**”: zonas dónde teóricamente debería existir un nivel de cobertura óptimo pero que no es así, por diversos factores geográficos o físicos. Para evitar ese riesgo, se aconseja realizar comprobaciones in situ de cada ubicación (puesto de sirenas, centro de gestión de emergencia o salas de explotación), sin necesidad de realizar costosas inversiones en equipos especiales para estas mediciones. Bastaría simplemente con instalar en teléfonos móviles estándar particulares de diferentes operadores, una aplicación o APP denominada **G-NetTrack**, disponible al menos para teléfonos Android y que se puede descargar gratuitamente desde Play Store. Obviamente, el uso de este tipo de herramienta no aporta datos precisos ni, por tanto, cumple los requisitos de un “estudio radioeléctrico”, pero sirve de apoyo en los replanteos antes de realizar el estudio o la obra. Tampoco es la única APP que proporciona datos de la cobertura móvil, ya que existen otras similares y, posiblemente, a corto plazo vayan apareciendo nuevas aplicaciones con mejores funcionalidades.

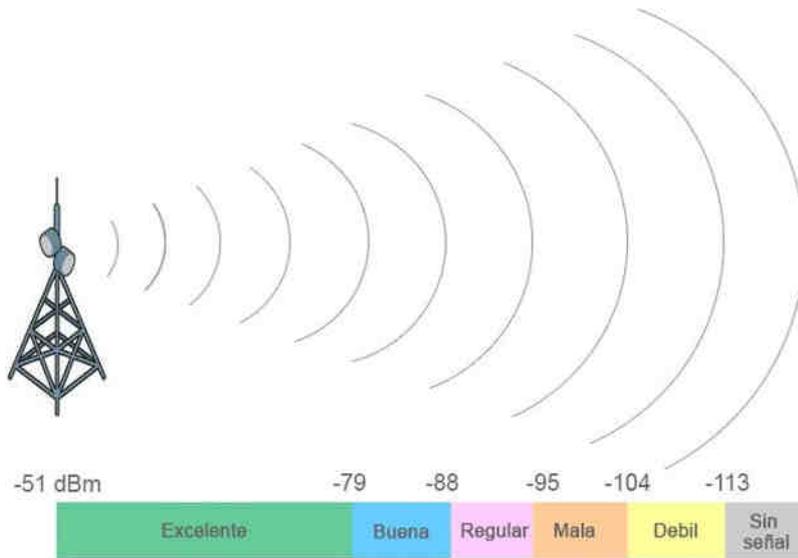
Una vez instalada, y habilitando los permisos oportunos (ubicación, tráfico de datos, llamadas, etc.), la aplicación ofrece interesantes datos de cobertura en la posición en la que se encuentra el móvil, o una monitorización de los datos con el tiempo o con la distancia para conocer zonas de sombras o con alta intensidad de señal.

En la última pestaña denominada COCHE se da un resumen de los datos registrados:

TIPO: es el **tipo de red móvil** recibida. Adoptan diferentes siglas; las 2G (CSD, GPRS, EDGE de peor a mejor), 3G (UMTS, HSPA y HSDPA) y, por último, 4G/5G (LTE). La cobertura de comunicaciones M2M es compatible con todos los sistemas GSM (2G/3G/4G/5G).

Otro indicador interesante es el **nivel de la señal** recibida identificada por **RSCP** para 2G/3G o **RSRP** para 4G/5G. Las unidades de este indicador están en escala logarítmica dBm referidos a potencias en mW y siempre con valores negativos. El valor máximo se corresponde con los -51 dBm que se registran junto a un repetidor de telefonía, mientras que el mínimo para establecer una llamada es de -113 dBm.

La siguiente imagen muestra cómo calificar este nivel de señal recibido:



La **calidad de la señal** viene determinada por el parámetro **ECNO** (2G/3G) o **RSRQ** (4G/5G). Se expresa también en dB (logarítmico) con valores negativos. La siguiente tabla muestra el rango de calificaciones de la calidad:

	ECNO ó RSRQ
Excelente	≥ -10
Buena	$-10 \sim -15$
Regular	$-15 \sim -20$
Mala	≤ -20

A continuación, se muestran pantallas de esta aplicación:



El último contrato centralizado CORA de telecomunicaciones Tipo 2 (comunicaciones móviles para voz y datos) fue adjudicado a Vodafone entrando en vigor el 01/03/2022 y teniendo prevista su finalización el 10/9/2023, aunque el plazo de ejecución se puede prolongar 5 años mediante prórroga. A este contrato se presentaron Vodafone, Orange y Movistar. El parámetro NMC utilizado en la APP identifica al operador: 01 para Vodafone, 03 para Orange y 07 para Movistar.

6.4. Aspectos relativos a la seguridad

En la implantación de cualquier Plan de Emergencia es imprescindible tener en cuenta la seguridad tecnológica – informática de la solución, como aspecto esencial a considerar para el diseño de ésta.

Por ese motivo, ha de tenerse presente lo siguiente:

- En el caso de que en la organización exista un departamento específico dedicado a la tecnología/comunicaciones, será preciso establecer con éste las medidas de seguridad a implementar para conseguir una solución suficientemente segura y acorde a los requisitos establecidos por el departamento que posteriormente deberá llevar su mantenimiento.
- Se procurará recurrir, preferiblemente, a sistemas con conexiones VPN que interconecten entre sí los elementos necesarios, que permitan controlar el tráfico que fluye desde y hacia internet, así como los que eviten su conexión directa a internet. En el caso de utilización de redes móviles, los propios operadores disponen de capacidad para aislar las comunicaciones directamente sin necesidad de añadir hardware o software adicional.
- Se procurará utilizar la segmentación de redes, cuando sea posible (auscultación, telecontrol, Plan de Emergencia, cualquier otra).
- Se procurará implementar una topología de red que tenga múltiples capas.
- Se emplearán protocolos de red confiables y seguros, y servicios donde sea posible (servicio de M2M, en redes móviles, TETRA en radio).
- En el caso de utilizar comunicaciones vía radio, se recomienda usar radio digital con claves de codificación y encriptación.
- Los equipos de telecontrol deberán emplear protocolos de comunicaciones con encriptación. En caso de no ser posible, se deberá asegurar que la comunicación queda encriptada y aislada de toda posible interceptación.
- Los accesos desde el exterior a los sistemas de control deberán ser siempre a través de conexiones encriptadas y mediante el uso de sistemas de clave de seguridad.
- Se deberán catalogar y monitorizar todas las conexiones remotas a la red.

6.5. Comunicaciones de la presa con el centro de gestión de emergencias o con las oficinas situadas en las inmediaciones

En primer lugar, ha de recordarse que en caso de que la gestión de la emergencia se realice desde un lugar que no esté en las inmediaciones de la presa, es preciso asegurar que las comunicaciones con el entorno de la presa estén permanentemente en condiciones de operatividad, incluso en situaciones atmosféricas adversas. Por ello, la solución adoptada en el PIPE en estos casos debe analizar y prever específicamente un sistema de comunicaciones que cumpla con estas premisas, y dependiendo de la fiabilidad ofrecida por las alternativas disponibles, esto podría requerir de la inclusión de un sistema secundario de seguridad para dicho sistema.

No obstante, con carácter general para mejorar el conocimiento de todo lo que se hace alrededor de las presas, para facilitar la toma óptima de decisiones, o para realizar una adecuada gestión del Plan de Emergencia, por ejemplo, es muy necesario efectuar una adecuada conexión de las oficinas situadas en las inmediaciones de la presa con todos los equipos que de una forma u otra van a permitir tener ese conocimiento, controlar esas situaciones, facilitar esa toma de decisiones, o activar la declaración de los distintos escenarios de emergencia: pluviómetros, limnómetros, posición de las compuertas, lecturas de elementos de auscultación, estado de baterías, de la conexión de las redes de comunicaciones, etc.

Por ello, las mejoras que puedan implementarse en las comunicaciones internas, frente a las externas para las conexiones con otros organismos, redundarán en una mejor gestión de la explotación diaria y, por lo tanto, de la gestión de las situaciones de emergencia contenidas en el Plan de Emergencia.

Si la presa dispone de una red interna de fibra óptica, se podrían incluir en ella, además, otros elementos necesarios (armarios, repartidores, convertidores, electrónica de red, etc.) para conectar e integrar otros sistemas complementarios de la explotación: videovigilancia o anti intrusismo, por ejemplo, o elementos de comunicación en zonas sin cobertura.

La existencia de una red interna de fibra óptica permitiría, además, enlazar teléfonos *ip* en el interior de las galerías con la centralita telefónica, como medida de seguridad personal.

En caso de no disponer de dicha red, se indican a continuación unas características básicas y unos criterios sencillos para su adecuada definición.

- **Red de fibra óptica**

La comunicación entre los armarios distribuidos por la presa y el rack de las oficinas de la presa o el CGE, se realizará a través de una fibra óptica multimodo OM3 para intemperie, de 12/24/48 hilos. La elección del número de hilos se hará en previsión de futuras ampliaciones.

- **Equipo Switch**

Para la correcta comunicación a través de la red de fibra óptica entre el rack situado en las oficinas de la presa, o el CGE, y los armarios distribuidos por la presa, se dispondrá un Switch de red que cumpla las siguientes especificaciones mínimas:

- Conmutador *Fast Ethernet* (mínimo), con sistema de gestión que permita:
 - Redundancia mediante protocolos como RTSP IEEE 802.1W como mínimo, u otros más avanzados.
 - Implementación de VLAN mediante estándar IEEE 802.1Q
 - Número de puertos: 6x RJ45 + 2 puertos FO con conectores ST o SC.

Se trata de un conmutador/Switch gestionable que permite su funcionamiento en configuración tipo anillo entre el resto de Switches de fibra distribuidos.

- **Repartidores**

Se instalarán en los puntos intermedios o finales de la línea de fibra óptica, y cumplirán las siguientes especificaciones:

- **Repartidor puntos intermedios:**
 - Caja de fibra óptica mural.
 - Uso tanto en exterior como en interior (IP 65).
 - Puerta con mecanismo y cerradura de seguridad con llave.
 - Permitirá instalar en su interior hasta 12/24/48 hembras pasamuros SC o LC.
- **Repartidor rack:**
 - Alojara los extremos de los cables de fibra óptica, dando protección a los empalmes y permitiendo conexiones.
 - Extraíble y con sistema de apertura/cierre rápido.
 - Preparado para alojar en su interior hasta 48 fibras y 2 casetes de 24 empalmes cada uno.



- **Cable:**

Se utilizará cable del tipo UTP CAT6A mínimo.

7. SISTEMAS DE AVISO

Tal y como establece la *Directriz básica de planificación de protección civil frente al riesgo de inundaciones*³, se utilizarán sistemas de aviso a la población afectada en la zona correspondiente a la primera media hora desde el inicio del fallo o rotura de la presa.

Actualmente se dispone de los sistemas de aviso a la población que se enumeran a continuación. La propuesta, elección y validación final del sistema utilizado le corresponderá al Comité de Implantación, en función de las características y realidad existente alrededor de cada Plan de Emergencia a implantar.

- Sirenas.
- Aplicaciones informáticas (APP).
- Avisos telefónicos mediante SMS.
- Avisadores Individuales.
- Sistemas compartidos con Protección Civil.
- Llamadas directas.

Además de los anteriores, se podrá utilizar cualquier otro cuya efectividad haya quedado demostrada en la práctica para prestar el servicio previsto para el mismo: avisar a la población situada en la zona de riesgo de la primera media hora. En este sentido, podrían mencionarse algunos intentos de innovación con sistemas como drones, cuya utilización no es viable por las limitaciones prácticas y legales existentes.

7.1. Sirenas

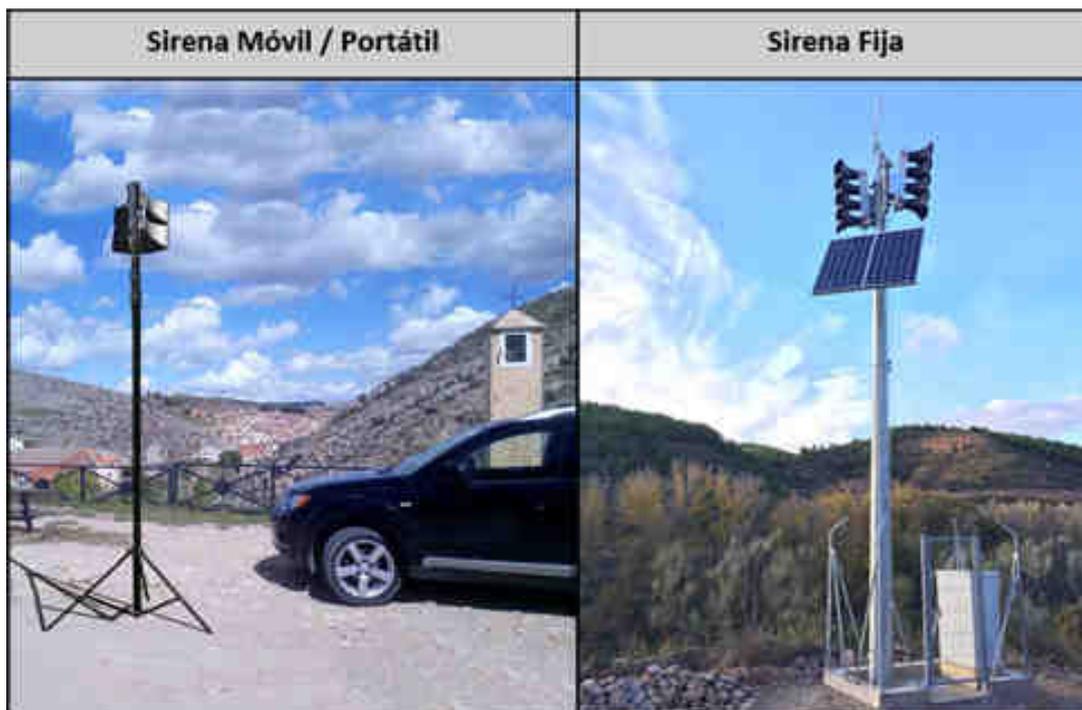
Pueden ser de tipo fijo o móvil, debiéndose justificar en este segundo caso las ventajas de utilizar esta opción frente a la primera. De aceptarse esta posibilidad, deben estar permanentemente disponibles y en estado de utilización inmediata, y deben poder instalarse en los puntos de aviso previstos en el Plan de Emergencia de forma inmediata desde donde se encuentren almacenadas. Tanto el recorrido que se debe seguir para su instalación como sus características técnicas deben estar fijados y aprobados por parte del Comité de Implantación.

Actualmente se emplean de manera generalizada sirenas electrónicas para el aviso a la población, dado que las de tipo neumático han quedado obsoletas para poder cumplir con los requerimientos exigidos a día de hoy.

Su tecnología se basa en la reproducción de un sonido de alerta, que la población situada en la zona cubierta por la misma debe reconocer.

El sistema de aviso por sirenas electrónicas aporta muchas ventajas en cuanto a seguridad, ya que están siempre disponibles para su activación con redundancia en canales de comunicación y requisitos de autonomía de las baterías (3 días), además del control de las mismas. Otras alternativas de avisos a la población como las APP, avisos por SMS, o llamadas directas dependen de un solo canal de comunicación. Además, los sistemas de alarmas por sistemas de sirenas electrónicas permiten ampliar la cobertura en el caso de que haya nuevas afecciones (p.e., nuevas viviendas) dentro de la zona inundable simplemente orientando y/o aumentando la potencia de las sirenas.

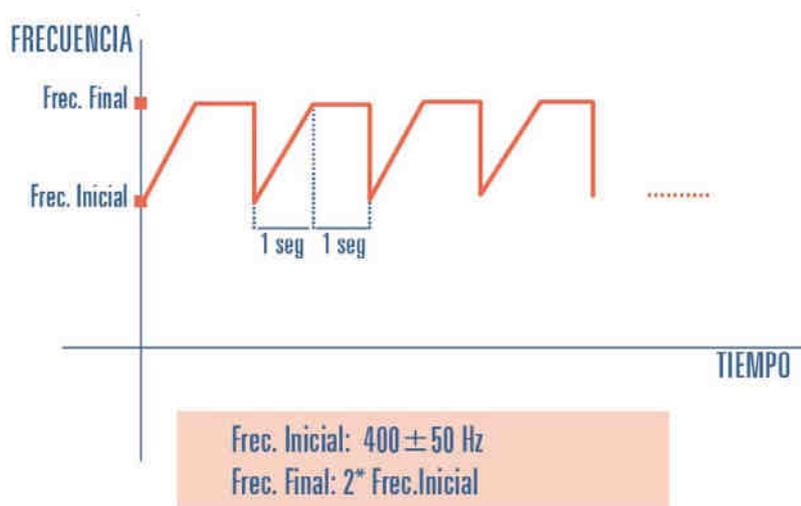
³ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-3865>



En cuanto a los sonidos que deben emitir, son los que, con carácter general, se recogen en la *Guía para la Implantación del Plan de Emergencia de Presa*⁴. Son los siguientes:

- **Sonido de inicio de emergencia:** Consiste en una secuencia de tramas de un minuto de duración formadas por 30 ciclos de 2 segundos, en los que durante el primer segundo el sonido asciende y durante el segundo siguiente se mantiene constante en una frecuencia aguda. Cada trama estará separada de la anterior por un intervalo de silencio de 5 segundos.

