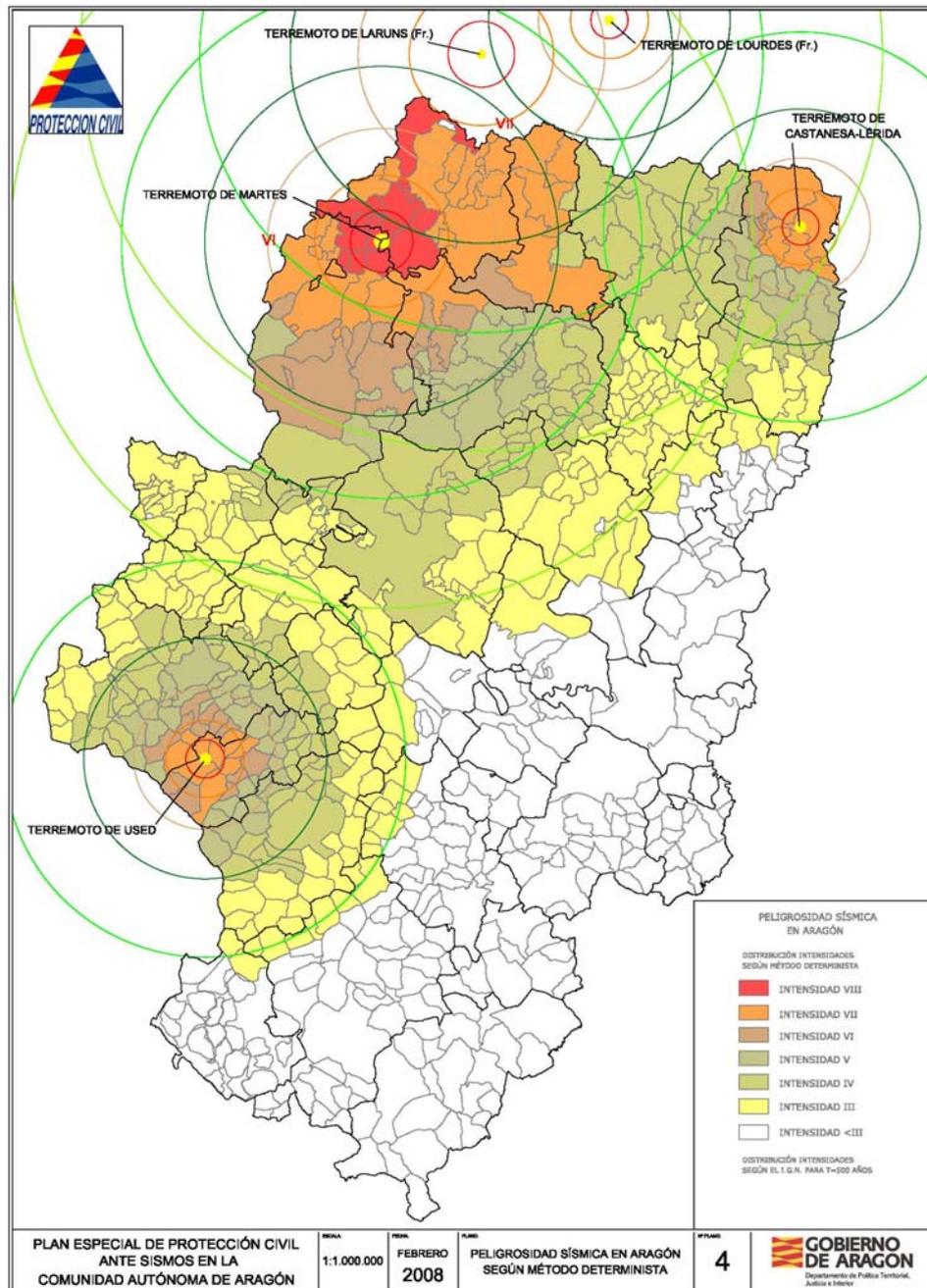


Plan Especial de Protección Civil ante sismos en la Comunidad Autónoma de Aragón



PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE SISMOS EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGON

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN
 - 1.1. Antecedentes
 - 1.2. Objetivo y Ámbito
 - 1.2.1. Objetivo
 - 1.2.2. Ámbito
 - 1.3. Marco Legal
 - 1.3.1. Normativa estatal
 - 1.3.2. Normativa de la Comunidad Autónoma de Aragón
 - 1.4. Contenido de este Plan
2. ANÁLISIS DEL RIESGO
 - 2.1. Introducción
 - 2.2. Marco Geográfico de Aragón
 - 2.2.1. El relieve de Aragón
 - 2.2.2. El clima de Aragón
 - 2.2.3. Recursos hídricos de Aragón
 - 2.2.4. La vegetación de Aragón
 - 2.3. Geología de Aragón. Zonificación Tectónica de Aragón y su Entorno
 - 2.3.1. Histórico Geológico de Aragón
 - 2.3.2. Aproximación a la Geología de Aragón
 - 2.3.3. Relación de Puntos de Interés Geológico. Patrimonio Geológico Aragonés
 - 2.4. Sismicidad de Aragón y su Entorno
 - 2.4.1. Sismicidad histórica de Aragón
 - 2.4.2. Zonificación sismotectónica de Aragón
 - 2.5. Evaluación de la Peligrosidad Sísmica

- 2.5.1. Evaluación de la Peligrosidad Sísmica
- 2.5.2. Métodos de Evaluación
- 2.5.3. Peligrosidad Sísmica en Aragón
- 2.6. Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico
 - 2.6.1. Vulnerabilidad de las edificaciones
 - 2.6.2. Metodología para la asignación de vulnerabilidad a los edificios de Aragón
 - 2.6.3. Asignación de vulnerabilidad al parque inmobiliario de Aragón
- 2.7. Estimación de Daños Relacionados con Edificaciones Habitadas
 - 2.7.1. Matrices de probabilidad de daño. Modelo Irpima
- 2.8. Estimación de Daños a la Población
- 2.9. Estimación de Daños a Edificaciones Esenciales: Hospitales y Parques de Bomberos
 - 2.9.1. Introducción
 - 2.9.2. Metodología
 - 2.9.3. Hospitales
 - 2.9.4. Parques de bomberos
- 2.10. Estimación de Daños a Líneas Vitales
 - 2.10.1. Metodología
 - 2.10.2. Embalses y pantanos
 - 2.10.3. Res de tuberías de Combustible
 - 2.10.3.1. Gas Natural
 - 2.10.3.2. Oleoductos
 - 2.10.4. Red eléctrica
 - 2.10.4.1. Líneas de Transmisión
 - 2.10.4.2. Líneas de Distribución
 - 2.10.4.3. Subestaciones de transmisión
 - 2.10.5. Abastecimiento de aguas
 - 2.10.5.1. Plantas Potabilizadoras
 - 2.10.5.2. Red de Distribución
 - 2.10.5.3. Depósitos
 - 2.10.5.4. Estaciones de bombeo

- 2.10.6. Carreteras
- 2.10.7. Vías de ferrocarril
 - 2.10.7.1. Tramos carriles-traviesas
 - 2.10.7.2. Tramos puente
 - 2.10.7.3. Tramos túnel
- 2.10.8. Instalaciones afectadas por la normativa SEVESO
- 3. ESTRUCTURA, ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES
- 4. ÓRGANOS DE DIRECCIÓN
 - 4.1. Director del Plan
 - 4.2. Comité de Dirección
 - 4.3. Jefe del Puesto de Mando Avanzado
- 5. ÓRGANOS DE APOYO Y ASESORAMIENTO
 - 5.1. Comité Asesor
 - 5.1.1. Definición
 - 5.1.2. Composición básica del Comité Asesor
 - 5.1.3. Funciones del Comité
 - 5.2. Gabinete de información
- 6. ÓRGANOS DE COORDINACIÓN
 - 6.1. Director Operativo del Plan
 - 6.2. Centro de Coordinación Operativa (C.E.C.O.P./C.E.C.O.P.I.)
 - 6.3. Los Centros de Coordinación Operativa Municipal (CECOPAL)
- 7. ÓRGANOS DE INTERVENCIÓN OPERATIVA O GRUPOS DE ACCIÓN
 - 7.1. Director Técnico
 - 7.2. Los Grupos Operativos
 - 7.2.1. Grupo de Auxilio y Salvamento
 - 7.2.2. Grupo de Seguridad
 - 7.2.3. Grupo de Sanidad
 - 7.2.4. Grupo de Acción Social
 - 7.2.5. Grupo de Abastecimientos y Soporte Logístico
- 8. DETERMINACIÓN DE FASES Y SITUACIONES
- 9. OPERATIVIDAD