De forma gráfica, la señal sería la siguiente:



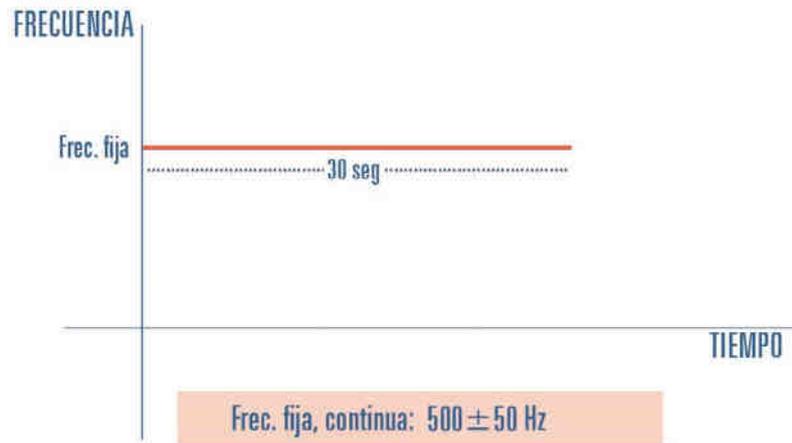
Diversos estudios han demostrado que el aviso de alarma con una frecuencia sonora ascendente se asimila mejor por parte de la población con una acción de evacuación, mientras que una frecuencia de tipo ascendente/descendente se relaciona mejor con un acto de confinación.

⁴ Elaborada por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias y aprobada en la Permanente del Consejo Nacional de Protección Civil del 11 de mayo de 2017.

⁵ https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/guiaparalaimplantaciondelplandeemergenciadepresa_tcm30-444634.pdf

- **Sonido de fin de emergencia:** Consiste en una emisión sonora de frecuencia $500\text{Hz} \pm 50\text{Hz}$, de tipo lineal y continua con una duración de 30 segundos.

Señal que de forma gráfica sería así:



- **Sonido Prueba Técnica:** Señal que se será usada por los técnicos / Comités de Implantación para la realización de pruebas sonoras, efectuar medidas o pruebas acústicas.

La señal constará de tres partes:



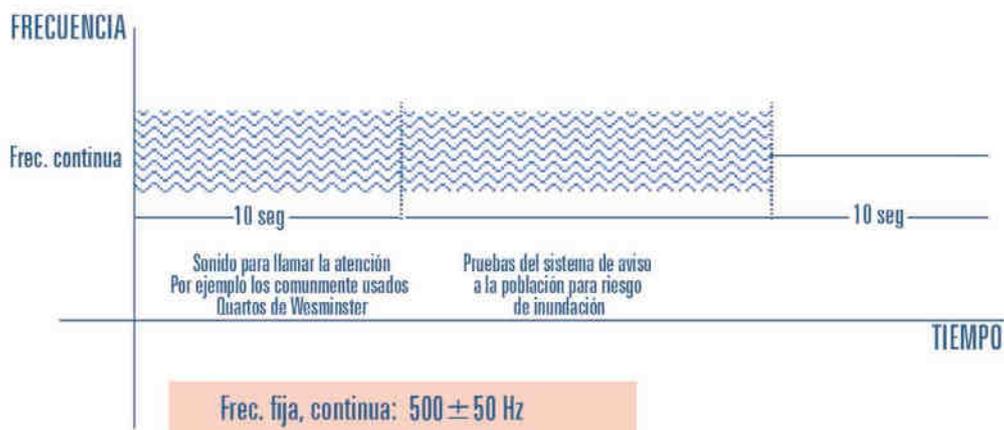
Sonido de aviso para que la gente preste atención
(Ejemplo. Cuartos de Westminster)
duración aprox 10 seg



Mensaje Vocal
Pruebas del sistema de aviso a la población para riesgo de inundación



Tono de Fin de Emergencia:
Mismo sonido de fin de emergencia pero con duración de 10 seg



- **Mensajes pregrabados:** Además de los sonidos de inicio y fin de emergencia, las sirenas pueden disponer de mensajes vocales pregrabados. Estos mensajes estarán dispuestos en el espacio de silencio, en el caso de sonido de inicio de emergencia, y al final del de fin de emergencia.

Algunos ejemplos prácticos de este tipo de mensajes pueden ser los siguientes:

- Mensaje pregrabado en caso de Emergencia: *“Atención. Atención. Emergencia por riesgo de inundación. Diríjense al punto de concentración.”*
- Mensaje pregrabado en caso de Fin de Emergencia: *“Atención. Atención. Se ha declarado el fin de la emergencia por riesgo de inundación.”*

Para las pruebas de simulacros donde sea necesario activar los sistemas de aviso a la población, los sonidos a utilizar deberán ser los mismos que en la situación real, para que así la población pueda asimilar los sonidos implantados.

Opcionalmente a los sonidos reales, en caso de realización de simulacros, se podrían añadir mensajes vocales pregrabados del tipo: *“Atención. Atención. Esto es un simulacro del sistema de aviso a la población ante riesgo de inundaciones. Esto es un simulacro.”*

Antes de la realización de cualquier simulacro se debe haber avisado previamente a toda la población situada en la zona de la media hora y cubierta por el sistema de sirenas.

● ESTUDIO ACÚSTICO

Una vez revisadas, identificadas y ubicadas geográficamente todas las afecciones, es preciso realizar los correspondientes estudios acústicos para definir y optimizar el número de puntos de aviso a la población, así como la configuración más adecuada de estos, de modo que con todos se cubra acústicamente todas ellas, tal y como se establece en las normas técnicas.

Para la realización de esos estudios se utilizarán herramientas informáticas específicas adecuadas (software) cuyo objetivo es dar a conocer la atenuación de las fuentes sonoras en el exterior por la presencia de todos los obstáculos que puedan encontrarse durante su propagación.

Los estudios se realizarán teniendo en cuenta la orografía y las afecciones que a las ondas sonoras les produce ésta, así como todos aquellos obstáculos (edificios, carreteras, bosques, etc.) que puedan afectar a dicha transmisión.

De manera general, no se permitirá la realización de estudios acústicos simplificados bajo la hipótesis de orografía plana.

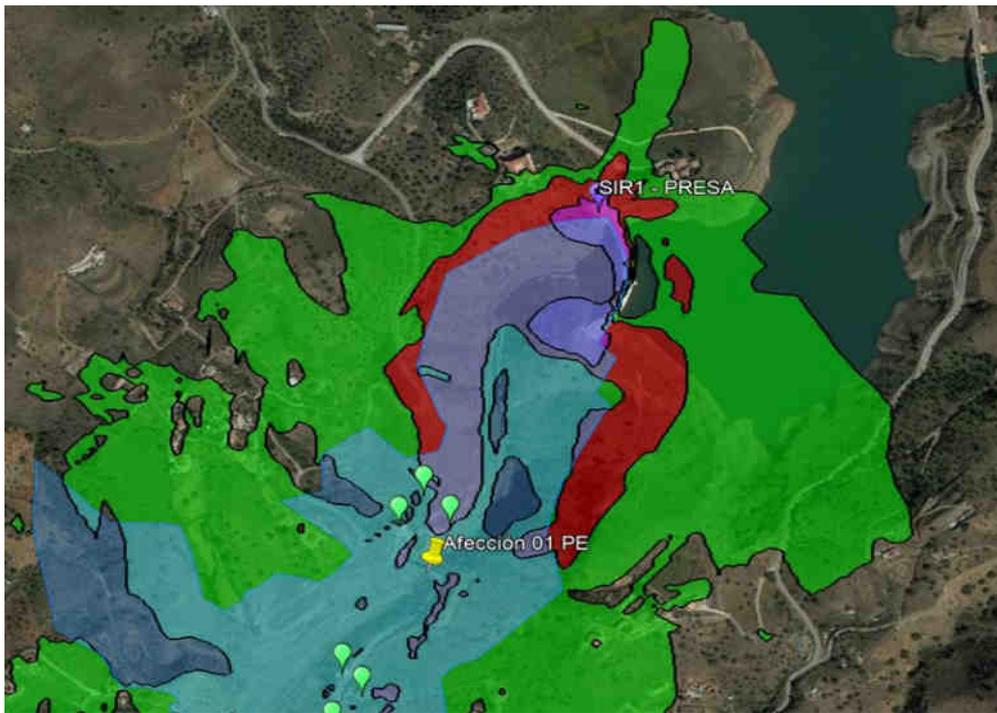
Se elaborarán planos de situación en los que se representen afecciones, puntos de aviso, cobertura acústica y potencia sonora recibida en las afecciones⁵, de modo que posteriormente se pueda verificar el cumplimiento de esa cobertura teórica con mediciones efectuadas in situ.

El objetivo básico de la realización de un estudio acústico para el Sistema de Aviso a la Población es definir con claridad los diferentes niveles de presión acústica en base a los criterios de 65 dBA en zonas rurales y 75 dBA en zonas urbanas. Aunque se debe tener en cuenta que estos valores son una recomendación, y así se debe transmitir al Comité de Implantación, ya que lo que se busca es que los mensajes de alarma estén por encima del nivel de ruido ambiente unos 10dB por encima, que es lo que se considera que el oído percibe como estado de alerta.

También debe quedar claro que el aviso es para las “Zonas de Afección Exterior”. No se debe tener en cuenta el interior de edificios ya que, como es lógico, no sería posible llegar a todos los edificios interiores. Para el aviso interior hay otros sistemas como: televisión, radio, redes sociales, SMS móvil, todos ellos gestionados por Protección Civil.

En el Anejo 2 se incluye un procedimiento para la realización de un estudio acústico.

⁵ En el caso de las edificaciones, en su exterior. Nunca en el interior de las mismas.



-  **Afección potencial identificada en Plan de Emergencia**
-  **Afección potencial no identificada en el Plan de Emergencia**
-  **Lámina de inundación 30 minutos.**
-  **Sirena**
-  **Isófono 65-75 dBA** -  **Isófono 75-85 dBA** -  **Isófono >85 dBA.**

• UBICACIÓN DE PUNTOS DE AVISO A LA POBLACIÓN

Son frecuentes los siguientes emplazamientos y las siguientes recomendaciones para lograr la máxima efectividad:

- **Junto al Centro de Gestión de Emergencias.** En este caso la electrónica de la sirena se ubicará dentro del edificio aprovechando la infraestructura. Los equipos de comunicaciones del Centro de Control de Emergencias y sirena podrán ser compartidos.
- **Zonas aisladas.** Debe procurarse que su situación sea lo más próxima posible a caminos o carreteras.
- **En poblaciones.** Se procurará instalarlas, en primer lugar, en edificios municipales. En caso de no disponer de estos o no ser viables técnicamente, se buscarán alternativas viables que eviten retrasos en su instalación.

Y complementariamente, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- **Accesos.** Deberán tener fácil acceso tanto para facilitar su implantación como para su futuro mantenimiento.
- **Presencia de obstáculos.** Se deberá evitar, siempre que sea posible, cualquier obstáculo que pueda alterar la difusión natural del sonido.
- **Punto de ubicación.**
 - o Deberán instalarse, de forma prioritaria, en terrenos o instalaciones públicas (ya sean del Estado, de la Administración autonómica o de la local), con el fin de evitar la tramitación de expedientes de expropiación, reducir el coste asociado y los posibles problemas añadidos.
 - o Si se hace sobre torres, fachadas o cubiertas, se deberá incluir en el proyecto los correspondientes cálculos justificativos que garanticen la seguridad estructural de los soportes.

- **DEFINICIÓN DE SIRENAS**

Como resultado del estudio acústico para cada punto de sirena se detallarán:

- Coordenadas geográficas y UTM.
- Número de sectores.
- Número de difusores de cada sector.
- Orientación de cada sector.
- Potencia sonora (dB @30 m) de cada sector.
- Altura de los difusores.

En lo que se refiere a su activación/desactivación/control, se deberá poder realizar desde diferentes puntos de forma totalmente independiente:

- Desde el Centro de Control de Cuenca.
- Desde el PC Operador ubicado en el CGE. Esta activación se realizará a través del Scada Local.
- Desde el Panel de activación local ubicado en el CGE.
- Desde el CGE móvil, en el caso de que exista.
- Desde la propia sirena, mediante pulsadores programados con funciones. Para evitar posibles activaciones por error de pulsación, será imprescindible que estos pulsadores dispongan de una carencia temporizada en la pulsación de 2 segundos como mínimo.

- **SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**

Hoy en día, por las posibilidades que ofrecen en cuanto a movilidad y a su carácter renovable, los sistemas de alimentación fotovoltaicos son los que se utilizan con mayor frecuencia, junto con baterías de acumulación.

Para lograr un óptimo diseño de la instalación se deberán realizar los correspondientes estudios de consumo eléctrico de todos los elementos conectados al sistema (sirenas, comunicaciones, etc.) y, en base a ellos, y en función de la radiación solar de cada zona y su orientación, se determinará el número de paneles fotovoltaicos necesarios, así como las características y número de las baterías a disponer.

El sistema fotovoltaico garantizará, como mínimo, una autonomía mínima de 3 días, con una reserva de al menos 10 minutos para la activación de las sirenas.

En el caso de sirenas ubicadas en las inmediaciones de las infraestructuras de la presa, del CGE, o de edificios municipales, se utilizará, preferentemente, alimentación eléctrica convencional y las correspondientes protecciones eléctricas.

En el Anejo 3 se incluye, un ejemplo de cómo abordar el dimensionamiento de paneles fotovoltaicos e, igualmente, en el Anejo 4, otro relativo a un estudio de autonomía de baterías.

El proyecto de implantación debe definir la estructura de soporte necesaria para alojar el sistema de aviso, los detalles para montar difusores, placas solares, antenas de comunicaciones y demás aparataje.

Los difusores se situarán por encima de los 11 metros para garantizar la elevación del sonido y una mejor transmisión de este.

Se seleccionarán, preferentemente, estructuras de tipo columna en vez de tipo torre, por las facilidades de montaje y traslado que ofrecen.

Se realizarán los cálculos de solicitaciones sobre la columna que certifiquen que tiene las características mínimas para soportar los esfuerzos resultantes, así como los correspondientes cálculos de estabilidad exigidos frente a las acciones de carga y viento.

El proyecto incluirá el dimensionamiento y cálculo de la correspondiente cimentación de la estructura.

- **PROTECCIÓN DE EQUIPOS**

Todos los equipos asociados al sistema de aviso a la población quedarán instalados en el interior de un armario de control fabricado en acero inoxidable con protección IP65 y IK10, según la norma UNE-EN 50102.

Además, para aumentar el nivel de protección de los elementos instalados en su interior y de las baterías frente a los agentes atmosféricos y los actos vandálicos, el armario se instalará, preferentemente, en el interior de una hornacina prefabricada de hormigón armado.

La hornacina quedará cerrada por una puerta metálica con grado de protección IK10, según la norma UNE-EN 50102. La hornacina será diseñada para instalarse a la intemperie, deberá disponer protección contra la corrosión y elementos de seguridad contra la intrusión mediante cierre con llave.

En el caso de que no exista espacio suficiente para instalar el armario y la hornacina, situación muy frecuente en núcleos urbanos, el armario se colgará sobre la columna como mínimo a 2 m de altura sobre el suelo.

En el caso de que sea previsible la vandalización de los equipos, esa altura se podrá aumentar hasta la altura necesaria que minimice esa posibilidad.

- **MEDIDAS ANTIVÁNDALICAS**

Cuando los puntos de aviso a la población queden situados fuera de zonas urbanas, se recomienda disponer un vallado perimetral para aumentar su seguridad.

Ese cerramiento puede efectuarse con valla convencional de 5 mm de diámetro y 100x50 mm de abertura dispuesta sobre postes de acero de 50 mm de diámetro y 2 m de altura.

El cerramiento deberá tener puerta de paso de 1 x 2 m constituida por puerta metálica o de valla del mismo tipo que la del resto del cerramiento.

- **BATERÍAS**

Para mantenerlas permanentemente cargadas, las baterías podrán ser alimentadas por un regulador de tensión (220V), en el caso de alimentación mediante energía eléctrica convencional, o por un regulador fotovoltaico, en el caso de alimentación vía paneles solares.