- 9.1. Fase de intensificación del seguimiento y la información
 - 9.1.1. Situación 0
- 9.2. Fase de Emergencia
 - 9.2.1. Situación 1
 - 9.2.2. Situación 2
 - 9.2.3. Situación 3
- 9.3. Fase de normalización
- 10. PROCEDIMIENTOS DE INFORMACIÓN SOBRE FENÓMENOS SÍSMICOS
 - 10.1. Sismos notificables y características a notificar
 - 10.2. Medios y procedimientos para la recepción y difusión de la información sobre fenómenos sísmicos
- 11. MEDIOS Y RECURSOS
- 12. IMPLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO
 - 12.1. Implantación
 - 12.2. Mantenimiento
 - 12.3. Divulgación y Formación
 - 12.4. Ejercicios de Adiestramiento
 - 12.5. Simulacros
 - 12.6. Campanas de Información a la Población
 - 12.7. Procedimiento de Revisión del Plan
- 13. DIRECTRICES PARA LA PLANIFICACIÓN A NIVEL LOCAL Y COMARCAL
 - 13.1. Municipios obligados a elaborar un Plan de Actuación Municipal
 - 13.2. Objeto y Funciones de los Planes de Actuación Municipal o Comarcal
- 14. CONCLUSIONES

ANEJOS AL PLAN

- ANEJO I. Definiciones
- ANEJO II. Escala de Intensidades EMS 98
 - 1. Introducción
 - 2. Escala de intensidades EMS 98

3. Lineamientos y material de referencia

- Asignando Intensidad
- Vulnerabilidad
- Asignando Intensidad en base a registros históricos
- El Uso de Escalas de Intensidad
- Efectos en Entornos Naturales

ANEJO III. Seísmos Percibidos con Intensidad Superior a III en Aragón.

- Mapa de Zonificación Sismotectónica. Plano nº1

ANEJO IV. Intensidad Sísmica Municipal Esperada para Periodo de 500 Años.

Cálculos de vulnerabilidad. Grado de daño y afección a la población

- Intensidad Sísmica combinando IGN y M. Determinista. Plano nº2
- Intensidad Sísmica Municipal esperada para periodo de 500 años del IGN. Plano nº3
- Intensidad Sísmica en Aragón según Método Determinista. Plano nº3

ANEJO V. Cartografía Básica

- Mapa Comarcal de Aragón. Plano nº5
- Mapa de Carreteras de Aragón. Plano nº6
- Mapa de Líneas de Ferrocarril. Plano nº7

ANEJO VI. Modelos de Comunicaciones y Avisos

1. Comunicación de Activación del Plan
2. Comunicación de Desactivación del Plan

ANEJO VII. Catálogo y Cartografía de Construcciones en Riesgo Sísmico

- Centros sanitarios.
- Centros de Agrupaciones Existentes de Voluntarios de Protección Civil.
- Listado de centros de la Cruz Roja.
- Aeródromos y helipuertos autorizados en Aragón.
- Industrias químicas afectadas por la normativa SEVESO.
- Centrales térmicas.
- Centrales hidroeléctricas.

- Embalses y Presas.
- Repetidores de telecomunicaciones.
- Gasoductos y oleoductos.
- Mapa de Distribución de Construcciones y Líneas Vitales en Aragón. Planos nº 8.1 y 8.2
- Mapa de Distribución de Edificios Esenciales en Aragón. Plano nº9
- Mapa de Distribución de Industrias Potencialmente Peligrosas en Aragón. Plano nº10

ANEJO VIII. Sismicidad Inducida

1. Introducción
2. Sismicidad Inducida por Embalses

ANEJO IX. Normas de Comportamiento en Caso de Terremoto

ANEJO X. Fichas Técnicas de los Municipios contemplados en la Directriz

1. Bielsa
2. Broto
3. Fanlo
4. Gistain
5. Hoz de Jaca
6. Panticosa
7. Plan
8. Puértolas
9. Sallent de Gállego
10. San Juan de Plan
11. Tella-Sin
12. Torla

1 INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La Norma Básica de Protección Civil, aprobada por el Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, incluyó entre los riesgos susceptibles de originar una situación catastrófica, y que por ello debían ser objeto de planificación especial, los concernientes a los movimientos sísmicos.

La citada Norma Básica de Protección Civil, dispone en su apartado 6 que el riesgo sísmico será objeto de Planes Especiales en los ámbitos territoriales que lo requieran. La misma norma básica señala, en su apartado 7.2 que los planes especiales se elaborarán de acuerdo con las directrices básicas relativas a cada riesgo.

Atendiendo a esta circunstancia, en BOE de 25 mayo de 1995, se publica la DIRECTRIZ BÁSICA DE PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO SÍSMICO, que ya en su capítulo 1 establece que: *“Los terremotos son uno de los fenómenos naturales con mayor capacidad para producir consecuencias catastróficas sobre extensas áreas del territorio, pudiendo dar lugar a cuantiosos daños en edificaciones, infraestructuras y otros bienes materiales, interrumpir gravemente el funcionamiento de servicios esenciales y ocasionar numerosas víctimas entre la población afectada.*

Nuestro país está situado en un área de actividad sísmica de relativa importancia y, en el pasado, determinadas zonas del mismo se han visto afectadas por terremotos de considerable intensidad.

Si bien la construcción realizada de acuerdo con lo previsto en la normativa sismorresistente, supone ya un medio fundamental para la prevención de los daños ocasionados por estos fenómenos resulta asimismo necesario el prever, mediante la correspondiente planificación, la organización de los recursos, materiales y humanos, que podrían ser requeridos para la asistencia y protección a la población, en caso de que ocurriese en territorio español una catástrofe de tal naturaleza.”

La Directriz Básica de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico, tiene por lo tanto la finalidad de establecer los requisitos mínimos que deben cumplir los correspondientes Planes Especiales de Protección Civil, en cuanto a fundamentos, estructura, organización y planes operativos y de respuesta, para ser homologados e implantados en su correspondiente ámbito territorial, con el objeto de prever un diseño o modelo nacional mínimo que haga posible, en su caso, una coordinación y actuación conjunta de los distintos servicios y Administraciones implicadas.

Se elaborarán Planes Especiales de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico en aquellas Comunidades Autónomas cuyo territorio incluya áreas de peligrosidad sísmica.

Inicialmente la citada Directriz contempla en la Comunidad Autónoma de Aragón siete Municipios de la Provincia de Huesca: Bielsa, Fanlo, Hoz de Jaca, Panticosa, Sallent de Gállego, Salinas y Torla, a los que considera comprendidos en áreas donde son previsibles sismos de intensidad igual o superior a VII según los estudios de peligrosidad sísmica de España para el período de retorno de 500 años realizados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Posteriormente, mediante Acuerdo del Consejo de Ministros de 16 de julio de 2004, se modifica la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo sísmico. Dicha modificación incluye la ampliación de Municipios comprendidos en áreas donde son previsibles sismos de intensidad igual o superior a VII según los estudios de peligrosidad sísmica de España para el período de retorno de 500 años realizados por el IGN a 11 municipios: **Bielsa, Broto, Fanlo, Hoz de Jaca, Panticosa, Plan, Puértolas, Sallent de Gállego, San Juan de Plan, Tella-Sin, Torla**. Hacemos mención expresa que en este Plan se incluye en este grupo al municipio de **Gistain**, que, aunque no lo menciona la citada directiva, todo el Término Municipal está incluido en el área donde son previsibles sismos de intensidad igual o superior a VII, según el IGN. Por tanto serán finalmente doce los Municipios en los que son previsibles sismos de intensidad igual o superior a VII.

1.2. OBJETIVO Y ÁMBITO

1.2.1. Objetivo

El objetivo del Plan Especial de Protección Civil ante sismos en la Comunidad Autónoma de Aragón, en adelante PROCISIS, es establecer la organización y procedimientos de actuación de los recursos y servicios cuya titularidad corresponda a la Comunidad Autónoma de Aragón y los que pueden ser asignados al mismo por otras Administraciones Públicas, al objeto de hacer frente a las emergencias por terremotos ocurridos en su ámbito territorial, o bien, formando parte de la organización del Plan Estatal, prestar el concurso necesario cuando tales situaciones se produzcan en cualquier otra parte del territorio nacional.

Las funciones básicas del Plan Especial son las siguientes:

- Parametrizar el riesgo sísmico en la Comunidad Autónoma de Aragón, tomando como punto de partida las estimaciones de peligrosidad y de vulnerabilidad de las edificaciones.
- En base a las estimación de la vulnerabilidad, prever los edificios que pueden quedar inhabilitados, así como la estimación de población afectada.
- Establecer los sistemas de articulación con los Planes de Protección Civil de ámbito local y comarcal.
- Concretar la estructura organizativa y funcional para la intervención en emergencias por terremotos que afecten a la Comunidad Autónoma de Aragón
- Prever los mecanismos y procedimientos de coordinación con el Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico, para garantizar su adecuada integración
- Especificar procedimientos de información a la población
- Prever el procedimiento de catalogación de medios y recursos específicos a disposición de las actuaciones previstas

El objetivo esencial del plan es dar una respuesta rápida, eficaz y coordinada de los recursos públicos o privados ante los daños producidos por los movimientos sísmicos

1.2.2. Ámbito

El ámbito del Plan especial de Protección Civil ante sismos en la Comunidad Autónoma de Aragón, es la totalidad del área geográfica de la Comunidad. Este

plan, podrá ser activado ante cualquier movimiento sísmico que afecte a la Comunidad y que tenga consecuencias sobre la población y sus bienes.