Las baterías deberán permitir, obligatoriamente, alimentar la sirena y disponer de una autonomía eléctrica de reserva para garantizar el accionamiento y funcionamiento de ésta durante un tiempo mínimo. Esa autonomía será de 3 días en *stand-by*, con 10 minutos de reserva para poder activarla y garantizar su funcionamiento durante ese tiempo.

Se utilizarán baterías de ciclo profundo, sin mantenimiento, de 12 V en corriente continua y mínimo 75 Ah, con tiempo de descarga prolongado.

Por otra parte, el sistema de alimentación y el nivel de carga de las baterías serán controlados por la propia unidad de control del sistema de aviso, disponiendo de la utilidad de autocomprobación desde el software *Scada* de Gestión del Plan de Emergencia, y que además deberá ser accesible desde cualquier dispositivo conectado a internet.

Para verificar la idoneidad de las baterías deberá realizarse un estudio de consumo de los equipos durante 10 minutos a plena carga y 72 h en *stand-by*. En función de los resultados de dicho estudio se instalarán 2/4 baterías de 75 Ah/100 Ah.

- **EQUIPAMIENTO DE COMUNICACIÓN 3G/4G/LTE**

Estará compuesto por un *router* y antena omnidireccional tipo lapa (conector SMA standard, sin plano de tierra, polarización vertical, impedancia 50 ohms, potencia máxima 10 W y ganancia 1 dBd).

- **EQUIPAMIENTO DE COMUNICACIÓN RADIO**

En aquellos casos en los que sea viable la utilización de la radio como canal de comunicación de las sirenas se instalará un equipo de comunicaciones radio VHF/UHF o similar. Incluirá emisora (25 W de potencia, IP54, MIL-STD-810, módem transparente, impedancia de antena 50 ohms, temperatura de funcionamiento -20 a 60°C) y antena directiva de 3 dB mínimo (impedancia 50 ohms, potencia máxima 150 W, polarización vertical-horizontal).

Se tendrá que solicitar el uso privativo de una red de dominio público radioeléctrico (en banda estrecha), a la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, con el pago de las tasas correspondientes y presentar la Autorización de Puesta en Servicio de la red solicitada.

7.2. Avisadores individuales

Siempre que se justifique adecuadamente, en el caso de afecciones de tipo aislado cuya cobertura mediante la instalación de sirenas fijas o móviles pueda ser complicada, podrá preverse la instalación de avisadores acústicos individuales de alta fiabilidad.

Los avisadores individuales dispondrán únicamente de un canal de comunicación (GPRS/3G o Radio Analógica/Digital) que, obligatoriamente, deberá reproducir completamente las señales definidas como emergencia, fin de emergencia y prueba técnica.

También deberá incluir un panel a base de LEDs que indique la recepción de alertas de emergencia, estado de baterías (cargadas o bajas) y recepción de señal de prueba.

Sus principales características serán las siguientes:

- Preferentemente conexión a placa solar y batería, que proporcione más de 8 horas de autonomía en *stand-by* y 10 minutos de activación.
- Alerta instantánea en situaciones de emergencia.
- Altavoz incorporado de 85dB / 4".



Facilidades:

- Inversión baja (sin obra civil, equipamiento comunicaciones y aviso reducido).
- Mantenimiento muy bajo.
- Cumplimiento de la normativa de manera fácil.

Limitaciones:

- Potencia limitada
- Un solo canal de comunicación

7.3. Aplicaciones de aviso a la población para teléfonos móviles

Otro sistema posible para el aviso a la población, generalmente utilizado hasta ahora como complemento a los sistemas de aviso acústico convencionales, son las aplicaciones para teléfonos móviles (APPs) o de cualquier otro tipo, siempre y cuando su eficiencia haya sido previamente probada.

Las aplicaciones para teléfonos móviles tendrán disponibilidad offline y deberán disponer de un gestor de notificaciones que permita alertar a la población en tiempo real. Complementariamente, esa capacidad será de gran ayuda como apoyo a la fase de formación de las poblaciones potencialmente afectadas, y en las de difusión y alerta de situaciones de emergencia.

Las aplicaciones para teléfonos móviles estarán dotadas, como mínimo, de las siguientes funcionalidades:

- Geolocalización de las infraestructuras hidráulicas que pueden poner en riesgo a la población situada aguas debajo de ellas.
- Instrucciones y consejos para seguir durante la situación de emergencia.
- Integración del audio de sirena y descripción de cada tipo de señal sonora.
- Llamada directa al 112.



7.4. Aplicaciones de envío masivo de SMS

La posibilidad de comunicar mediante un mensaje de alerta o de emergencias utilizando la red móvil es una herramienta muy potente, que nos permite difundir entre la población de forma rápida, segura y eficiente los diferentes estados en que se encuentra la emergencia.

La aplicación de SMS en el terreno de las emergencias o de las alertas no es nueva, los organismos oficiales como Protección Civil vienen utilizándola desde hace años, su facilidad de configuración, baja inversión económica y de fácil gestión para el envío de las alertas, hace que sea un sistema muy implantado a nivel de Organismos de Emergencias o Seguridad.

Existen muchas soluciones en el mercado que permiten desde una integración en otros softwares ya existentes que dispongamos mediante API (Application Programming Interface) o un paquete de servicio por necesidad donde podremos acceder a un servicio externo en la nube.

Algunas características de este sistema de aviso:

- Debe permitir envío individual o masivo.
- Programado o por día concreto.
- Puede ser interesante que los mensajes sean certificados (con validez legal), cuando se trata de comunicaciones oficiales.
- Envíos simulados, para poder realizar pruebas de integración.
- Consultar saldo en función de los mensajes enviados.

Una condición importante a la hora de escoger un sistema de envíos de SMS, es la seguridad frente a ataques que tiene implementada. Se recomienda que como mínimo incorpore estos procesos:

- Conexión a través de protocolos HTTPS.
- Creación de token API que preserve la contraseña principal de cuenta.
- Filtros IP.
- Acceso al panel de control de la cuenta con 2FA.

Aunque la mayor parte de ejemplos de sistemas implantados de envío de SMS masivos se encuentra en la industria del marketing digital, debido a que su éxito se basa en el envío masivo de SMS para disponer de una tasa de apertura del 98%, eso no significa que los mensajes se lean, pero si que el usuario lo ve antes de borrarlo.

Los 10 casos de más usos:

- **Ventas Flash.** Sector marketing-ventas.
- **Recordatorio citas.** Sector sanidad, servicios.
- **Generar visitas.** Sector marketing-ventas.
- **Aumentar tráfico en web.** Sector marketing-digital.
- **Notificaciones sobre servicio.** Sector servicios, utilities.
- **Promoción eventos.** Sector marketing.
- **Cambio horarios.** Sector servicios.
- **Upselling.** Técnicas de venta.
- **Pedidos listos.** Sector Logística.
- **Códigos OTP.** Sector bancario.

A continuación se presentan algunas soluciones de envío de SMS orientadas a los avisos de emergencias o seguridad.

- **Ayuntamiento de Pamplona.** Sistemas de envío de SMS por parte del Departamento de Protección Civil en caso de riesgos de inundaciones del río Arga a su paso por la ciudad de Pamplona. En este caso el Ayuntamiento combina un sistema de WEB para darse de alta a los ciudadanos con una plataforma de envío masivo.
- **Ayuntamiento de San Sebastian.** Sistemas de envío de SMS por parte del Departamento de Protección Civil en caso de riesgos de inundaciones del río Urumea. En este caso, utilizan la aplicación para envío de otras comunicaciones más enfocados a tramitaciones administrativas.



7.5. Medios Protección Civil

En la planificación de la Implantación se tendrán en cuenta los posibles recursos de Avisos de Protección Civil y que pueden complementar, y en algunos casos suplir, posibles zonas que para el titular es difícil de cubrir por sus propios medios. Estas propuestas deberán ser planteadas en las reuniones del Comité de Implantación y aprobadas para su implantación posterior.

Como ejemplos de medios habituales de Protección Civil se pueden señalar los envíos masivos de SMS, App de emergencias, redes sociales, medios de TV y radio, entre otros.

- **Ejemplo COMUNITAT VALENCIANA**

Incluye diversos tipos de riesgos y zonas para darse de alta. Permite conocer en todo momento el estado de los avisos meteorológicos en el territorio de la Comunidad. Dichos riesgos se clasifican en; Emergencias Meteorológicas, Pre-emergencias Meteorológicas y Riesgo de Incendios Forestales.

La aplicación permite ser configurada por el usuario para recibir notificaciones en tiempo real cuando el Centro de Coordinación emite avisos.



- Ejemplo JUNTA DE ANDALUCÍA

Con tan solo pulsar el botón “112”, la app conecta directamente con el Centro de Coordinación enviando la ubicación. También permite el envío de fotos, atención multilingüe, notificaciones y consejos con información asociada en zonas con emergencia mayor en curso.



8. OTROS SISTEMAS RELACIONADOS CON LA EXPLOTACIÓN

La gestión de situaciones de emergencia es una más de las muchas actividades relacionadas con la explotación que a diario efectúan los responsables de las presas: auscultación, control de niveles del embalse, análisis de la información hidrológica de todo tipo que influye en esa explotación, análisis del archivo técnico, de los documentos que contiene, o seguimiento continuo de la seguridad pública existente alrededor de la presa o de sus instalaciones.

Todas esas actividades tienen en común la necesidad de disponer de un buen sistema de comunicaciones que interconecte la realización de algunas de esas actividades, no sólo de la presa con las oficinas situadas en sus inmediaciones, sino también con las oficinas centrales de la Confederación Hidrográfica, tanto para su seguimiento constante por parte de los responsables de su supervisión, como para el almacenamiento de los resultados de esas mismas actividades en los correspondientes servidores.

8.1. Videovigilancia

En la actualidad, el acceso a imágenes tanto internas como externas de la presa e instalaciones auxiliares se ha convertido en un elemento complementario e imprescindible de la gestión de la seguridad que poco a poco se ha ido imponiendo en muchas presas y, especialmente, en las que requieren unas medidas de protección específicas.

Su gran ventaja es la de poder obtener información de manera muy rápida en cualquier momento, tanto en situaciones de normalidad como especialmente en las extraordinarias o en las de emergencia.

El software encargado de la gestión informática de todo el sistema de videovigilancia se integrará en el que gestione la explotación de la presa, si existiese éste, e incluirá pantallas en las que figure la ubicación de todas las cámaras, que podrán ser fijas, domo, con/sin infrarrojos, etc., así como los elementos de grabación de las imágenes.

A título informativo, en caso de instalación de cámaras se advertirá de esta circunstancia a través de carteles informativos y se cumplirá, en todo caso, con la normativa interna de confidencialidad del centro de trabajo. Para ello, se recomienda la consulta de la “*Guía sobre el uso de videocámaras para seguridad y otras finalidades*”⁶, editada por la Agencia Española de Protección de Datos.

Toda esa instalación se apoyará en la infraestructura de comunicaciones definida en el Capítulo 6 de esta Guía.

En lo que se refiere a las características técnicas básicas del sistema, se recomienda adoptar las siguientes:

- Cámaras fijas
 - Campo de visión horizontal mínimo de 90°.
 - Resolución de imagen: A definir en función de ubicación y necesidad.
 - Función día y noche.
 - Protección IP66.
 - Protocolos: TCP / IP, UDP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6.

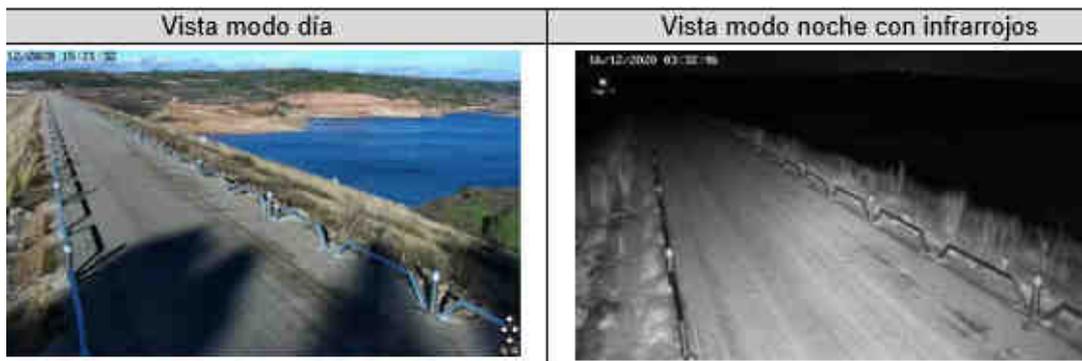


⁶ <https://www.aepd.es/sites/default/files/2019-12/guia-videovigilancia.pdf>

A continuación, se muestra una captura de vídeo en modo diurno y nocturno:



- Cámaras rotativas o domos
 - o Tipo DOMO IP con PTZ remoto, con alimentación mediante POE, con movimiento de visualización de 360°, zoom mínimo de x16, protección IP66, función día / noche y funcionamiento en condiciones extremas.



- Grabador
 - o Será de tipo IP y sólo en el caso que se tengan que integrar cámaras ya existentes en la presa o alrededores se optará por grabadores Híbridos. En el caso del grabador IP, éste se integrará en el PC servidor del Centro de Gestión de Emergencias para evitar añadir nuevo hardware, mientras que para los grabadores híbridos se tendrá que añadir hardware nuevo que permita entradas de cámaras analógicas e IP.
 - o El grabador tendrá que ser prácticamente “plug & play” y compatible con los modelos de cámaras IP instalados, para facilitar ampliaciones en un futuro sin estar obligados a una marca en concreto.
 - o El acceso al grabador será posible mediante cualquier navegador de internet, ya sea de PC, iOS o Android.
 - o El software del grabador deberá tener controles de ciberseguridad incorporados para evitar / defender de los ciberataques y/o accesos no autorizados. El sistema de grabación recibirá notificaciones de actualizaciones de software de forma que pueda descargarse las últimas mejoras de seguridad, cuando estas estén disponibles.
 - o El sistema de grabación permitirá su visualización desde el CGE y desde el Centro de Control de Cuenca, así como desde cualquier dispositivo que sea preciso.

8.2. Intrusismo

Casi simultáneamente al anterior sistema, en muchas presas se han ido adoptando y disponiendo elementos de seguridad anti-intrusismo, especialmente en las zonas más delicadas de las instalaciones: accesos a cámaras de válvulas, sistemas de bombeo, ubicación de grupos electrógenos, sistemas eléctricos varios, oficinas, etc.

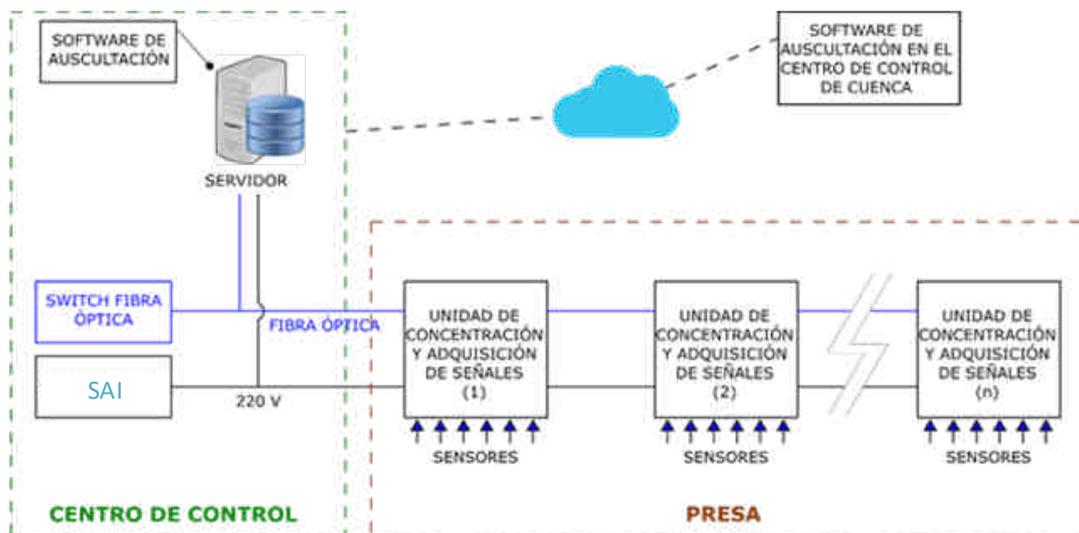
El sistema de detección de intrusismo estará formado por sensores volumétricos y centralita de control multi zonas, que quedará conectada al sistema de videovigilancia descrito en el apartado anterior.

8.3. Auscultación

La información aportada por los sistemas de auscultación resulta vital para la gestión de la seguridad de la instalación y el posible cambio de escenarios recogidos en el Plan de Emergencias. Por ello, se analizarán los elementos de auscultación existentes en cada instalación y se estudiará si están o no automatizadas. En caso de estarlo, se analizarán las prestaciones de los equipos existentes y si son adecuadas, tienen carencias o están obsoletas. En caso de necesitar mejorar la instalación o no disponer de automatización en la misma se estudiarán las ubicaciones y las unidades de concentración y adquisición adecuadas (dataloggers, plc, rtu, etc) adecuadas para recopilar toda la información susceptible de ser automatizada de los equipos de auscultación y, haciendo uso de las comunicaciones internas, centralizar la información en el Software de Gestión Integral de presas.

Aunque cada instalación tendrá sus peculiaridades, por norma general, en cada presa se instalarán puntos de periferia distribuida que actuarán como centralizadoras de señales y con comunicación mediante protocolos estándar de telediagnóstico/telemando, como Profinet, ModBus, 104, OPC, FTP, etc. Serán instalados en armarios distribuidos por las instalaciones, principalmente galerías, y recogerán las señales de los sensores instalados en cada una de las zonas.

Se incluye un esquema a modo de ejemplo.



9. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

la puesta en funcionamiento de todos los sistemas y elementos contenidos en el proyecto de implantación del Plan de Emergencia de la presa relacionadas con el centro de gestión de emergencias, con los sistemas de comunicación con los diferentes organismos públicos involucrados en la gestión de una eventual situación de emergencia, en especial con Protección Civil, y con los sistemas de aviso a la población, requerirá la comprobación por parte del Comité de implantación de que todo funciona correctamente y, por lo tanto, la realización de una serie de pruebas y la elaboración de un documento de pruebas y funcionamiento por parte del titular (Documento FAT) que así lo garantice.

Ese documento contemplará, como mínimo, los siguientes aspectos:

- **Comprobación cobertura acústica.** Se realizarán dos medidas, una para el ruido de fondo y otra con la sirena activada. Se detallará la climatología bajo la que se han hecho las pruebas, la fecha y la hora en la que se han efectuado las pruebas, la señal sonora emitida por el punto de aviso y las medidas calibradas de las señales recibidas, con indicación de coordenadas de los puntos donde se han realizado.
- **Comunicaciones con los puntos de aviso a la población.** Se comprobará el correcto funcionamiento de los dos canales de comunicación. Se desconectará el canal principal y se generará una señal que verifique el funcionamiento del canal secundario y se realizará, a continuación, la misma prueba para el canal principal desconectando el canal secundario. Se presentará, además, un listado que recoja todas las comunicaciones efectuadas durante una semana de tráfico normal.
- **Comunicaciones con el Centro de Gestión de Emergencias.** Se comprobará el correcto funcionamiento de los dos canales de comunicación. Se desconectará el canal principal y se generará una señal que verifique el funcionamiento del canal secundario y se realizará, a continuación, la misma prueba para el canal principal desconectando el canal secundario. Se presentará, además, un listado que recoja todas las comunicaciones efectuadas durante una semana de tráfico normal. Se verificará la velocidad de transmisión de cada uno de los dos canales, mediante el correspondiente *checklist*.
- **Energía Puntos de Aviso.** El protocolo a seguir consistirá en la desconexión de la energía de cada punto de aviso, anotando la hora de desconexión y de conexión posterior, según las indicaciones del proyecto. Al finalizar ese periodo de tiempo se activarán las sirenas ubicadas en los puntos de aviso y se verificará completamente la prueba de capacidad energética.
- **Energía Centro de Gestión de Emergencias.** Se realizarán pruebas consistentes en la desconexión del centro de la energía de la red y la comprobación de cómo y cuándo entra en funcionamiento la red redundante (Grupo Electrónico, SAI o panel solar), tomando los tiempos de transición entre unos y otros, y comparando los consumos teóricos con los medidos.

El proyecto describirá con todo detalle los procedimientos de realización la forma de controlar las pruebas a realizar, incluyendo los formularios a cumplimentar para documentar los resultados obtenidos de las mismas.

Por último, finalizadas las pruebas de funcionamiento y redactado el Documento FAT, éste debería concluir, basándose en lo apuntado en el siguiente apartado, las necesidades de actualización de las correspondientes Normas de Explotación de la presa.

10. MANTENIMIENTO

Tal y como se establece en el apartado 11.1 de la NTS I, es responsabilidad del titular el mantenimiento permanente de las condiciones de operatividad de todos los sistemas y elementos relacionados con el Plan de Emergencia.

Al tener los PIPEs una gran componente tecnológica, se considera muy conveniente que cualquier proyecto de este tipo incluya un apartado que proponga y valore económicamente las actividades relacionadas con el futuro mantenimiento de todos los sistemas que el proyecto incluye, para efectuar la elección más adecuada.

En ese sentido, es conveniente no olvidar que las diferentes propuestas de implantación de un determinado Plan de Emergencia pueden tener una cuantificación económica a realizar inicialmente muy similar pero que, sin embargo, el mantenimiento de esas distintas propuestas a 5 o 10 años vista sean significativamente diferentes.

Para valorar los costes de ese mantenimiento será necesario incluir en el proyecto un Plan de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo que describa las distintas actuaciones a realizar, cada cuánto tiempo habrá que renovar equipos y componentes, una estimación de esos costes de renovación o de reparación por posibles averías, en un horizonte de unos 10 años, lo que permitirá cerrar un posible presupuesto.

A título indicativo, el Plan de Mantenimiento debería estar formado por:

- Actividades de mantenimiento y frecuencia de estas.
 - Mantenimiento Preventivo.
 - Mantenimiento Predictivo.
 - Mantenimiento Correctivo.
- Descripción detallada de las actuaciones a efectuar en cada grupo de elementos: Sistemas de aviso a la población, Centro de Gestión de Emergencias, sistema de comunicaciones, baterías, etc.
- Descripción de la vida útil de los distintos equipos y componentes, así como tiempo medio de avería de cada uno de ellos, de forma orientativa, según la experiencia de sus fabricantes o proveedores.
- Costes anuales de las licencias de los softwares a mantener anualmente.
- Coste anual del uso de las comunicaciones propuestas (tasas de todo tipo, mantenimiento de las líneas, costes de consumo).
- Costes de los equipos / elementos a sustituir al terminar su vida útil (baterías, por ejemplo).

11. RENOVACIÓN TECNOLÓGICA

Como cualquier proyecto tecnológico, muchos de los equipos necesarios para efectuar la implantación de un Plan de Emergencia de presa están obligados a la correspondiente renovación tecnológica en un determinado plazo de tiempo, mayor o menor según del elemento de que se trate: software, electrónica o sistemas de comunicaciones, entre otros.

En este sentido, dicha circunstancia se debería tener en cuenta en la fase de diseño y definición de todos los equipos, para facilitar esa futura renovación y sus inevitables perjudiciales efectos, efectuando en el proyecto de implantación cuantas recomendaciones sea posible hacer para tratar de paliar esas consecuencias.

12. COSTE DEL CICLO DE VIDA

La Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, mediante la que se traspone al ordenamiento jurídico español la Directiva 2014/24/UE incluye como una de sus principales novedades la inclusión del coste del ciclo de vida (CCV) como uno de los posibles medios de determinación de la oferta económicamente más ventajosa. Se convierte así el ciclo de vida, su coste, en un instrumento vinculado a la contratación verde y un criterio más de posible adjudicación a tener en cuenta en los procesos de licitación.

El artículo 67 de la Directiva establece que:

La oferta económicamente más ventajosa desde el punto de vista del poder adjudicador se determinará sobre la base del precio o coste, utilizando un planteamiento que atienda a la relación coste-eficacia, como el cálculo del coste del ciclo de vida con arreglo al artículo 68, y podrá incluir la mejor relación calidad-precio, que se evaluará en función de criterios que incluyan aspectos cualitativos, medioambientales y/o sociales vinculados al objeto del contrato público de que se trate.

El CCV es un concepto novedoso y descriptivo de todos los costes atendiendo a la secuencia «biográfica» de un objeto o servicio tan amplia que puede comprender aspectos previos a su propia existencia (investigación necesaria para su invención o el desarrollo técnico para su diseño y producción industrial), a su adquisición (precio, transporte, instalación y ensayos o pruebas iniciales), a su utilización (formación, consumos, reparaciones, repuestos, actualizaciones) y a su retirada cuando ha acabado su vida útil o aparecen nuevas tecnologías que recomiendan su sustitución (costes de retirada, transporte, transformación, desguace o inutilización).

Desde el punto de vista estrictamente económico, el objetivo básico del CCV es facilitar la decisión de adquisición de un objeto (un bien, una infraestructura, un servicio) de entre varias ofertas del mismo, teniendo en consideración no solo su precio de adquisición, sino también todos los flujos financieros —costes y posibles ingresos— que dicho objeto va a generar en un horizonte temporal determinado. Para su cálculo habrá de tenerse en cuenta, además del precio de compra, todos los costes futuros previstos dentro de dicho horizonte temporal o «ciclo de vida» debidos, por ejemplo, a la instalación, a la formación del personal, al funcionamiento, a los consumos, al mantenimiento, modernización, posibles gastos periódicos asociados, así como los eventuales gastos de eliminación o, por el contrario (en positivo: ingreso) el valor residual o remanente.

13. DIVULGACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA A LA POBLACIÓN

Finalizada la implantación material del Plan de Emergencia y cuando se haya comprobado que las instalaciones y los equipos son conformes con lo establecido en el Plan de Emergencia aprobado, y que funcionan correctamente, éste no se considerará, aunque esté totalmente implantado, en tanto no haya sido divulgado a la población residente en la zona potencialmente inundable en la primera media hora, y a las autoridades municipales de los Ayuntamientos potencialmente afectados por la onda de rotura en las dos primeras horas y se haya levantado un Acta de finalización de la implantación firmada por todos los miembros del Comité de Implantación.

En realidad, esta divulgación no consiste tan sólo en la realización de uno o varios actos para darlo a conocer, sino que, como si de una estrategia de comunicación se tratara, se desarrollará una *campaña divulgativa del Plan* que, lógicamente, necesitará de la participación de numerosos actores, entre los que, obligatoriamente, se encontrarán organismos municipales, provinciales y, si procede, autonómicos.

Esta campaña de divulgación podrá incluir la realización de las siguientes actividades, y siempre considerando que corresponde a las autoridades de Protección Civil el diseño de los elementos del programa de divulgación:

- Reuniones con los alcaldes de los Ayuntamientos potencialmente afectados en el intervalo de las dos primeras horas, por ser ellos la principal autoridad en materia de protección civil a nivel local.
- Campañas de información a la población mediante anuncios en medios de comunicación locales, carteles divulgativos, trípticos o vídeos. En lo que se refiere a la cartelería, podrían elaborarse tantos carteles como puntos de reunión o encuentro se definan, y en cuanto a trípticos, deberían contemplarse los necesarios para informar a los habitantes afectados en la primera media hora. En la actualidad se está imponiendo la divulgación mediante vídeos de unos 5 minutos de duración, en los que se suele incluir, como mínimo, el siguiente contenido:
 - **Introducción.** Toma aérea de toda la infraestructura con explicación básica de sus principales elementos, características básicas (altura, longitud, capacidad de embalse, principales usos), ubicación, accesos, poblaciones situadas en las inmediaciones, etc.
 - **Relación de los principales equipos de control y gestión.** Se mostrarán, y explicarán en qué consisten y para que valen los equipos de auscultación, de telecontrol, de gestión del Plan de Emergencia, de videovigilancia y *scadas*.
 - **Explicación de en qué consiste y para qué sirve un Plan de Emergencia de presa.**
 - **Zonas potencialmente afectadas.** Se mostrarán las ubicaciones de las principales afecciones, la evolución del mapa de inundación, dónde se encuentran situados los puntos de aviso a la población, las distintas señales acústicas que emiten, qué se tiene que hacer en caso de oír la señal de sonido de inicio de emergencia o cuando se termina esta situación. En el caso de disponer como sistema de aviso aplicaciones para teléfonos móviles, se efectuará en el vídeo una descripción detallada de la misma y de todas sus potencialidades; información en tiempo real sobre los riesgos, recomendaciones de todo tipo (situación meteorológica, del tráfico en las inmediaciones, rutas de evacuación, situación gráfica de puntos de reunión o encuentro, etc.).

Ejemplo dípticos.

¿Por qué?

La gestión de una presa debe garantizar la seguridad de la población de la zona de influencia de la presa. Y la información es la clave para lograrlo.

La información es la clave para poder actuar de forma rápida y eficaz en caso de emergencia.

El Plan de Emergencia de Presas de Masalcoreig, de una parte, garantiza la seguridad de las personas y las bienes situados en la zona de influencia.

Y otra, y principal, garantiza la seguridad de la población de la zona de influencia.

¿Para qué?

El Plan de Emergencia de Presas de Masalcoreig garantiza la seguridad de la población de la zona de influencia de la presa. Y la información es la clave para lograrlo.

El Plan de Emergencia de Presas de Masalcoreig, de una parte, garantiza la seguridad de las personas y las bienes situados en la zona de influencia.

Y otra, y principal, garantiza la seguridad de la población de la zona de influencia.

¿Cómo se avisará a la población?

La información es la clave para poder actuar de forma rápida y eficaz en caso de emergencia.

El Plan de Emergencia de Presas de Masalcoreig, de una parte, garantiza la seguridad de las personas y las bienes situados en la zona de influencia.

Y otra, y principal, garantiza la seguridad de la población de la zona de influencia.

112 Teléfono para emergencias

Recuerde

En caso de emergencia, el teléfono para emergencias es el número de contacto de la población de la zona de influencia de la presa. Y la información es la clave para lograrlo.

El Plan de Emergencia de Presas de Masalcoreig, de una parte, garantiza la seguridad de las personas y los bienes situados en la zona de influencia.

Y otra, y principal, garantiza la seguridad de la población de la zona de influencia.

Datos del embalse

Nombre	Massalcoreig
Superficie	1.000 m ²
Altura	10 m
Coordenadas	41° 45' N, 1° 45' E
Coordenadas	41° 45' N, 1° 45' E
Coordenadas	41° 45' N, 1° 45' E
Coordenadas	41° 45' N, 1° 45' E

Datos de la presa

Nombre	Massalcoreig
Superficie	1.000 m ²
Altura	10 m
Coordenadas	41° 45' N, 1° 45' E
Coordenadas	41° 45' N, 1° 45' E
Coordenadas	41° 45' N, 1° 45' E
Coordenadas	41° 45' N, 1° 45' E

Información a la población de Massalcoreig

MEQUINENZA
Plan de Emergencia de Presas

enel

protecció civil

protecció civil

Generalitat de Catalunya

Ejemplo inicio obras

CARTEL INFORMATIVO INICIO OBRAS: IMPLANTACIÓN PLAN DE EMERGENCIA DE MEQUINENZA-CASPE-LOS MOROS



En cumplimiento de la Directriz Básica de Protección Civil, ante el riesgo de inundación, la empresa Endesa va a realizar las obras asociadas al cumplimiento del Plan de Emergencia de la Presa de Mequenza-Caspe-Los Moros, en los próximos meses.

Las obras consisten en la realización de una serie de cimentaciones en los emplazamientos indicados en el Plan, para la instalación de un poste en el que se colocaran las Sirenas de Aviso a la Población.



Sirenas de Aviso a la Población







14. RECOMENDACIONES Y CASOS PRÁCTICOS

A modo de ejemplo, se incluyen y detallan en el Anejo 5 unos cuantos casos prácticos y experiencias reales de implantaciones efectuadas por algunos organismos que pueden facilitar la implantación del Plan de Emergencia. En determinados casos se han conseguido soluciones innovadoras propuestas por los propios miembros del Comité de Implantación, de los servicios técnicos del titular o de empresas externas, que han mejorado este proceso de implantación de una manera más sencilla o económica.

Algunas de las experiencias que se han considerado interesantes recoger en dicho Anejo son las siguientes:

- Implantaciones de Planes en los que no hay afecciones a vidas humanas en la primera media hora de la rotura.
- Uso de dispositivos de aviso individual como sistemas de aviso.
- Expropiación de terrenos para la instalación de los puntos de aviso a la población.
- Problemas con las comunicaciones.
- Sistemas de comunicación de Protección Civil.
- Otros sistemas de aviso a la población distintos a las sirenas.
- Sistemas colaborativos de implantación de Planes.

ANEJO 1

ESTUDIO RADIOELÉCTRICO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ESTUDIO RADIOELÉCTRICO.....	69
1.1. METODOLOGÍA EN EL CÁLCULO DE PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA.....	69
1.1.1. <i>MODELO DE PROPAGACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE</i>	70
1.2. METODOLOGÍA EN EL CÁLCULO DE PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA (BANDA VHF/UHF).....	72

1. Estudio radioeléctrico

El objeto básico de la realización de un estudio radioeléctrico para el Sistema de Alerta a la Población es validar que las comunicaciones con sistemas de Radio VHF/UHF, son viables entre los puntos de sirena y el Centro de Gestión de Emergencias.

Para determinar la propagación radioeléctrica se utilizarán aplicaciones específicas para este tipo de cálculos.