No obstante, podrá ser activado también en el caso de un sismo que no afecte al ámbito territorial de la Comunidad Autónoma Aragón pero que a solicitud de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (Ministerio del Interior), se requiera la movilización de medios y recursos de este Plan para hacer frente a la emergencia registrada.

1.3. MARCO LEGAL

El presente Plan se ha elaborado teniendo en cuenta las normas y disposiciones vigentes en materia de Protección Civil que se citan a continuación:

1.3.1. Normativa Estatal:

- ✓ **Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil.** (B.O.E nº 22, de 25-01-85)
- ✓ **Real Decreto 407/1992, de 24 de abril,** por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil. (B.O.E nº 105, de 1-5-92).
- ✓ **Resolución de 5 de mayo de 1.995, de la Secretaría de Estado de Interior,** por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico. (B.O.E de 25-5-1.995)
- ✓ **Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre,** por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02). (B.O.E nº 244 de 11-10-2.002)
- ✓ **Resolución de 17 de septiembre de 2.004, de la Subsecretaría,** por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros, de 16 de julio de 2.004, por el que se modifica la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico, aprobada por el Acuerdo del Consejo de Ministros, de 7 de abril de 1.995. (B.O.E nº 238 de 2-10-2.004)

1.3.2. Normativa de la Comunidad Autónoma de Aragón

- ✓ **Decreto Legislativo 1/2006**, de 27 de Diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Comarcalización de Aragón.
- ✓ **Decreto 109/1995**, de 16 de mayo, de la Diputación General de Aragón, por el que se aprueba el Plan Territorial de Protección Civil de Aragón (BOA núm. 62 de 25 de mayo de 1.995)
- ✓ **Orden de 30 de abril de 1.996**, del Departamento de Presidencia y Relaciones Institucionales, por la que se desarrolla la regulación de los Planes de Emergencia de Protección Civil de ámbito municipal, supramunicipal o comarcal, y de medidas de fomento(BOA núm 55 de 15 de mayo de 1996).
- ✓ **Ley 30/2.002 de 17 de diciembre**, de protección civil y atención de emergencias de Aragón (BOA núm.51 de 30 de diciembre de 2.002)
- ✓ **Decreto 94/2.005** de 10 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la organización y funcionamiento de la Comisión de Protección Civil de Aragón (BOA núm. 61 de 23 de mayo de 2.005)
- ✓ **Decreto de 6 de julio de 2.007**, de la Presidencia del Gobierno de Aragón, pro el que se modifica la organización de la Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón (BOA núm. 81 de 9 de julio de 2.007)

1.4 CONTENIDO DE ESTE PLAN

El PROCISIS está elaborado de acuerdo con lo establecido en la correspondiente Directriz Básica.

Así, su enfoque es el de obtener en una primera fase, datos del "Análisis del Riesgo" concretamente la vulnerabilidad de los edificios y los daños potenciales a las infraestructuras y población, con un mayor nivel de detalle en los 12 municipios donde son previsibles sismos de intensidad igual o superior a VII, pero, teniendo en cuenta su carácter global, incluyendo también el análisis del resto de municipios de nuestra Comunidad.

Posteriormente se aborda la organización prevista para desarrollar toda la operativa necesaria para que la actuación ante una emergencia potencial, sea lo más eficiente posible.

Se incluyen X Anejos, que apoyan lo descrito en el documento principal, en los diferentes contenidos que desarrollan:

ANEJO I. Definiciones

ANEJO II. Escala de Intensidades EMS 98

ANEJO III. Seísmos Percibidos con Intensidad Superior a III en Aragón. Mapa de Zonificación Sismotectónica

ANEJO IV. Intensidad Sísmica Municipal Esperada para Periodo de 500Años. Cálculos de vulnerabilidad. Grado de daño y afección a la población

ANEJO V. Cartografía Básica

ANEJO VI. Modelos de Comunicaciones y Avisos

ANEJO VII. Catálogo y Cartografía de Construcciones en Riesgo Sísmico

ANEJO VIII. Sismicidad inducida

ANEJO IX. Normas de Comportamiento en Caso de Terremoto

ANEJO X. Fichas Técnicas de los Municipios contemplados en la Directiva

2. ANÁLISIS DEL RIESGO

2.1. INTRODUCCIÓN

La Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico (BOE de 25 mayo de 1995) indica que el análisis del Riesgo es uno de los elementos básicos para la planificación de actuaciones en emergencias, que servirá para la estimación de posibles daños provocados por terremotos, y que es en los planes de las comunidades autónomas donde debe de preverse este análisis.

Muchos textos se han escrito acerca de la necesidad de establecer una definición comúnmente aceptada de Riesgo Sísmico. El Riesgo es un concepto que nos alerta de un suceso que todavía no ha ocurrido y se dimensiona acotando en el tiempo una realidad no deseable, unas consecuencias o efectos adversos como resultado de sucesos naturales o actividades humanas.

Algunos autores definen el Riesgo sísmico como la función de probabilidad de pérdidas derivadas de los daños a un elemento o conjunto de elementos (por ejemplo una ciudad) como consecuencia de la acción de terremotos. Es, por tanto, función en cada caso de las características de esta acción y de la respuesta a ella de los elementos en riesgo.

Siguiendo estrictamente la definición anterior, el riesgo vendría expresado en términos económicos, que representarían el coste de reparación de pérdidas ante el movimiento reflejado por medio de la peligrosidad.

Numerosas variantes han sido propuestas, a fin de expresar el riesgo en otros términos, por ejemplo porcentaje de un determinado grado de daño en una cierta tipología estructural, daño medio, número de víctimas mortales y heridos, número de viviendas inhabitables, etc.

La elección del índice de riesgo depende de la aplicación a la que vaya dirigido el estudio, pero en cualquier caso su estimación requiere conocer el parque inmobiliario en la zona, es decir el número de estructuras de cada tipología o clase de vulnerabilidad, así como la relación entre el movimiento de entrada y los daños esperados en cada clase de vulnerabilidad.

Dicha relación se introduce mediante las llamadas *curvas de fragilidad*, que son una expresión del porcentaje de cada grado de daño en cada clase de vulnerabilidad, para diferentes niveles de movimiento del suelo (intensidad sísmica). La estimación del riesgo supone entonces combinar resultados del análisis de peligrosidad, con asignaciones de vulnerabilidad sobre el parque de edificaciones y la elección de curvas de fragilidad para concluir con la estimación de daños en cada tipología y cada población. Este será el planteamiento general del estudio a realizar.

Esto nos conduce a la estimación de la vulnerabilidad de edificios y población a través del número de edificios inhabilitados y de víctimas, y sus resultados nos permiten elaborar un Catálogo de Elementos en Riesgo, tal y como establece la Directriz Básica y la Norma NCSE02 (Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación).

Se incluye además una metodología para la estimación de daños en los servicios básicos o líneas vitales, información a su vez que nos permite planificar actuaciones enfocadas a minimizar el efecto sísmico en nuestra comunidad:

- Antes del terremoto, ya que proporciona una visión lo más precisa posible acerca de las probables consecuencias que ocasionarían los terremotos y determina las zonas de mayor riesgo y los elementos más vulnerables, facilitando la planificación de las medidas y de los medios y recursos necesarios para la intervención en futuras emergencias
- Después de un terremoto, ya que permite estimar y valorar con rapidez los posibles daños causados por un terremoto, de manera que se puedan activar con mayor agilidad y eficacia las medidas de Protección civil contempladas en los diferentes planes.

2.2 MARCO GEOGRÁFICO DE ARAGÓN.

La Comunidad Autónoma de Aragón se sitúa en el noreste de la Península Ibérica, limitando a lo largo de su perímetro, con Cataluña al este, al sur con Castilla la Mancha y Valencia, al oeste con Castilla León, la Rioja y Navarra, y al Norte con Francia.

Su territorio de más de 47.720 kilómetros cuadrados de superficie, es superior al de países europeos como Dinamarca, Holanda o Suiza y la cuarta comunidad más extensa de España. Su estratégica ubicación lo convierte en nexo natural entre dos de los ejes de desarrollo más importantes de Europa: el Eje Atlántico y el Eje Mediterráneo.

Dentro de la Península, Aragón, atravesado en su centro por el valle del Ebro, se ha convertido en una importante zona de desarrollo, rodeada de otras ricas Comunidades Autónomas, como Cataluña, Valencia, País Vasco o Navarra. Aragón está llamado a jugar un papel decisivo entre las regiones del sur de Europa. Con 136 kilómetros de frontera con Francia, es la puerta central a Europa desde España y Portugal.

Está compuesto por tres provincias, Huesca al norte, Zaragoza en el centro y Teruel al sur. Zaragoza es la de mayor extensión con 17.274 kilómetros cuadrados, seguida de Huesca con 15.636 y de Teruel con 14.810.