1.1. Metodología en el cálculo de propagación radioeléctrica

Una vez se tengan definidos los puntos finales de sirenas para cubrir acústicamente la zona de inundación, se procederá a realizar el estudio radioeléctrico entre los puntos de sirena y el CGE.

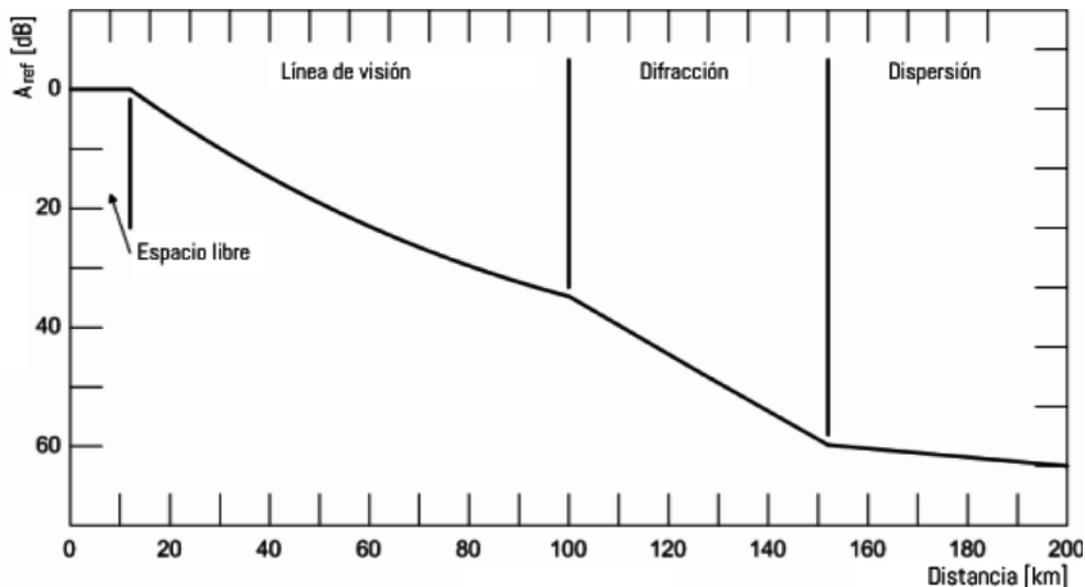
El procedimiento para garantizar la viabilidad de las comunicaciones es el siguiente:

- Identificar el CGE respecto los puntos de sirena. Comprobar la posibilidad de instalar una antena omnidireccional o directiva con ganancia variable.
- Comprobar la distancia de cada punto de sirena con el CGE para adaptar la ganancia de la antena y su dirección.
- Introducir los datos a la aplicación de cálculo de propagación radioeléctrica con la cartografía y altimetría correspondiente. Los datos más relevantes en transmisión y recepción son:
 - Coordenadas UTM (x,y,z)
 - Cota antena respecto del suelo (m)
 - Tipos de antena y ganancia (dBi)
 - Potencia del Transmisor (dBm)
 - Sensibilidad del receptor (μ V)
 - Pérdidas de transmisión y recepción (cable, conectores, etc.) (dB)
 - Características del terreno (rural, vegetación abundante, urbano, etc.), condiciones climatológicas, pérdidas adicionales, etc.
 - Frecuencia central de trabajo (MHz)
- Con estos datos se extrae un resultado con el nivel de recepción, y el margen de desvanecimiento del enlace.
- Si con todos los puntos de sirena se tiene viabilidad de enlace hasta el CGE, se puede afirmar que el diseño propuesto es correcto y óptimo.

En las simulaciones, siempre que se pueda, se dejará un margen de seguridad en la potencia del transmisor, sensibilidad de los receptores y la ganancia de la antena. En caso de que sea necesario, se puede aumentar la potencia del transmisor, la ganancia de la antena, e incluso, la altura de la antena (en el caso de obstáculos próximos a la antena).

1.1.1. Modelo de Propagación en el espacio libre

La propagación de la banda VHF / UHF a cortas distancias se puede resumir con un modelo de Propagación en el Espacio libre. Como se puede ver en la figura siguiente:



Este modelo es utilizado para predecir la potencia de la señal cuando entre el transmisor y el receptor existe una clara línea de visión directa (en nuestro caso todos los vanos).

La potencia recibida en el espacio libre entre una antena receptora y una transmisora, es una distancia d, que viene definida por la ecuación:

$$P_r(d) = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot d^2 \cdot L}$$

Donde:

P_t es la potencia transmitida

P_r es la potencia recibida la cual es función de la separación TX-RX (transmisor – receptor).

G_r es la ganancia de la antena receptora

d es la distancia de separación de TX-RX en metros

L es el factor de pérdidas del sistema no relacionado a la propagación

λ es la longitud de onda en metros

La ganancia de la antena viene dada por:

$$G = \frac{4\pi \cdot Ae}{\lambda^2}$$

La apertura efectiva de la antena A_e se relaciona con el tamaño físico de la antena y λ se relaciona con la frecuencia de la portadora mediante:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Donde:

f es la frecuencia de la portadora en Hz

c es la velocidad de la luz en m/s

Los valores P_t y P_r tienen que ser expresados en las mismas unidades.

Las pérdidas L son usualmente debidas a la atenuación de la línea de transmisión, pérdidas por filtros, y a las pérdidas de la antena en los sistemas de comunicación. Cuando $L=1$ significa que no hay pérdidas en el sistema.

La ecuación $P_r(d) = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot d^2 \cdot L}$ muestra que la potencia de la señal recibida se atenúa con el cuadrado de la distancia entre el transmisor y el receptor, lo que implica que se atenúe 20 dB / década.

Las pérdidas por trayectoria que representan la atenuación de la señal con una cantidad positiva medida en dB, y puede o no incluirse el efecto de la ganancia de las antenas.

Cuando se incluye la ecuación es la siguiente:

$$P_L(d) = 10 \log \frac{P_t}{P_r \log \left[\frac{G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot d^2} \right]}$$

También se puede expresar de la siguiente manera:

$$L_p(dB) = 20 \log d + 20 \log f - 10 \log G_t - 10 \log G_r - 147.55dB$$

Cuando se excluye la ganancia de las antenas, se asume que tienen ganancia unitaria y la ecuación se convierte en:

$$P_L(d) = 10 \log \frac{P_t}{P_r \log \left[\frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot d^2} \right]}$$

La ecuación de Friis sólo es válida para predecir P_r para valores de d que estén dentro de la región "far-field" de la antena transmisora. La región "far-field" o región de Fraunhofer de una antena transmisora se define como la distancia más lejana de la distancia d_f la cual se relaciona con la dimensión mayor de abertura numérica de la antena transmisora y con la longitud de onda de la portadora. La distancia de Fraunhofer viene dada por la siguiente ecuación:

$$d_f = \frac{2 \cdot D^2}{\lambda}$$

Donde:

D es la dimensión física mayor de la antena. Adicionalmente, para estar en la región farfield tiene que cumplir que $d_f \gg D$ y $d_f \gg \lambda$.

Además, queda claro que la ecuación no es válida para $d=0$. Por esta razón la distancia d_0 (close-in distance) se define como un punto de referencia con una potencia recibida conocida. La potencia recibida $P_r(d)$ a cualquier distancia $d > d_0$ puede relacionarse a P_r con d_0 . $P_r(d_0)$ puede predecirse de la ecuación de Friis o puede ser medida tomando el promedio de las potencias recibidas en cualquier punto a una distancia d_0 del transmisor, la distancia d_0 se deberá escoger de tal manera que esté dentro de la región far-field y debe ser menor que cualquier distancia práctica utilizada en sistemas de comunicación móvil.

1.2. Metodología en el cálculo de propagación radioeléctrica (Banda VHF/UHF)

Una vez se tienen definidos los puntos finales de sirenas para cubrir acústicamente la zona de inundación y las afecciones durante la primera media hora, se procede a realizar el estudio radioeléctrico entre los puntos de sirena y el CGE.

El procedimiento para garantizar la viabilidad de las comunicaciones es el siguiente:

- Identificar el CGE respecto los puntos de sirena. Comprobar la posibilidad de instalar una antena omnidireccional o directiva con ganancia variable.
- Comprobar la distancia de cada punto de sirena con el CGE para adaptar la ganancia de la antena y su dirección.
- Entrar los datos a la aplicación de cálculo de propagación radioeléctrica con la cartografía y altimetría correspondiente. Los datos más relevantes en transmisión y recepción son:
 - o Coordenadas UTM (x,y,z)
 - o Cota antena respecto al terreno (m)
 - o Tipos de antena y ganancia (dBi)
 - o Potencia del Transmisor (dBm)
 - o Sensibilidad del receptor (μ V)
 - o Pérdidas de transmisión y recepción (cable, conectores, etc.) (dB)
 - o Características del terreno (rural, vegetación abundante, urbano, etc.), condiciones climatológicas, pérdidas adicionales, etc.
 - o Frecuencia central de trabajo (MHz)
- Con estos datos se extrae un resultado con el nivel de recepción, y el margen de desvanecimiento del enlace.
- Si con todos los puntos de sirena se tiene viabilidad de enlace hasta el CGE, se puede afirmar que el diseño propuesto es correcto y óptimo.

En las simulaciones, siempre que se pueda, es aconsejable prever un margen de seguridad en la potencia del transmisor, sensibilidad de los receptores y la ganancia de la antena. En caso de que sea necesario se puede aumentar la potencia del transmisor, la ganancia de la antena, e incluso, la altura de la antena (en el caso de obstáculos próximos a la antena).

ANEJO 2

ESTUDIO ACÚSTICO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. DISEÑO ACÚSTICO.....	75
1.1. CÁLCULOS TEÓRICOS.....	75
1.1.1 <i>CÁLCULO TEÓRICO DE LA ATENUACIÓN ACÚSTICA ISO-9613.....</i>	<i>75</i>
1.1.2 <i>ATENUACIÓN POR DIVERGENCIA GEOMÉTRICA.....</i>	<i>76</i>
1.1.3 <i>ATENUACIÓN ATMOSFÉRICA.....</i>	<i>77</i>
1.1.4 <i>ATENUACIÓN DEBIDO AL TERRENO.....</i>	<i>79</i>
1.1.5 <i>ATENUACIÓN MISCELÁNEA.....</i>	<i>80</i>
1.1.6 <i>PERCEPCIÓN SONORA DEL OÍDO HUMANO.....</i>	<i>81</i>
1.1.7 <i>ERROR DE CÁLCULO.....</i>	<i>82</i>
1.1.8 <i>CÁLCULO DE COBERTURA FINAL.....</i>	<i>82</i>
1.2. RESULTADOS.....	82

1. Diseño acústico

El objeto de la “Simulación de Cobertura Acústica” es definir el número de puntos de sirena necesarios para cubrir la zona de afección potencial por riesgo de rotura o avería grave de la presa.

Para optimizar el número de sirenas y su potencia, se utilizará un software específico de cálculo de propagación de señales acústicas en el exterior, se basará en el estándar ISO-9613.

El estudio acústico se fundamentará en la utilización de sirenas electrónicas diseñadas específicamente para el aviso acústico a la población. Este tipo de sirenas permiten optimizar el espectro acústico y difundir la señal acústica en las zonas donde realmente es necesario (zonas o puntos de afección).

1.1. Cálculos Teóricos

Con la finalidad de determinar la cobertura acústica de las sirenas, es necesario tener en cuenta las características de propagación de las ondas sonoras en el entorno geográfico que se desea cubrir, así como el nivel sonoro ambiental y el nivel máximo de presión acústico permitido para el entorno. Otro factor importante es el meteorológico (vientos dominantes, temperatura, humedad, etc.).

La señal acústica de un foco puntual se atenúa proporcionalmente con el cuadrado de la distancia, es decir, al duplicar la distancia se divide por cuatro la intensidad sonora. Utilizando la escala logarítmica supone que la señal sonora se reduce en 6 dB. Además de la atenuación por la dispersión espacial de la energía, existen otros factores que influyen en las características de propagación de la señal, tal como la absorción atmosférica, del terreno, de los edificios y las ondas reflectadas.

Como norma, se establece el área de cobertura en que la señal de alerta supera en 10 decibelios (dB) el ruido ambiente. De esta manera, el sonido tiene un nivel suficiente para ser percibido de forma clara por la población como una señal de emergencia. Subjetivamente, un aumento de 10 dB se percibe como una señal el doble de intensa que el ruido ambiente o de conversación.

El nivel de ruido ambiente varía si la zona es industrial, urbana o rural. En zonas urbanas se considera un ruido ambiente de unos 60 dBA, por el que la señal de aviso acústico tendría que llegar a los 70-75 dBA. En una zona rural el ruido ambiente es menor, por lo que un valor de señal de 60-65 dBA puede ser suficiente para que se perciba la señal. En zonas industriales el nivel necesario puede ser tan alto como 80-85 dBA.

Por otro lado, el nivel máximo sonoro de la sirena tendrá que estar limitado por seguridad de los edificios circundantes, no siendo conveniente exceder los 127 dBA acústicos a la distancia normalizada de 30,5 m (100 pies). Se escogen valores entre 111 dB y 127 dBA a 30,5m (equivalente a 150,5 dBA a 1 m) como valores nominales de las sirenas.

Para poder determinar de la forma más exacta posible, el despliegue del número de sirenas necesarias se tiene que calcular cuál es la cobertura de cada punto de sirena y del conjunto de la red de Sirenas que se compone el Sistema de Alerta a la Población. La cobertura efectiva depende de la propagación del sonido y es en función de un conjunto de variables tales como la distancia, la frecuencia, las condiciones atmosféricas, el terreno, etc. Como procedimiento de cálculo se utiliza la norma ISO-9613-1 y ISO-9613-2, “Acoustics, - Attenuation of sound during propagation outdoors”.

1.1.1 Cálculo teórico de la atenuación acústica ISO-9613

La propagación del sonido, como cualquier otra onda mecánica o electromagnética, responde a la siguiente fórmula general:

$$Pr = Pe - A$$

Siendo la Potencia recibida (P_r) en un punto igual a la potencia emitida (P_e) menos las pérdidas de propagación o atenuación (A). Los factores que contribuyen en la atenuación de la señal acústica son las siguientes:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{misc}$$

A_{div} . Es la atenuación debido a la divergencia geométrica, causada por la propagación espacial de la onda sonora. La señal reduce su nivel a la cuarta parte al doblar la distancia.

A_{atm} . Es la atenuación debido a la absorción atmosférica causada por la vibración de las moléculas del aire. Depende fundamentalmente de la densidad del aire y de la concentración de vapor de agua.

A_{gr} . Es la atenuación debido a la absorción del terreno. Según el tipo de terreno (duro o poroso) y la distancia de la fuente sonora al terreno, la onda sonora se ve afectada de forma significativa.

A_{misc} . Es la atenuación miscelánea, causada por diversos factores, como son la vegetación y los edificios.

Utilizando la fórmula anterior, se puede llegar a obtener un valor en dB referidos a una potencia de o a $20 \mu\text{Pa}$.

Además de los factores anteriores que contribuyen en la propagación sonora, es necesario también un último factor, no contemplado en la ISO-9613, que se refiere a la percepción sonora por parte del sistema de audición humana. En función de la frecuencia y del nivel de presión sonora, el oído introduce factores de atenuación adicionales que se debe de considerar, sobre todo a frecuencias bajas, ya que provocan que una señal acústica de idéntico nivel sea percibida de forma mucho más atenuada o llegue, incluso, a ser inaudible.

El factor auditivo se obtiene un valor en dBA (decibelios acústicos) y con todos ellos es posible calcular de forma aproximada la cobertura de una fuente sonora, como puede ser una sirena de emergencia de aviso a la población.

1.1.2 Atenuación por divergencia geométrica

La atenuación por divergencia geométrica A_{div} responde a la fórmula siguiente:

$$A_{div} = 20 \log\left(\frac{d}{d_0}\right)$$

Normalmente se utiliza como distancias de referencias $d_0=30,5 \text{ m}$ (100 pies), la cual proporciona el valor nominal de emisión de la sirena. Como se puede apreciar, la divergencia geométrica aporta una atenuación de aproximadamente 6 dB cada vez que se duplica la distancia.

Atenuación por divergencia geométrica

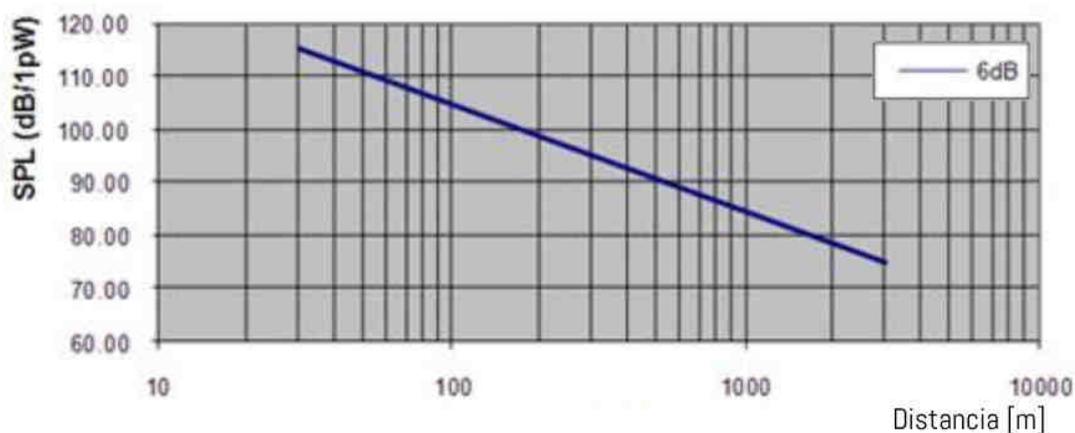


Ilustración 1. Atenuación por divergencia geométrica

Si únicamente existiera este factor de atenuación sobre la propagación acústica, el alcance sería superior a los 30 km, para una sirena como a valor nominal de 117dB a 30,5 m, y por una señal recibida de 75 dBA. No obstante, como se verá a continuación, el resto de los factores hacen que la cobertura real sea mucho inferior, quedándose del orden de unos 1.800 m aproximadamente, para frecuencias inferiores a 1 kHz. El alcance de una señal sonora depende mucho de la frecuencia de la señal y de las condiciones atmosféricas.

1.1.3 Atenuación atmosférica

La atenuación debido a la absorción atmosférica viene dada por la ecuación siguiente:

$$A_{atm} = \alpha * d$$

Donde α es el coeficiente de la atenuación atmosférica en dB/km y d es la distancia en km. El coeficiente de atenuación $\alpha = f(h_r, P_a/P_r, T, f)$ es función de los siguientes parámetros:

h_r : Humedad relativa del aire en %

P_a/P_r : Presión relativa referida a $P_r=101,325$ kPa

T/T_0 : Temperatura relativa a $T_0=293,15$ K (20°C)

f : frecuencia del sonido en Hz

Los elementos que contribuyen a la absorción atmosférica son altamente no lineales y se pueden calcular con la fórmula siguiente:

$$\alpha \left(\frac{dB}{km} \right) = 8,868 * f^2 \left(\left[1,84 * 10^{-11} \left(\frac{P_a}{P_r} \right)^{-1} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{1/2} \right] + \left[\frac{T}{T_0} \right]^{-5/2} * \left\{ 0,01275 * \left(e^{-\frac{2239,1}{T}} \right) * \left(f_{rO} + \left(\frac{f^2}{f_{rO}} \right) \right)^{-1} + 0,1068 * \left(e^{-\frac{3352,0}{T}} \right) * \left(f_{rN} + \left(\frac{f^2}{f_{rN}} \right) \right)^{-1} \right\} \right)$$

En la anterior fórmula aparecen dos frecuencias de relación del oxígeno f_{rO} y del nitrógeno f_{rN} , los valores de los cuales dependen de la humedad, la presión y la temperatura, según las siguientes fórmulas:

$$f_{rO} = \frac{Pa}{Pr \left(24 + 4,04 * 10^4 h \frac{0,02 + h}{0,391 + h} \right)}$$

$$f_{rN} = \frac{Pa}{Pr \left(\frac{T}{T_0} \right)^{-1/2} \left(9 + 280h * e^{\left\{ -4,170 \left[\left(\frac{T}{T_0} \right)^{-1/3} - 1 \right] \right\}} \right)}$$

El parámetro h es la concentración molar de vapor de agua, que se relaciona con la humedad relativa de la siguiente forma:

$$h = hr * \frac{\left(\frac{P_{sat}}{P_r}\right)}{\left(\frac{P_a}{P_r}\right)} \quad \frac{P_{sat}}{P_r} = 10^c \quad c = -6.8346 \left(\frac{T_0}{T}\right)^{1,261} + 4,6151$$

P_{sat} es la presión atmosférica en kPa

P_r es la presión atmosférica de referencia (101,325 KPa)

T_0 es la temperatura en Kelvin a 0,01°C (273,16 K)

A frecuencias bajas (por ejemplo, 370 Hz), la atenuación atmosférica tiene un valor aproximado de 2 dB/km. Esto supone una reducción de un del alcance efectivo. Para d=2 km, esto supone una cobertura efectiva del 63%.

En las dos gráficas siguientes se aprecia la contribución de la absorción atmosférica para una frecuencia de 370 Hz.

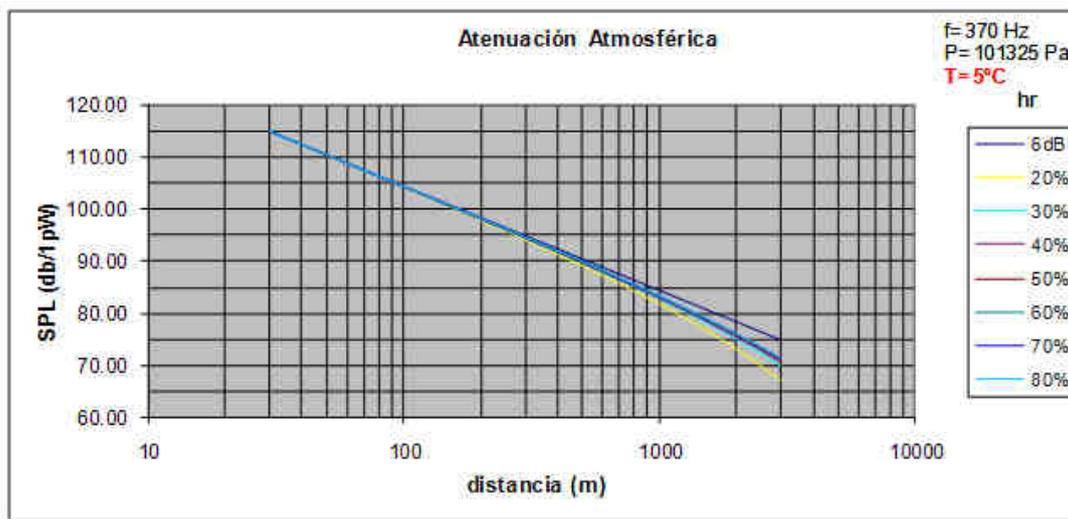


Ilustración2. Atenuación Atmosférica T=5°C

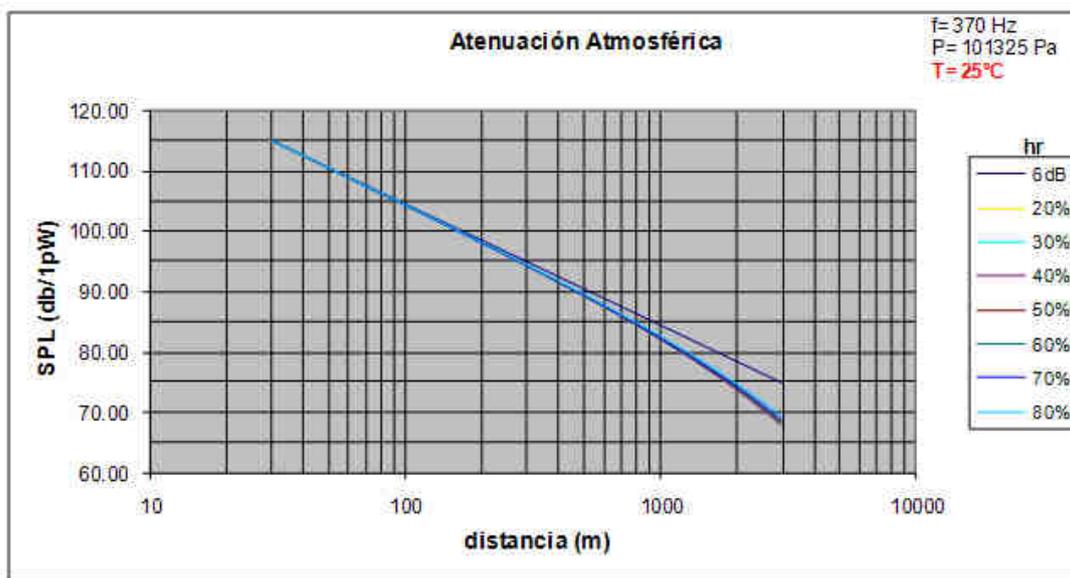


Ilustración3. Atenuación Atmosférica T=25°C

Para frecuencias más altas, como pueden ser la voz humana (por encima de 1.000 Hz), el factor de atenuación α puede tomar unos valores entre 5 y 13 dB/km.

La absorción atmosférica es la responsable de que se elijan frecuencias bajas para maximizar el alcance en sistemas de alerta a la población. Evidentemente, en el caso de reproducir señales vocales por el sistema de alerta, el alcance que permitiría con un mínimo de inteligibilidad se reduce de forma considerable.

1.1.4 Atenuación debido al terreno

La atenuación debido al efecto del terreno se cuantifica con la suma de tres factores:

$$A_{gr} = A_s + A_m + A_r$$

A_s es la absorción en las proximidades de la fuente sonora, entre la fuente sonora y a una distancia de 30 veces la altura de la fuente.

A_r es la absorción en las proximidades del receptor, entre el receptor del sonido y una distancia de 30 veces la altura del receptor.

A_m es la absorción en la zona intermedia.

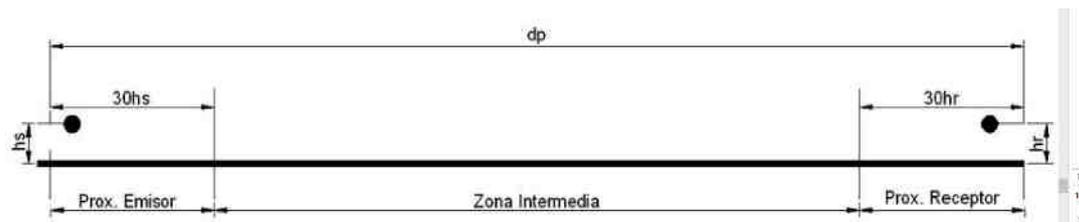


Ilustración 4. Absorción debido al terreno

Los parámetros que influyen en los anteriores factores son la altura respecto al terreno de la onda sonora y la dureza relativa del terreno, es decir:

h_s = Altura de la fuente sonora

h_r = Altura del receptor

G = dureza del terreno (duro = 0, poroso / suave = 1)

Considerando $h_s = 12$ m, $h_r = 1,75$ m y $G_s = 0,2$ y $G_r = G_m = 0,9$ y una frecuencia de 370 Hz, el valor obtenido se calcula con la siguiente fórmula:

$$A_s = -1,5 + G_s \left[1,5 + 14 * e^{(-,046 * h_s^2)} * \left(1 - e^{-\frac{d_p}{50}} \right) \right]$$

$$A_r = -1,5 + G_r \left[1,5 + 14 * e^{(-,046 * h_r^2)} * \left(1 - e^{-\frac{d_p}{50}} \right) \right]$$

$$A_m = -3 * \left[1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d_p} \right] * (1 - G_m)$$

Donde d_p es la distancia entre la fuente y el receptor proyectada sobre el terreno, siendo. El valor de A_{gres} aproximadamente 1,55 dB, de forma bastante independiente de la distancia entre 800 y 1800 m.

1.1.5 Atenuación miscelánea

La atenuación miscelánea tiene en cuenta factores de absorción adicionales, tales como la corrección meteorológica, la absorción por edificios y la absorción por la vegetación.

La **corrección meteorológica** se realiza por medio de las fórmulas de la ISO-9613 donde suponen condiciones de propagación favorables (viento cero o a favor). Estas condiciones no siempre son favorables, por este motivo se aplica un factor de corrección según la siguiente fórmula:

$$C_{met} = 0; \quad \text{si } dp \leq 10(hs + hr)$$

$$C_{met} = C_0 \left[1 - \frac{10(hs+hr)}{dp} \right]; \quad \text{si } dp > 10(hs + hr)$$

C_0 es un factor que varía entre 0 y +5 dB, siendo excepcionales los valores superiores a 2 dB. Para ello, si se escoge $C_0 = 2$ dB, se obtiene un valor de C_{met} entre 1,76 y 1,86 entre 1.000 y 2.000 m. Para ellos, la corrección meteorológica supone 1,8 dB adicionales.

La **absorción por vegetación** en principio no se considera, ya que la fuente sonora no se encuentra en un entorno con una vegetación espesa, tal que impida la visión directa.

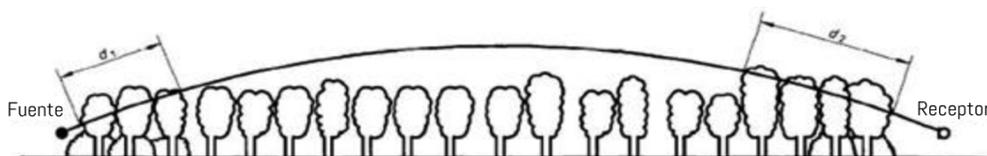


Ilustración 5. Absorción por vegetación

Donde $d_f = d_1 + d_2$

Para elegir la distancia d_1 y d_2 se traza una línea desde el origen con un ángulo de 15° hasta tener visibilidad sobre de la vegetación. El mismo procedimiento se aplica con el receptor.

A continuación, se muestra una tabla con la atenuación respecto a la frecuencia y a la distancia d_f .

Propagación distancia d_f	Banda de frecuencias							
	Hz							
m	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
	Atenuación dB							
$10 \leq d_f \leq 20$	0	0	1	1	1	1	2	3
	Atenuación dB/m							
$20 \leq d_f \leq 200$	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12

En este caso, se supone que las sirenas están montadas en unas columnas de $h = 12$ m y, por tanto, sobre cualquier vegetación. La absorción por vegetación en este caso no es aplicable.

La **absorción por edificios**, en cambio, ha de ser considerada, ya que hay zonas con afecciones que sufrirán el apantallamiento por las construcciones. Este efecto, se ve compensado en gran parte por la propagación entre las casas y por las múltiples reflexiones.

El efecto neto se calculó, de forma aproximada, por la siguiente fórmula:

$$A_{hous} = A_{hous,1} + A_{hous,2}$$

Donde $A_{hous} = 0,1Bd_b$

Siendo B la densidad de los edificios y d_b la distancia en metros compuesto por edificios entre el camino de la fuente sonora y el receptor.

Suponiendo que $B = 0,6$ y $d_b = 50$ m, se tiene una atenuación adicional de 3 dB debido al efecto de los edificios, siempre hablando del exterior de los edificios. Dentro de los edificios se producen factores de atenuación de hasta 35 dB adicionales.

1.1.6 Percepción sonora del oído humano

Es conocido que el oído humano no presenta una respuesta uniforme frente a las diferentes frecuencias acústicas, realizando una atenuación de las frecuencias bajas y de las frecuencias muy altas, con una alta no-linealidad.

Las curvas de respuesta del sistema de audición humana se presentan en la siguiente figura:

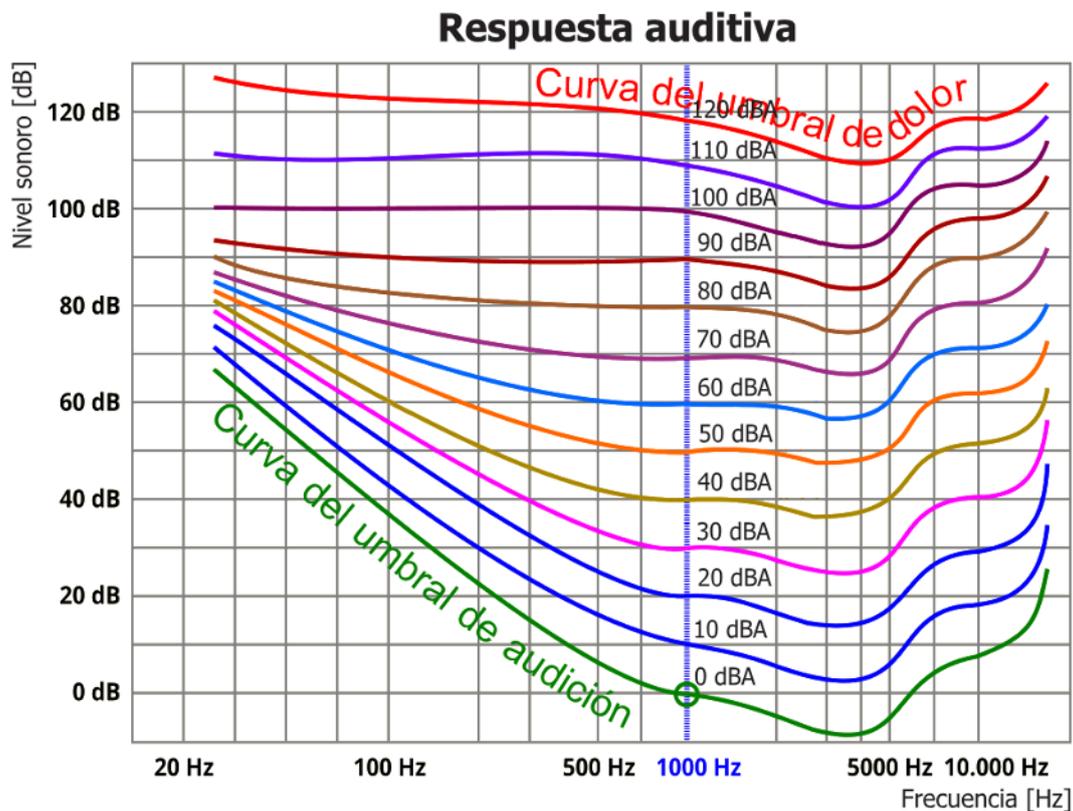


Ilustración 6. Respuesta auditiva

Para las frecuencias de 200 Hz, se observa que el oído introduce una atenuación de 10,9 dB.