2.2.1 EL RELIEVE DE ARAGÓN

Tres grandes unidades conforman el relieve aragonés: las dos grandes cadenas montañosas -Pirineos e Ibérica-, y la depresión central. Entre ellas existen zonas de transición, que en Aragón se denominan "somontanos". De esta manera se configuran de norte a sur cinco unidades geomorfológicas: **Pirineos, Somontano Pirenaico, Depresión del Ebro, Piedemonte Ibérico y Cordillera Ibérica.**

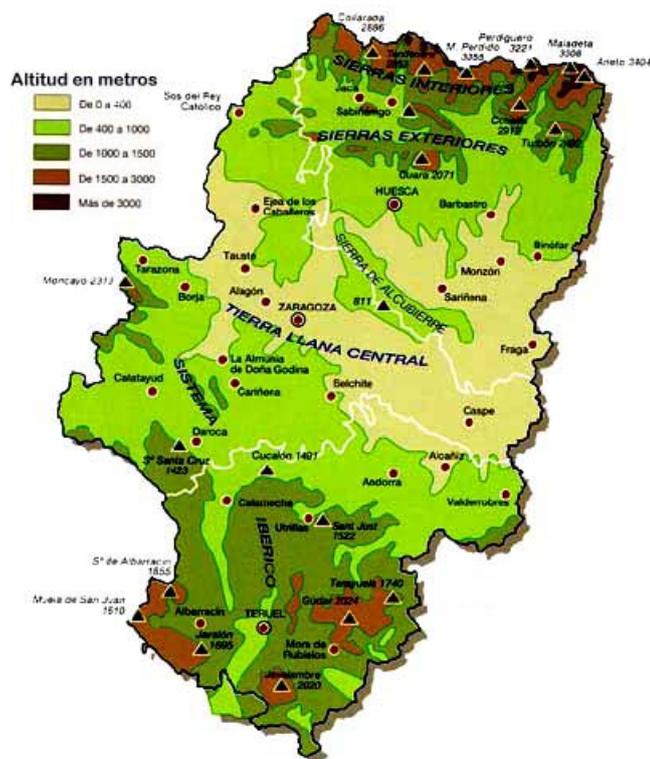
Los Pirineos aragoneses, ofrecen las mayores alturas de toda la cordillera, con bastantes picos que superan los 3.000 metros de altitud.

La Depresión del Ebro ocupa una vasta llanura ondulada cuyas alturas oscilan entre los 200 y 400 metros, y aparece surcada por el Ebro, el gran eje de toda la región y sus distintos afluentes procedentes tanto de los Pirineos como de sus sierras exteriores.

La cordillera del Sistema Ibérico atraviesa las provincias de Zaragoza y Teruel de noreste a sureste formando una alargada cadena montañosa.

Esta configuración del relieve aragonés se origina como consecuencia de los **movimientos orogénicos alpinos** de la Era Terciaria. En la Era Mesozoica el relieve estaba invertido: en la actual depresión se elevaba el Macizo del Ebro, flanqueado por sendos mares, el de los Pirineos -más profundo- y el Ibérico. El proceso de erosión durante el final de la Era Primaria y toda la Era Secundaria va sedimentado materiales en los fondos y las orillas de los mares. A lo largo del Terciario, los movimientos alpinos, un posterior proceso de arrasamiento y un nuevo levantamiento epigónico de ambas cadenas montañosas, junto al hundimiento de la depresión, dan lugar a relieve aragonés tal y como lo conocemos.

Esta evolución geológica explica la **estructura de la litología** aragonesa. Las rocas más antiguas que se encuentran en Aragón son paleozoicas o incluso anteriores, y se localizan en los núcleos de las cordilleras: granitos, cuarcitas, pizarras y calizas. Sobre ellas los movimientos alpinos produjeron fracturas y fallas. Las rocas del Mesozoico rodean a las anteriores, en el Prepirineo y en el Sistema Ibérico: son calizas de sedimentación marina, margas y areniscas, que se plegaron plásticamente con la orogenia alpina. En la Depresión del Ebro y las depresiones interiores de las montañas hallamos las rocas del Terciario, producto de la sedimentación de los materiales arrasados en las cordilleras alpinas. Se trata de conglomerados, areniscas, arcillas, margas, yesos y calizas, de estructura horizontal o monoclinal.



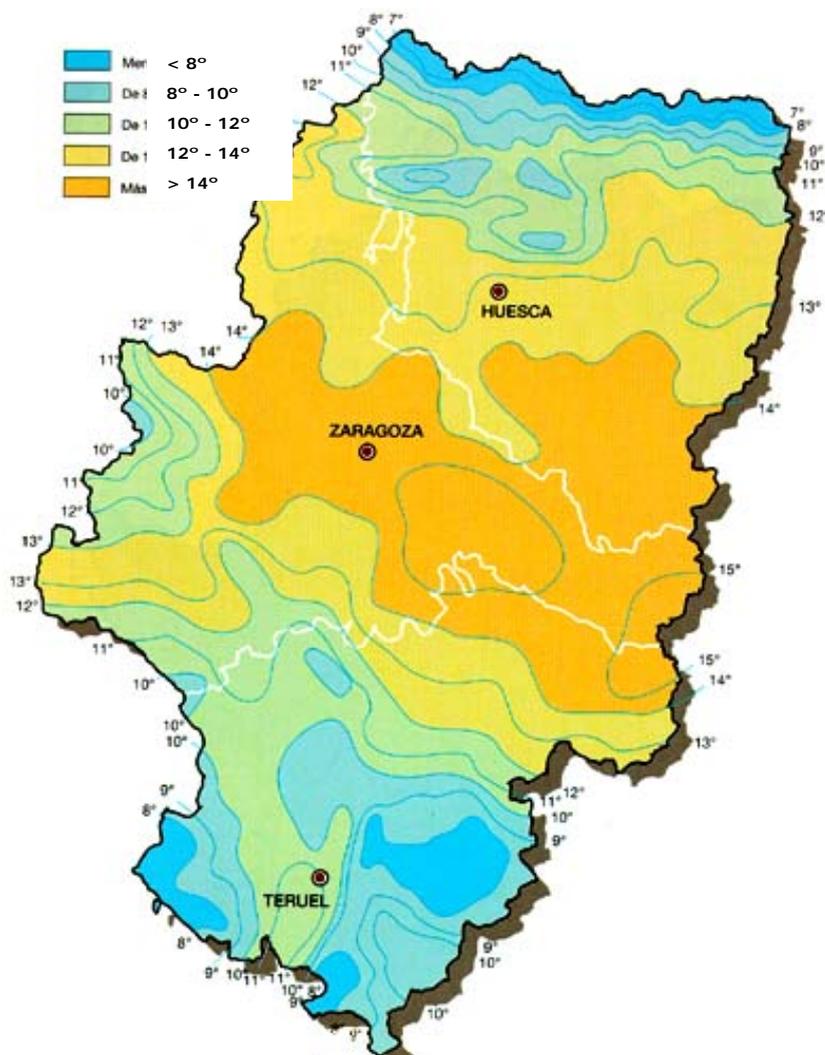
Mapa de Isohipsas y corte topográfico. Fuente: DGA

2.2.2 EL CLIMA DE ARAGÓN

La diversidad de paisajes y altitudes de Aragón lleva aparejada una importante variedad de climas. Desde el clima de montaña de largos y crudos inviernos con abundantes precipitaciones, muchas de ellas en forma de nieve, hasta el clima más continental de veranos sofocantes y escasas lluvias. Aunque climatológicamente la faceta más conocida es la presencia de fuertes vientos provenientes del noroeste, conocidos como cierzo.

El **mapa térmico** aragonés está claramente determinado por la altitud. En el centro de Aragón, a menos de 200 metros sobre el nivel del mar, la media térmica anual se sitúa en los 14-15°. Por encima de los 500 metros, en muelas y somontanos, hay ya un descenso de hasta dos grados, mientras que las temperaturas medias están entre los 11° y 12° en las montañas, entre los 600 y 1000 metros. Por encima de esta altura la isoterma no pasa de los 10°. Según esta escala son cinco las regiones térmicas aragonesas: clima muy frío del Alto Pirineo, frío del Pirineo interior, Gúdar y Albarracín, templado del resto del Pirineo y serranías ibéricas, subcálido de somontanos y depresión central, y muy cálido de la depresión de la confluencia de los ríos Martín-Ebro, de Sariñena y el Matarraña medio.

Esta misma influencia de la altitud, matizada por la de los vientos, puede observarse al analizar las **precipitaciones**. A grandes rasgos, oscilan entre los escasos 300-500 milímetros por metro cuadrado que se producen anualmente en la depresión central y las de Calamocha-Teruel y Calatayud, y los 1000-2000 milímetros por metro cuadrado en las sierras y cumbres pirenaicas. En el Sistema Ibérico, más seco, sólo algunas cimas superan los 700 mm/m² al año. Estas diferencias suponen ocho regiones de humedad: clima humedísimo del Alto Pirineo, muy húmedo-húmedo en la sierra de San Juan de la Peña, subhúmedo de las sierras exteriores, semiseco de Gúdar y Albarracín; por el resto de Aragón se extiende un clima entre seco y semiárido.



Mapa de Isotermas medias anuales. Fuente: DGA

2.2.3 RECURSOS HÍDRICOS DE ARAGÓN

Las aportaciones superficiales de agua -ríos, lagunas y embalses- son los recursos hídricos fundamentales en Aragón, aunque existen además acuíferos como los de las terrazas del Ebro, Monte Perdido, Guara, etc.

La red hidrográfica consta de cuatro grandes cuencas: la del **Ebro**, que recoge la mayor parte del territorio aragonés, y las de los ríos Tajo, Guadalaviar-Turia y Mijares en el tercio sur de Teruel. El río Turia se forma en la confluencia del Guadalaviar, nacido en la sierra de Albarracín, y el Alfambra, que surge en la de Gúdar. El río Mijares nace entre esta sierra y la de Javalambre.

En Aragón, la gran cuenca del Ebro la forman ríos que afluyen por la derecha desde el Sistema Ibérico y por la izquierda desde los Pirineos. En la vertiente derecha se suceden los ríos Queiles, Huecha, Jalón y Jiloca, Aguasvivas, Martín, Guadalope y Matarraña. Todos ellos son ríos de régimen mediterráneo, es decir, de irregular alimentación, agravada por el fenómeno de deforestación de las sierras.

Los ríos que el Ebro recibe en su vertiente izquierda son de dos tipos: los pirenaicos y los del Prepirineo. Los primeros -Aragón, Gállego y Segre- nacen en el Pirineo Axial y son los más caudalosos gracias a su alimentación pluvionival. En cambio los prepirenaicos tienen escaso e irregular caudal, al no contar con aportes nivales. De todos ellos, sólo el Arba (constituido por las tres ramas de Biel, Farasdués y Luesia) vierte directamente al Ebro.

Los encajamientos y pendientes de los cursos de los afluentes contrastan vivamente con el discurrir lento del Ebro por tierras de Aragón, donde con frecuencia forma meandros y galachos.

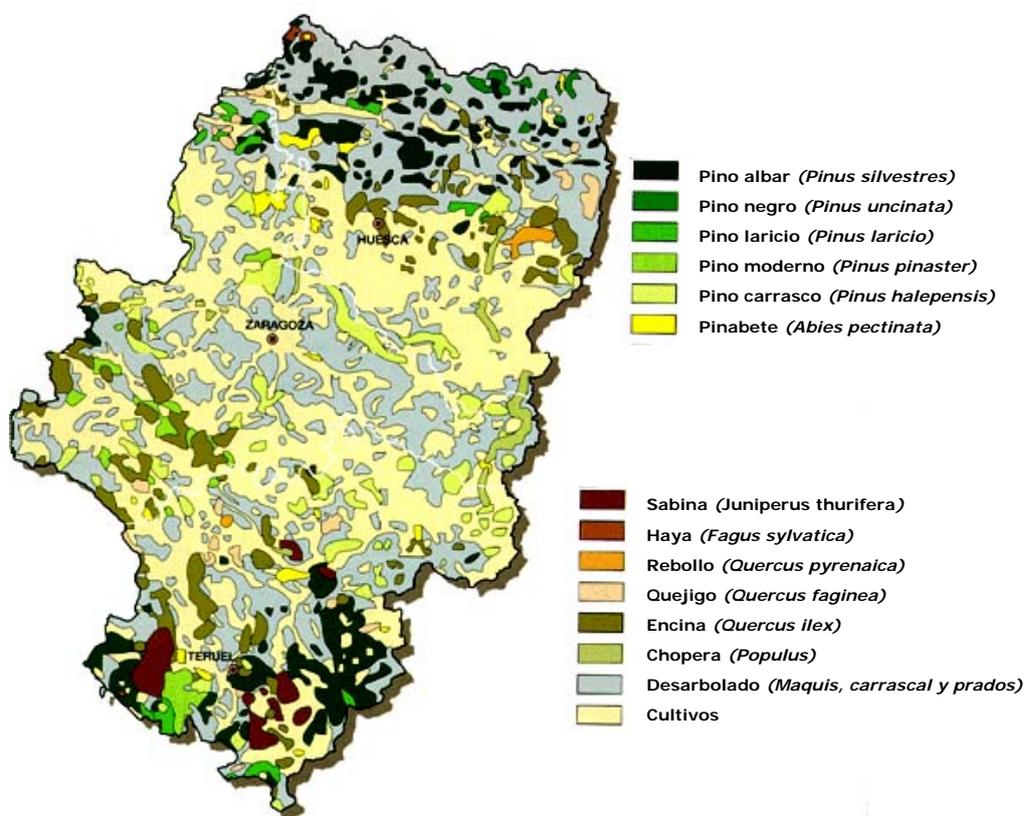
En el Pirineo son numerosos los lagos o ibones de origen glaciar (existen más de 150): Respomuso, Bachimaña, Acherito, etc, son algunos. La mayoría son de circo. Las lagunas y estancas son características del endorreísmo que se produce en la depresión central: estanca de Alcañiz, salada de Sariñena, laguna de Gallocanta. Esta es la mayor de Aragón, con 1800 hectáreas de superficie, pero tan sólo metro y medio de profundidad.

La regulación artificial de los caudales ha originado el elevado número de embalses existentes en Aragón, sobre todo en la zona pirenaica: Yesa, Búbal, La Sotonera, El Grado, Barasona, etc. En el Ebro destaca el de Mequinzena (el llamado mar de Aragón) y en el sistema ibérico, La Tranquera.

Sistema Ibérico. Ambas cordilleras presentan en las zonas más altas prados y pastizales, tanto naturales como antrópicos.

En cuanto a los dominios forestales, las coníferas se hayan más extendidas que las frondosas. Tanto en el Pirineo como en la Cordillera Ibérica aparece dominante en los niveles de piso montano el pino albar (*Pinus silvestris*). A esta altura, pero en las vertientes húmedas encontramos hayas (*Fagus sylvatica*) y abeto (*Abies pectinata*). Por encima, sobre el llamado piso alpino aparece el pino negro (*Pinus uncinata*). En los piedemonte, la encina (*Quercus ilex*) es el árbol típico en los niveles del piso basal, donde también se encuentra pino rodeno (*Pinus pinaster*). El quejigo (*Quercus lusitanica*) y el rebollo (*Quercus pyrenaica*) constituyen la transición hacia zonas más altas y húmedas.

Hay que mencionar además el pino carrasco (*Pinus halepensis*), característico de las muelas de la tierra llana y de las zonas bajas de las serranías ibéricas, y la sabina (*Juniperus thurifera*), que habita en las superficies calcáreas turolenses entre los 1.100 y 1.300 metros.



Mapa de los dominios Forestales. Fuente: DGA

2.3 GEOLOGÍA DE ARAGÓN. ZONIFICACIÓN TECTÓNICA DE ARAGÓN Y SU ENTORNO.

2.3.1 HISTORIA GEOLÓGICA DE ARAGÓN

Precámbrico (Desde hace 4.600 A 560 millones de años)

Durante el primer y más largo período de la historia geológica de la Tierra se formaron ya algunos continentes denominados "escudos", de forma y distribución muy distinta a la actual. No sabemos bien qué sucedería en el lugar que hoy ocupa Aragón puesto que las rocas precámbricas están muy tapadas bajo las que se han formado en las eras posteriores. Tan solo afloran en superficie en una pequeña zona del Sistema Ibérico junto a los puertos de El Frasno y Caveró (entre La Almunia y Calatayud).

Paleozoico o era Primaria (desde hace 560 a 230 millones de años)

A lo largo de esta era, Aragón, igual que casi toda la península y grandes extensiones del centro y sur de Europa, es una cuenca marina que se llena de grandes espesores de sedimentos. Hacia finales de la era, durante el Carbonífero, se pliegan formando una gran cordillera que hoy no existe como tal pues ha sido totalmente erosionada y muy modificada por los sucesos geológicos posteriores.

En relación con este orogenia se produjeron, en zonas profundas, fusiones de rocas (magmas) que al enfriarse después dieron lugar a grandes masas de granito y otras rocas magmáticas que hoy, debido a la erosión posterior, encontramos en superficie en los macizos de Panticosa o Maladeta por ejemplo. El elevado calor de estos magmas transformó las rocas que los rodeaban en sus correspondientes metamórficas como es el caso de los mármoles que constituyen las marmoleras de Los Infiernos (junto al granito de Panticosa) o la de Montserrat en el Vignemale (alto valle de Ara).

Hoy existen rocas del paleozoico en todo Aragón si bien, en general, están debajo de otras depositadas posteriormente. En los sitios donde se pueden encontrar actualmente en la superficie también estuvieron cubiertas pero, por haber sido elevadas posteriormente entre fallas, la erosión ha eliminado las partes superiores.