Para frecuencias más bajas (por ejemplo, 100 Hz), esta atenuación puede llegar a alcanzar los 15 ó 20 dB, lo que la convierte en prácticamente inaudible.

Por este motivo, aunque la propagación mejora al bajar la frecuencia, no es posible la utilización práctica como señal de alerta por debajo de los 200 Hz, ya que el oído no es sensible a estas frecuencias.

En el caso contrario, aunque el oído es más sensible a las frecuencias entre 2.000 y 4.000 Hz, la absorción atmosférica es considerablemente superior como para evitar el uso como señal de alerta. Estas frecuencias se pueden utilizar en pequeñas distancias.

1.1.7 Error de cálculo

El error del procedimiento de cálculo se estima en 3 dB

1.1.8 Cálculo de cobertura final

Teniendo en cuenta todos los parámetros especificados anteriormente, la cobertura teórica efectiva es de unos 1.800 m, con un nivel sonoro de 65 dBA y de unos 800 m por un nivel sonoro de 75 dBA.

Ya que el ruido ambiente es relativamente bajo, por tratarse de la mayor parte de zona rural, se considera que con un nivel de 65-70 dB puede ser suficiente para alertar a la población.

En la gráfica se establece la curva de atenuación teniendo en cuenta todos los factores (divergencia geométrica, absorción atmosférica, absorción del terreno, corrección meteorológica, corrección por edificios y respuesta auditiva del oído). Se ilustran los factores de atenuación en condiciones atmosféricas de 5°C y 20% de humedad.

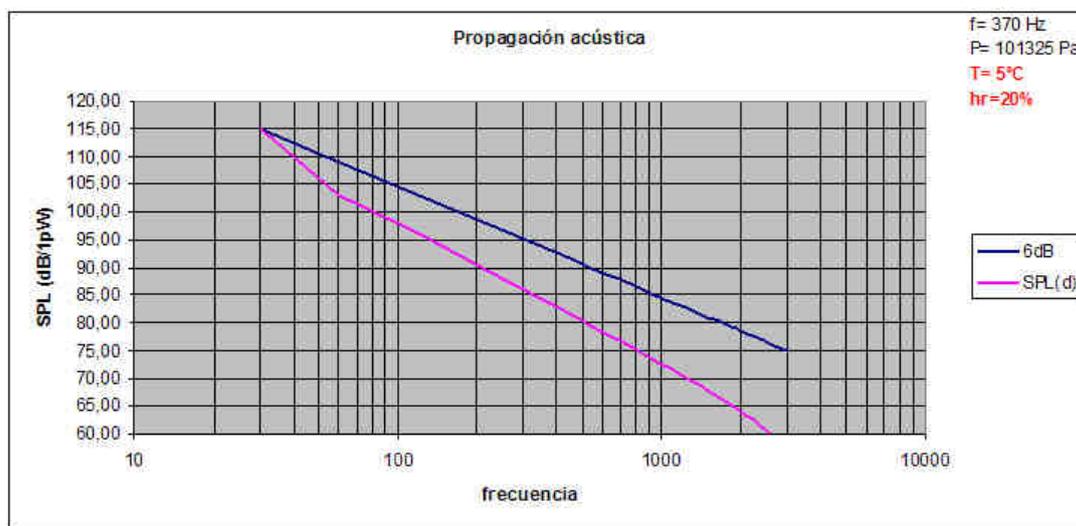


Ilustración 7. Comparativa atenuación teórica vs real

1.2. Resultados

Los resultados del estudio acústico se presentarán sobre plano, quedando representadas:

- Lámina de inundación 30 minutos.
- Afecciones potenciales.
- Ubicación de sirenas.
- Isófonas (65 dB-75 dB, 75 dB-85 dB, >85 dB)

Igualmente deberá incluirse una tabla con las características básicas de cada sirena:

- Identificación sirena.
- Presión sonora (dB@30 m)
- Número de sectores.
- Número de amplificadores.
- Número de difusores de cada sector.
- Altura
- Orientación de cada sector (en grados).

ANEJO 3

CÁLCULO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

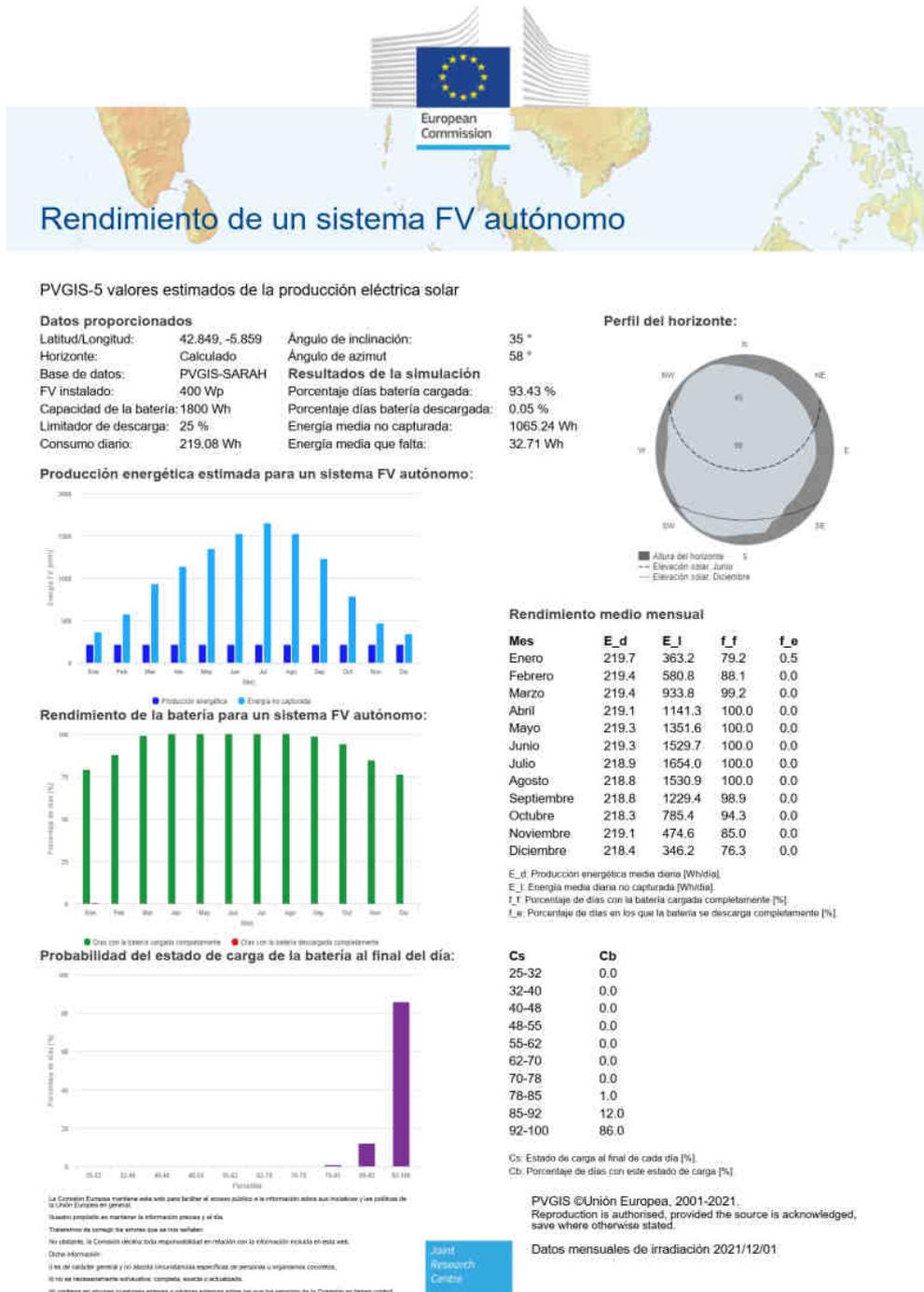
ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ESTUDIO RADIACIÓN SOLAR	85
----------------------------------	----

1. Estudio radiación solar

El objeto de este documento es calcular la radiación solar y la capacidad de generación de energía en los puntos de sirenas que son alimentados por paneles solares.

Existen diferentes programas, en este caso concreto se ha utilizado JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission (europa.eu), obteniéndose los siguientes resultados:



Teniendo en cuenta que el consumo medio diario en reposo (calculado en el Anejo nº4) es de 219,08 Wh (considerando el rendimiento general del sistema en un 88,2%), se considera que los paneles seleccionados son adecuados para esta instalación.

ANEJO 4

CÁLCULO DE AUTONOMÍA DE BATERÍAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ESTUDIO DE CONSUMO DE EQUIPOS.....	89
1.1. OBJETO.....	89
1.2. CONSUMO DE LOS EQUIPOS.....	89
1.2.1. SIRENA EJEMPLO.....	89

1. Estudio de consumo de equipos

1.1. Objeto

Establecer una metodología para evaluar el diseño de las baterías en las sirenas y minimizar su impacto en la instalación y mantenimiento.

1.2. Consumo de los equipos

Antes de diseñar el sistema de energía (dimensiones de las placas fotovoltaicas y de las baterías), es necesario conocer el consumo general de los equipos instalados.

En cada punto de sirena se deberán considerar los equipos existentes, a modo de ejemplo:

- Controladora de la sirena.
- Módulo de comunicaciones.
- Emisora radio analógica – digital.
- Módem GPRS/3G/4G.
- Amplificadores (el número de amplificadores dependerá de la potencia de la sirena).
- Regulador solar.

A continuación, se muestra detalladamente el cálculo de consumo para una sirena ejemplo.

1.2.1 Sirena ejemplo

Se calculará el consumo de una sirena con una potencia de 1.600 W y para una hipótesis de fallo de energía se debe disponer de carga suficiente para soportar 3 días en stand by y 10 minutos de activación.

SIRENA TIPO - 4 AMPLIFICADORES							
	Consumo en REPOSO						Consumo en Funcionamiento
	Controladora Sirena	Gestión Comunicaciones	Equipo RADIO	Router GPRS/3G	4 Amplificadores	Regulador Solar MPPT 75/15	4 Amplificadores
Alimentación	24V	12V	12V	12V	24V	24V	24V
Wh (media)	1,3	1,4	1,18	2,3	0	0,24	1920
Tiempo (h)	72	72	72	72	72	72	0,17

Consumo de los equipos 12V: 4,88 Wh; si se aplica la eficiencia del DC/DC (75%) el consumo real corresponde a **6,51 Wh**

Consumo de los equipos 24V: **1,54 Wh**

Consumo de activación (10 minutos constantes): **320 W**

Con estos consumos:

- El consumo total en 3 días en reposo es de: 579,69 Wh
- El consumo total en 3 días en reposo + 10 minutos de activación es de: 899,69Wh

Para ser más restrictivos se tendrá en cuenta el rendimiento global del sistema acumulador de energía (baterías) que se define como:

$$R = (1 - Kb - Kc - Kv) * \left(1 - \frac{Ka \cdot N}{Pd}\right)$$

- Donde se considera:
- Pérdidas en batería (K_b) 5,0%
 - o Pérdidas en inversor (K_c) 0,0% (no existe)
 - o Auto descarga batería (K_a) 0,5%
 - o Pérdidas varias (K_v) 5,0%
 - o Días de autonomía (N) 3
 - o Profundidad de descarga (P_d): 75%

Se obtiene un Rendimiento global del sistema acumulador de 88,20%. Esto significa que se pasa a tener:

	%88,2 Rendimiento	
	Wh	Ah a 24Vdc
Total consumo 72h en reposo	657,24	27,39
Total consumo 10' activación	362,81	15,12
Total	1020,05	42,50

- Considerando una profundidad de descarga del 75% de las baterías es necesario disponer de unas baterías de como mínimo 56,67 Ah (42,50Ah /0,75).

ANEJO 5

EXPERIENCIAS Y OTRAS CASUÍSTICAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETO.....	93
2. IMPLANTACIONES SIN AFECCIONES A VIDAS HUMANAS EN LA PRIMERA MEDIA HORA.....	94
3. AVISADORES INDIVIDUALES.....	95
4. EXPROPIACIONES PUNTOS DE AVISO.....	96
5. PROBLEMAS DE COMUNICACIONES.....	97
6. PROBLEMAS CON LAS COMUNICACIONES REDUNDANTES	98
7. COMUNICACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL	99
8. OTROS SISTEMAS DE AVISOS.....	100
9. SISTEMAS COLABORATIVOS.....	101
10. INFORME CALADOS.....	102

1. Objeto

Las implantaciones de los Planes de Emergencia realizadas hasta ahora han dotado de un conocimiento que se ha ido recogiendo en las diversas experiencias o, dicho de otra manera, cómo cada titular ha conseguido resolver los conflictos particularizados para cada situación que, por motivos obvios, la normativa no recogía.

Las casuísticas que se pueden encontrar en cada implantación pueden ser muy variadas y el mejor método para resolverlas es disponer de información de otras implantaciones, ejemplos, propuestas de diseño, mejoras o variantes, que permitan disponer de un conjunto de soluciones para escoger la que más interese.

En muchos casos se han dado soluciones innovadoras propuestas por los propios miembros del Comité de Implantación, o por parte de los servicios técnicos del titular, o por empresas externas, que han mejorado la implantación de una manera más sencilla o económica.

A continuación, se recogen algunas de las experiencias que se han considerado interesantes, que pueden ayudar a facilitar y mejorar la implantación de los Planes de Emergencia.

2. Implantaciones sin afecciones a vidas humanas en la primera media hora

En el conjunto de las implantaciones de Planes de Emergencia existen casos concretos en los cuales la clasificación en categoría A o B de la presa o balsa no se debe a afecciones graves a núcleos urbanos o a viviendas aisladas, sino únicamente a servicios esenciales, daños materiales (especialmente a carreteras o ferrocarriles), o medioambientales, histórico-artísticos o culturales. En estos casos tan concretos es aconsejable tratar su implantación con unos criterios específicos.

De forma general, se deberá realizar un análisis de la zona de inundación en la primera media hora y, si no se observan condiciones en las que exista una presencia ocasional, y no previsible en el tiempo, de personas en la llanura de inundación, no sería necesario prever ningún sistema de aviso a la población. Únicamente se deberá tener en cuenta la gestión de los escenarios para la comunicación de cada uno de ellos a las autoridades indicadas y según los medios de comunicación previstos.

No puede admitirse como presencia ocasional las afecciones a residencias establecidas permanentes, áreas de acampada estables, invernaderos, zonas en las que habitualmente se produzcan concentraciones de personas por cualquier motivo, etc.

En el caso particular de que las únicas afecciones identificadas en la primera media hora de la rotura fuesen carreteras o ferrocarriles, en el Acuerdo de la Comisión Nacional de Protección Civil en relación con el desarrollo de determinados contenidos de la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones del año 2003, se indicaba que ante esta casuística el titular debía instalar como sistema de aviso paneles con energía solar en los que se materializarían los mensajes de aviso necesarios emitidos desde la Sala de Emergencia (en la actualidad, el Centro de Gestión de Emergencias).

Sin embargo, la experiencia en las implantaciones realizadas desde entonces ha llevado a la conclusión de la no conveniencia de instalar señales luminosas ni en carreteras ni en vías de ferrocarril, tanto por las dificultades de permisos para su instalación como por la problemática para su mantenimiento, con independencia de la competencia para su activación. Por lo tanto, no es necesario prever ningún sistema de aviso a la población, únicamente se deberá tener en cuenta la gestión de los escenarios para comunicación de cada uno de ellos (0-1-2-3) a las autoridades indicadas y según los medios de comunicación previstos a efectos de información para posibles cortes de tráfico de los tramos afectados por parte de los organismos competentes en cada caso.