Mesozoico o era Secundaria (desde hace 230 a 65 millones de años)

De forma paulatina se va creando ahora una situación inversa a la actual. Donde se sitúan actualmente los Pirineos y el Sistema Ibérico se forman cuencas marinas que se rellenan de materiales formados en gran parte por la erosión del Macizo del Ebro que ocupa el sitio de la actual Depresión del Ebro.

Las calizas son quizá las rocas más frecuentes si bien otras rocas sedimentarias como areniscas, margas, arenas y hasta lignito ocupan también importantes extensiones. En los sitios donde se pueden encontrar actualmente en la superficie también estuvieron cubiertas pero, por haber sido elevadas posteriormente entre fallas, la erosión ha eliminado las partes superiores.

Terciario (desde hace de 65 a 2 millones de años)

Inicialmente la situación es similar a la del mesozoico pero comienzan pronto a sentirse los efectos de la **orogenia alpina** emergiendo a lo largo del terciario inferior (Paleógeno) los Pirineos y la Cordillera Ibérica que comienzan a formarse como tales. La intensa erosión a la que se ven sometidas forma grandes extensiones de rocas detríticas (conglomerados, areniscas, arcillas, etc.) que se acumulan en zonas deprimidas internas (Depresión Media Pirenaica) o en sus márgenes (Riglos) plegándose aún más o menos por ser simultáneas a la orogenia.

Durante el terciario superior (o Neógeno) la erosión total ya de las cordilleras crea algunas zonas cerradas al mar que se colmatan de sedimentos continentales, principalmente en la depresión de Calatayud-Teruel (dentro del Sistema Ibérico) y sobre todo en la Depresión del Ebro rodeada totalmente por los nuevos relieves.

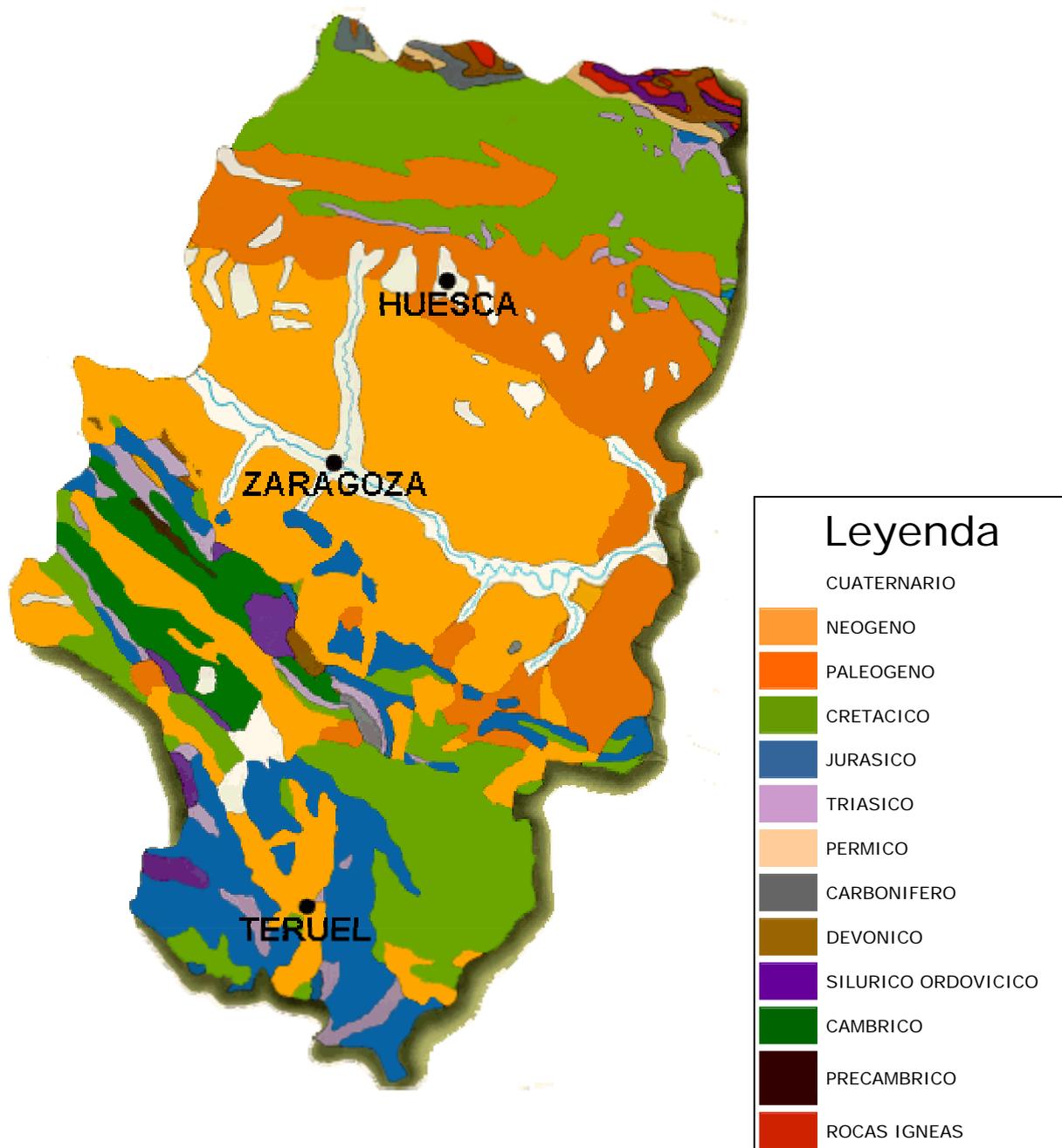
Cuaternario (desde hace 2 millones de años hasta ahora)

A pesar de su brevedad a escala geológica, varios hechos importantes se producen en este período de tiempo.

Ya desde el final del terciario la erosión de la Cordillera Costero-Catalana produce la apertura al exterior de la Depresión del Ebro estableciéndose progresivamente la red fluvial actual que erosiona y se encaja en los sedimentos horizontales formando amplios valles entre los que se conservan las "muelas" cuya superficie plana representa los restos de la antigua superficie de colmatación.

El cuaternario ha sido una época de fuertes variaciones climáticas causantes de terrazas fluviales, glaciares y formas glaciares.

Se adjunta a continuación mapa geológico simplificado de la Comunidad Autónoma de Aragón en el que están representadas mediante un código de colores las áreas en las que afloran rocas correspondientes a los distintos periodos geológicos



Fuente: CES Fundación San Valero

2.3.2 APROXIMACIÓN A LA GEOLOGÍA DE ARAGÓN.

Aragón es muy rica en formaciones geológicas: viejos glaciares, solanas, abruptos relieves, amplias llanuras, lagos, estepas desérticas, bosques frondosos y vegas, entre otros.

Todos estos elementos, pueden encontrarse en el mosaico paisajístico que forman las tierras aragonesas, desde las alturas superiores a los 3.000 metros en el Pirineo a los 150 metros sobre el nivel del mar en que se encuentra el lecho del Ebro.

Los cerca de 50.000 Km² de extensión de esta comunidad, el 9,4 % de la de España, región está configurada por tres grandes dominios geológicos: los Pirineos, la depresión del Ebro con los somontanos Pirenaico e Ibérico y la cordillera Ibérica, que albergan, además de los grandes espacios a considerar, múltiples puntos más reducidos en extensión, pero no por eso merecedores de desamparo o ignorancia.

Los Pirineos.

Los Pirineos son ya de por sí, en su conjunto, un verdadero museo natural. Posee una gran variedad de litografías, cuyas edades más antiguas se remontan al Precámbrico (podemos situarnos en torno a los 600 millones de años), se estructuran de forma compleja, como resultado del acercamiento entre las placas ibérica y europea.

Ese proceso, cuyas últimas fases debieron culminar hace unos 20 millones de años, ha dejado sus secuelas, en forma de un cierto crecimiento de los relieves que aún permanece, de una actividad sísmica moderada y de un termalismo del cual tenemos buen modelo en los Baños de Panticosa. En el otro extremo, en el valle de Benasque, el Forau de Aigualluts es un espléndido ejemplo de torca kárstica, que engulle un caudaloso torrente.

La cordillera Pirenaica, alineada de este a oeste, se extiende desde el Mediterráneo al Cantábrico. La parte central, justamente la más abrupta, corresponde a la parte más septentrional de Aragón, en su mayor parte a la provincia de Huesca.

De norte a sur, los Pirineos aragoneses o Pirineos centrales presentan tres unidades geográficas paralelas:

El Pirineo axial, formado por una serie de sierras que raramente bajan de 2.500 metros y separadas unas de otras por valles de origen glaciar que descienden hacia el Ebro en dirección norte-sur. Los picos de Tendeñera (2.853 m), Collarada (2.886 m), Vignemale (3.291 m), Monte Perdido (3.355 m), Posets (3.361 m), y Cotiella (2.965 m) son buena muestra de la altura de estas sierras que alcanzan su mayor altitud al este, en el macizo de la Maladeta, donde se

eleva la cumbre más alta aragonesa, el Aneto, con 3.404 m de altitud. Los valles de Ansó, Hecho, Canfranc, Tena, Gistaín o Benasque marcan la profunda divisoria entre sierras.

En las cumbres más elevadas o zona axial pueden observarse materiales paleozoicos -los más antiguos de la cadena-, como pizarras, calizas, rocas metamórficas y granitos. Adosados a esta zona axial, en las sierras interiores, aparecen importantes macizos calcáreos como Cotiella, Tendeñera o Turbón.

Más hacia el Ebro, los ríos que hasta entonces habían excavado los valles perpendiculares a las sierras, toman la dirección este-oeste formando depresiones paralelas a la alineación principal de la cordillera. Estas depresiones intermedias, aunque no tienen continuidad entre sí, asemejan un gran valle de materiales blandos (flys Eoceno, margas, etc.) que uniría Campo con la depresión de Jaca y la Canal de Berdún si no fuese cortado a mitad de camino por las sierras de San Juan de La Peña y Oroel.

Más al sur, dando paso al somontano y mirando ya al valle, aparece el Prepirineo: pequeñas sierras formadas por calizas que fueron bajando desde las zonas más septentrionales del Pirineo por efecto de la orogenesis alpina. La sierra de Guara, destaca entre estas sierras cortadas por profundos cañones abiertos por los ríos que, caudalosos y rápidos, buscan el Ebro.

La Cuenca del Ebro.

La cuenca del Ebro, valle y somontanos, empieza a formarse hace unos 60 millones de años, durante la orogenia alpina, dando lugar a una vasta extensión, verdadera depresión geográfica. Sus bordes están formados por materiales detríticos procedentes de las sierras y su parte central por materiales yesíferos y evaporíticos producidos al desecarse el mar interior que hace millones de años era el valle.

Contiene muchos elementos geológicos notables: las saladas de Alcañiz y de Sástago-Bujaraloz, las estepas de Belchite o las Bardenas orientales, los paleocanales exhumados de Alcañiz o Caspe, las minas de sal de Remolinos o los Mallos de Riglos son algunos ejemplos a mencionar.

El valle del Ebro.

La zona central de Aragón la ocupan el valle del Ebro y los somontanos del Pirineo y de la Ibérica. Gran parte de Zaragoza y de Huesca y el Bajo Aragón turolense son comarcas que miran al Ebro.

El núcleo principal de esta unidad geográfica es el amplio valle formado por las terrazas del Ebro y, en ocasiones como en la ciudad de Zaragoza, de otros ríos afluentes. Sobre estas terrazas, el corredor del Ebro, viven más de la mitad de

los aragoneses. Son tierras ricas gracias al regadío y a la disponibilidad de aguas subterráneas y en torno a la ciudad de Zaragoza, capital política y económica de Aragón, se han levantado industrias y servicios que atraen no sólo a los pueblos ribereños, sino a todas la gentes de Aragón.

Al norte y al sur del valle del Ebro se levantan pequeñas plataformas como Alcubierre (822 m), La Muela (627 m) y Montes de Castejon (744 m). De estas "muelas" arrancan extensos piedemontes seccionados por una red de drenaje esporádica. Esa red, unas veces forma valles en fondo plano (vales) y otras, valles fuertemente abarrancados que hacen aflorar terrenos yesíferos o salinos. Son paisajes de extrema aridez, no sólo por lo escaso de las precipitaciones, sino también por la influencia del viento y la litología del terreno. En Monegros, Bardenas o Calanda aparece el desierto aragonés.

La Cordillera Ibérica.

La cordillera Ibérica, que ocupa casi toda la provincia de Teruel y el margen occidental de la de Zaragoza, es otro gran muestrario de riqueza geológica. Se configura en periodos próximos en el tiempo (el tiempo geológico), aunque no coincidentes, a los pirineos.

Teruel es conocida por su intensa actividad minera en relación, sobre todo, con el carbón (la Val de Ariño es una zona muy representativa) y, hasta hace unos años, con el mineral de hierro (Ojos Negros). La minería de las arcillas, también importante, encuentra un buen exponente en Galbe, cuyo término constituye además un valioso yacimiento de restos de dinosaurios. Otro yacimiento paleontológico bien conocido entre los coleccionistas es el de fósiles de ranas de Libros.

Los poljes de la franja meridional turolense, las dolinas y otras formas de modelado geomorfológicas de la sierra de Albarracín, la mágica Gruta de Cristal de Molinos o las surgencias del nacimiento del río Pitarque son buena muestra del resultado de la acción del agua sobre las calizas.

Son también llamativas las formas periglaciales en los macizos montañosos de Gúdar, Javalambre y Albarracín, y quizás, entre ellas, las más destacadas sean las turberas y ríos de piedras de la sierra del Tremendal.

Los estratos verticales de los Organos de Montoro, la extensa laguna endorreica de Gallocanta, los travertinos y cañones de los ríos Mesa y Piedra, el termalismo de Alhama de Aragón y Jaraba, los abanicos aluviales de sierra Palomera ... son tan solo algunos casos más de la riqueza geológica de Aragón.

2.3.3 RELACIÓN DE PUNTOS DE INTERES GEOLÓGICO. PATRIMONIO GEOLÓGICO ARAGONÉS.

Teruel:

- 1- Poljes Torrijas - Abejuela
- 2- Dolinas de Villar del Cobo
- 3- Turberas y ríos de piedras de Sierra del Tremedal
- 4- Minas de hierro de Ojos Negros
- 5- Organos de Montoro y cañón del río Pitarque
- 6- Abanico aluvial de Sierra Palomera
- 7- Val de Ariño
- 8- Saladas de Alcañiz
- 9- Paleocanales exhumados de Alcañiz
- 10- El Parrisal (Puertos de Beceite)
- 11- Grutas de Cristal
- 12- Poljes de Mosqueruela

Zaragoza:

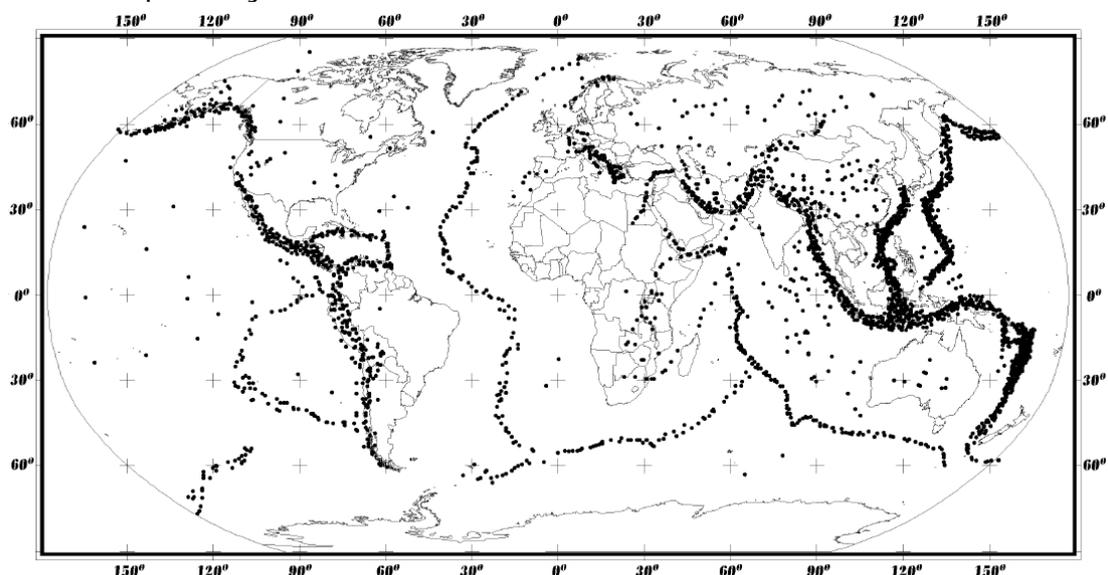
- 13- Laguna de Gallocanta (Zaragoza - Teruel)
- 14- Monasterio de Piedra
- 15- Estepas de Belchite
- 16- Galachos de Juslibol y la Alfranca
- 17- Parque Natural de la Dehesa del Moncayo
- 18- Bárdenas Orientales
- 19- Meandros de Sástago
- 20- Balnearios de Alhama de Aragón
- 21- Sierra de Alcubierre y Monegros (Zaragoza - Huesca)
- 22- Explotaciones de Sal de Remolinos (Zaragoza)

Huesca:

- 23- Baños de Panticosa
- 24- Mallos de Riglos y Sierra de Loarre
- 25- San Juan de la Peña y grutas de Villanúa
- 26- Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido
- 27- Circo de la Larri y glaciar de Monte Perdido
- 28- Valle de Lizara
- 29- Forau de Aigualluts y glaciares de Aneto - Maladeta
- 30- Sierra de Guara