3. Avisadores individuales

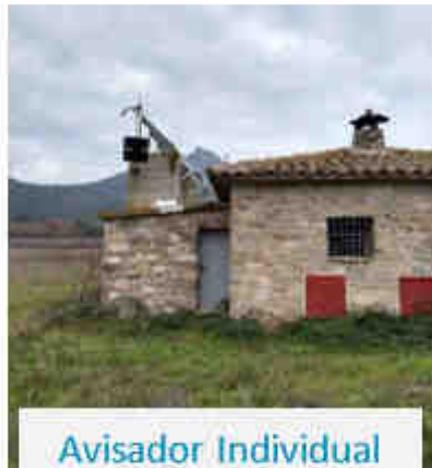
Con el objetivo de avisar a las afecciones identificadas dentro de la media hora, en algunos casos se pueden encontrar algunas de ellas en zonas aisladas del resto. Para cumplir con el aviso en toda la zona obligaría a instalar un punto de aviso, con todo el coste que ello conllevaría.

En estos casos se ha planteado la instalación de avisadores individuales (sirena de baja potencia, con un único canal de comunicación con el CGE para su activación).

Estos avisadores son muy útiles en situaciones donde sólo es necesario cubrir acústicamente un pequeño grupo de casas aisladas, albergue, etc., donde el avisador garantiza esta función.



Zona de Afección



Avisador Individual

Facilidades:

- Inversión baja (sin obra civil, equipamiento comunicaciones y aviso reducido).
- Mantenimiento muy bajo.
- Cumplimiento de la normativa de manera fácil.

Limitaciones:

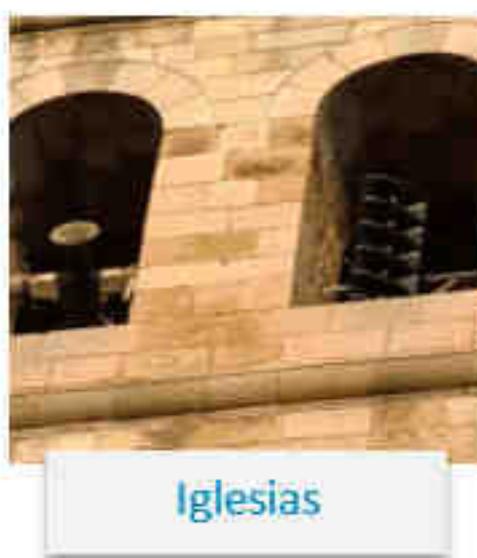
- Potencia limitada.
- Un solo canal de comunicación.

4.Expropiaciones Puntos de Aviso

En las diversas experiencias en relación con las expropiaciones o cesiones de los terrenos para implantación de los puntos de aviso, se ha dado una situación recurrente en cuanto a la dificultad de tramitar estos permisos, encarecimiento de la instalación y retraso en la propia ejecución.

Pero también ha habido experiencias positivas, donde el titular y las diversas Administraciones municipales han encontrado un punto de colaboración a la hora de ceder infraestructuras municipales para facilitar la implantación de los puntos de aviso.

Algunos ejemplos:



Facilidades:

- Se genera mayor confianza en la implantación del PIPE.
- Se reduce el tiempo de tramitaciones administrativas.
- Inversión más baja (sin obra civil).
- La infraestructura queda más protegida.

Limitaciones:

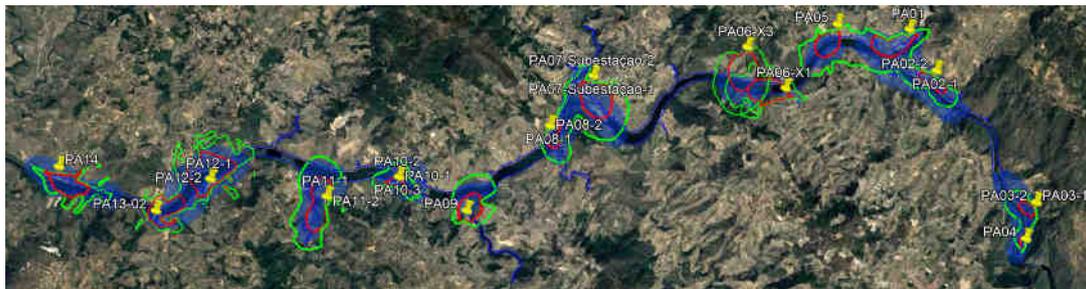
- Acceso a las instalaciones para el mantenimiento posterior.

5. Problemas de comunicaciones

Como es sabido, existen muchas infraestructuras hidráulicas en zonas geográficas aisladas de los operadores principales o con dificultades de comunicaciones por su compleja orografía.

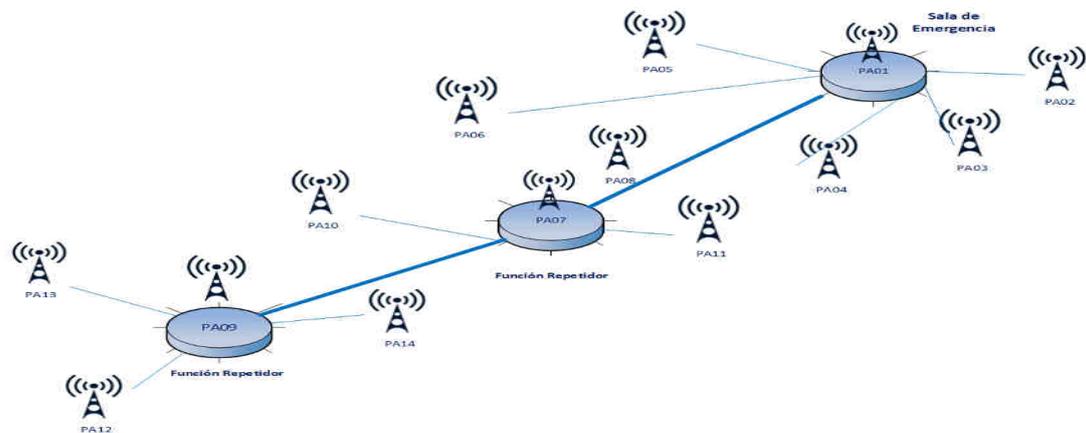
En diversas propuestas de Proyectos de Implantación, se han estudiado sistemas de comunicaciones muy complejos para solventar estas problemáticas, pero que su repercusión en una implantación representa un peso económico del capítulo de comunicaciones muy alto.

Ejemplo de una implantación:



En este caso la zona de inundación de los 30 minutos correspondía a una extensión de más de 30 kilómetros en una zona orográfica muy compleja. El primer estudio proponía utilizar una red de repetidores adicional.

Nueva Propuesta:



Se diseñó una mejora en la electrónica de las sirenas para que los propios puntos de sirena realizaran función de repetidor y, de esta manera, no fue necesaria ninguna red adicional de repetidores, mejorando considerablemente la inversión inicial y el coste de mantenimiento a largo plazo.

6. Problemas con las Comunicaciones Redundantes

Se puede dar el caso de que, durante el estudio de las comunicaciones redundantes de los puntos de aviso, no se disponga de un canal GPRS/3G de operador o no exista cobertura radioeléctrica para un sistema de radio convencional.

Se podría resolver el problema de cobertura de radio, con un diseño en el que se incluyan repetidores, pero esto encarecería la solución tanto a nivel de inversión como de mantenimiento en el futuro.

Una segunda solución sería dotar de comunicaciones VSAT como segundo canal, ya que se sabe que la cobertura VSAT es prácticamente del 99% en todo el territorio, pero el coste de servicio es alto y penalizará el presupuesto de mantenimiento.

En las diversas implantaciones que se han llevado a cabo se han dado varias situaciones como las que se han descrito, pero planteado el problema al Comité de Implantación se han implantado las siguientes soluciones:

- Si el problema de comunicaciones afectaba al Canal de Radio, se decidía implantar 2 canales de GPRS/3G para cada canal

Comunicaciones CGE – Sirenas

- o Canal Principal: GPRS / 3G / LTE
- o Canal Secundario: GPRS / 3G / LTE

- Si el problema de comunicaciones afectaba al Canal de GPRS/3G, se decían implantar 2 canales de radio, en diferente frecuencia.

Comunicaciones CGE – Sirenas

- o Canal Principal: Radio Analógica / digital (DMR / NEXEDGE)
- o Canal Secundario: Radio Analógica / digital (DMR / NEXEDGE)

7. Comunicaciones de Protección Civil

Las Comunidades Autónomas han venido desarrollando sistemas de comunicaciones seguros para emergencias y seguridad. Estos sistemas se basan en cubrir cerca del 100% de todo el territorio, garantizar la seguridad en las comunicaciones y no colapso del sistema por eventos de emergencias.

La tecnología que se ha usado en todas ellas es un estándar, que lo conocemos como “Sistemas TETRA”, y en cada comunidad tiene un nombre diferente, algunos ejemplos; Rescat (Catalunya), RedComdes (C. Valenciana), Enbor-Sarea (P. Vasco), Resgal (Galicia).

Las presas, por su obligatoriedad de implantación del Plan de Emergencia, cumplen con las consideraciones para poder adherirse a los servicios de esta red, además de que, en ciertos casos, se tratan de infraestructuras críticas.

Se han dado varios casos de implantación en los que ya se ha implementado este tipo de colaboración entre titulares de presas y servicios de protección civil, para cesión de sus comunicaciones para el Servicio de los Planes de Emergencia.

Casos

Presa de Ibiur

Canal Principal Red TETRA de Protección Civil del Gobierno Vasco. Además, se integra en el sistema de alerta del 112 para otros riesgos.

Presa de Mequinenza, Caspe-Los Moros, Baserca y Llauset

Canal Principal Red TETRA rescata de Protección Civil de la Generalitat de Catalunya. Además, se integra en el sistema de alerta del 112 para otros riesgos.

8. Otros sistemas de avisos

En entornos urbanos con afecciones de grandes edificios es difícil garantizar un nivel de cobertura sonora en toda la zona de aviso sin implantar un número excesivo de sirenas, con la consiguiente inversión que eso significa.

Se han dado casos donde se ha acordado con Protección Civil instalar un número limitado de sirenas, donde se busca que la señal se “oiga” y por otra parte se ha puesto a disposición de la población una APP para recibir las alertas vinculadas al Plan de Emergencia.



Zona urbana con gran densidad de edificios.



APP - Descripción de los distintos Escenarios



APP - Plan de Emergencia - Activado



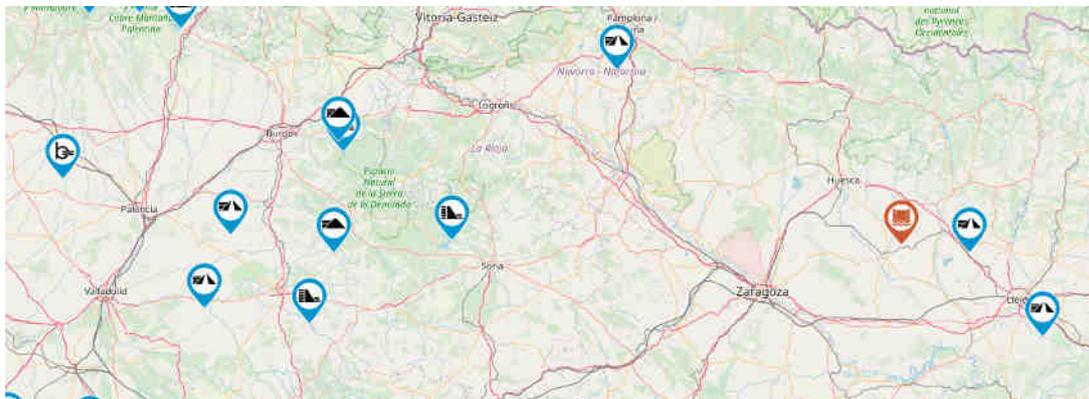
APP - Procedimientos a Seguir

9. Sistemas colaborativos

Se tiende a planificar la Implantación de los Planes de Emergencia desde una perspectiva global con el conjunto de las infraestructuras que dispone el titular, ya que permite aprovechar infraestructura o desarrollos para los diversos planes y, por lo tanto, bajar el impacto económico por plan.

Pero el caso de titulares con pocas infraestructuras no permite aplicar esta metodología y provoca el efecto contrario, penalizando negativamente la inversión.

Se han dado varios casos de titulares que, motivados por buscar soluciones que simplifiquen la implantación, han establecido colaboraciones entre ellos con el fin de compartir recursos.



Compartir Centro de Control

C.C.C. ubicado en un servidor en la nube, con software adaptado para cada titular, gestión externa de las actualizaciones y acceso a soluciones innovadoras.

Compartir Centro de Control Móvil

El C.C.M. permite gestionar diversas infraestructuras, únicamente se debe planificar su ubicación y utilización entre los titulares.

10. Informe calados

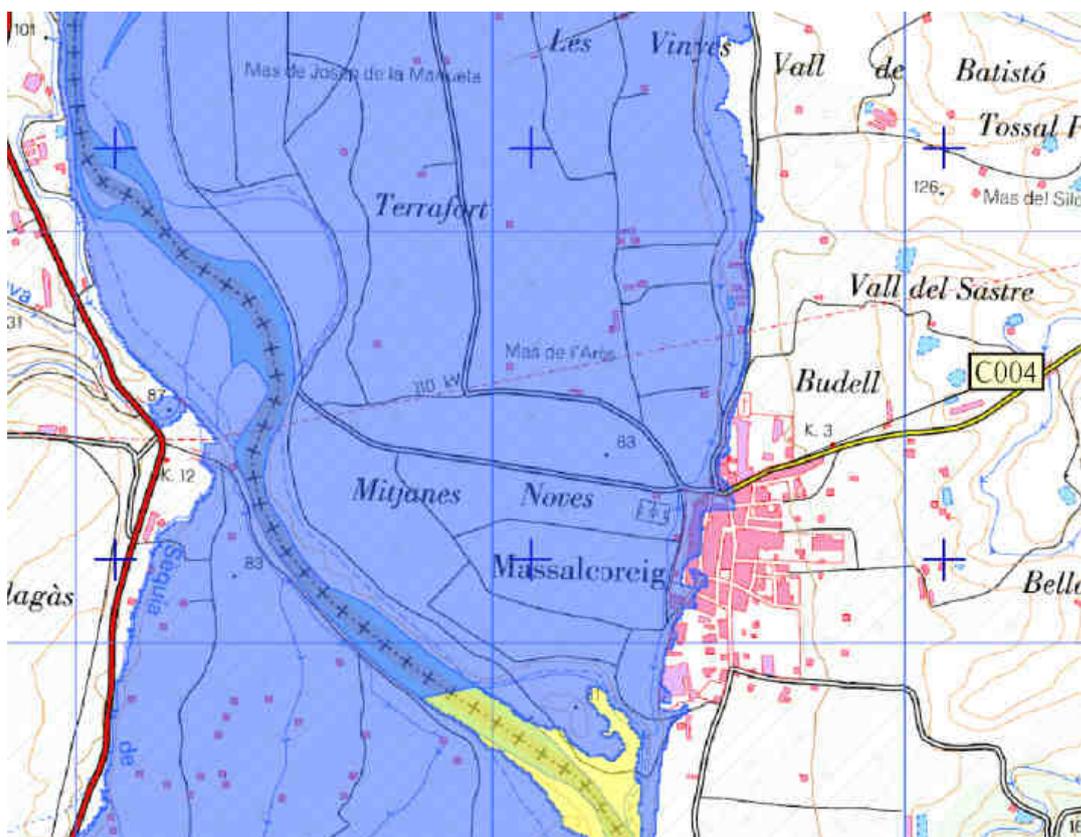
Como norma no se venía prestando mucha atención a la evolución de los calados sobre las diferentes afecciones en el tiempo y como eso afectaba a cada uno de los municipios, se daba por hecho que siempre se debía evacuar a la población.

En una experiencia reciente, a raíz de la propuesta por parte de Protección Civil de realizar un “Estudio de los calados” para cada uno de los municipios identificando los siguientes parámetros; afección potencial, termino municipal, cota del cauce, cota del elemento, nivel máximo, calado sobre el cauce, tiempo de llegada.

Esta información era de sumo interés para la planificación de Protección Civil porque, de esa manera, se podía determinar si la alerta por emergencia de inundación sería “confinar” o “evacuar” a la población, siendo mucho menores los recursos planificados para “confinar a la población”.

Esto lleva a que, en la difusión a la población, se deba explicar si se confina o evacúa, siendo una mejora considerable en los aspectos de recursos por parte de Protección Civil y se traslada menor impacto de riesgo a la población.

Ejemplo



La afección al núcleo urbano de Massalcoreig se limita únicamente a algunas viviendas, quedando el núcleo urbano prácticamente fuera de la zona de inundación. La llegada de la onda de rotura se produce dentro de la primera hora (0,52 h) desde la rotura, sin embargo, el calado máximo se alcanza a las 4,04 horas siendo de 10,88 m.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