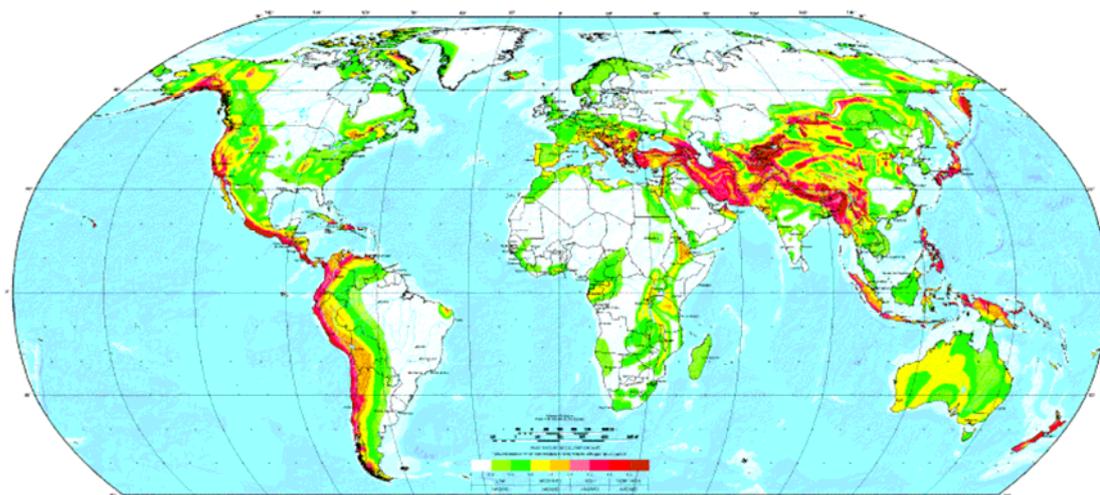
2.4 SISMICIDAD DE ARAGÓN Y SU ENTORNO.

A modo de introducción basta con observar en la siguiente figura, que la distribución geográfica de los sismos en el planeta es más intensa en el denominado cinturón Circuí-Pacífico, que comprende toda la parte oeste del continente, desde Alaska hacia el sur de Chile y desde la parte norte de las islas Aleutianas, siguiendo por todas las islas de Japón hasta Indonesia y Nueva Zelanda. La segunda zona denominada Mediterráneo-Himalaya se extiende desde las islas Azores, pasando por Italia, Grecia, Turquía, Persia llegando hasta Himalaya, Norte de la India y China. Finalmente, la tercera zona está formada por cordilleras submarinas que dividen el Atlántico en dos partes, la del Índico y la del Pacífico frente a las costas occidentales de América del Sur. Los estudios de sismicidad de estas regiones han servido para confirmar la teoría de la tectónica de placas y la formación de los continentes.



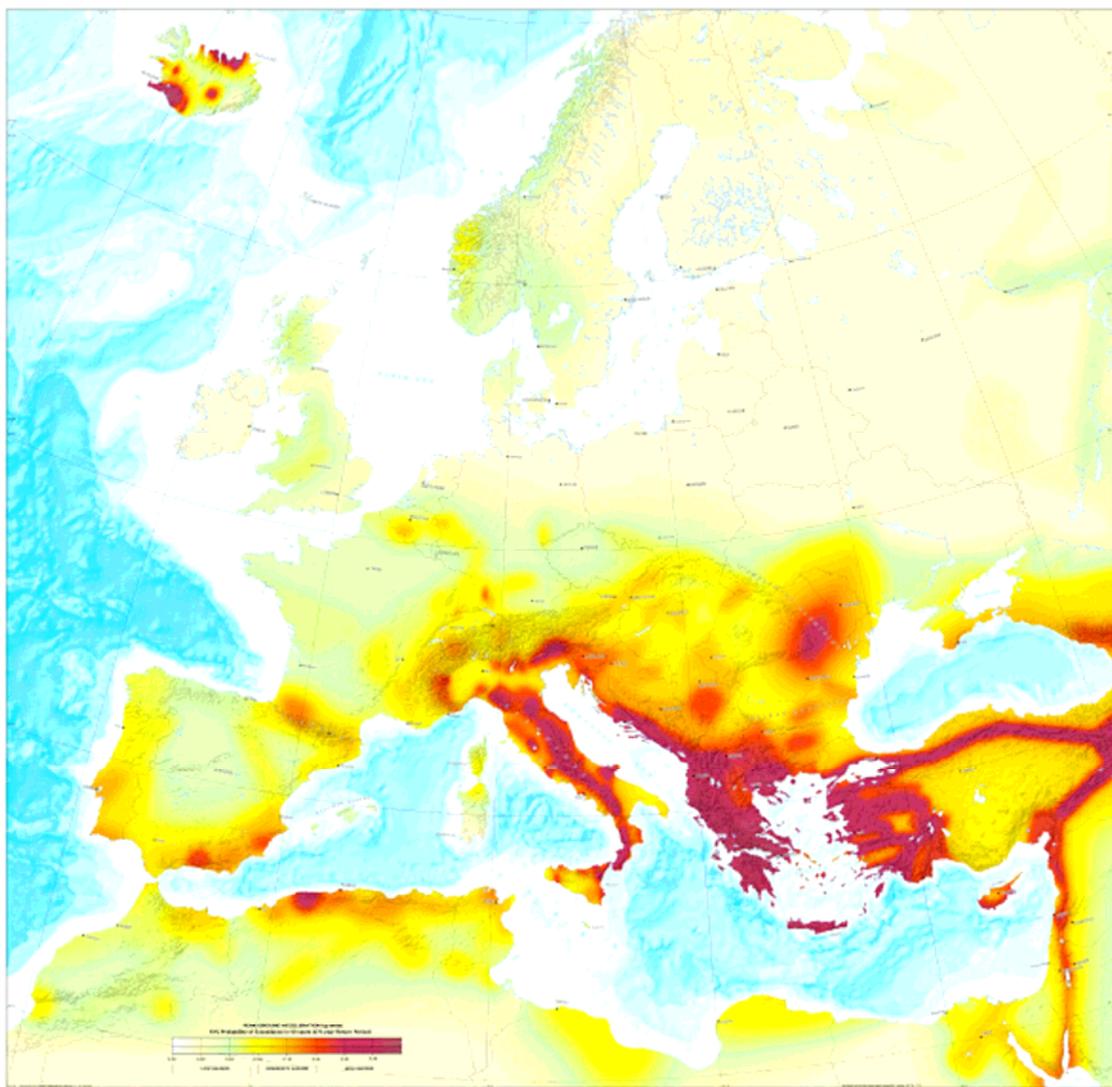
Mapa de sismicidad global. Los puntos muestran los terremotos ocurridos a partir de 1966, con magnitud superior a 6, en la escala Richter.

Con esto como base, en el proyecto piloto desarrollado por el Programa de Evaluación de Peligrosidad Sísmica Global (GSHAP, 1999) se llegó a la elaboración de un mapa de peligrosidad sísmica global. En general, las zonas con peligrosidad alta ocurren en áreas delimitadas por las diferentes placas.



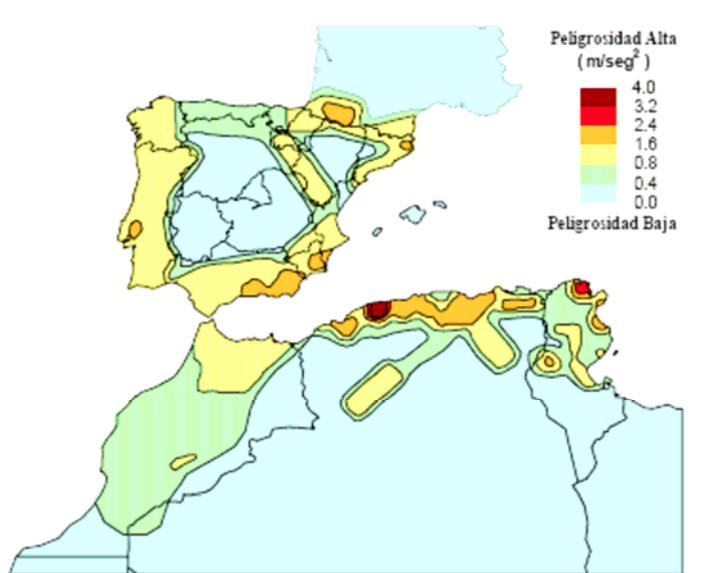
Mapa de peligrosidad sísmica global (GSHAP, 1999)

En Europa, la actividad sísmica es muy dispersa, por ejemplo en el sur, principalmente en los países como Turquía, Grecia, Yugoslavia, Italia, España y Portugal, han muerto gran cantidad de personas debido a los terremotos. Históricamente han ocurrido terremotos devastadores, como el del 1 de noviembre de 1755, al sudoeste de la Península Ibérica, produciendo grandes olas y cuyo poder destructivo causó entre 50.000 y 70.000 muertos en Lisboa y áreas cercanas, sintiéndose hasta Alemania. El 25 de Diciembre de 1884, un terremoto de intensidad X causó la muerte de 800 personas en Alicante e hirió a 1.500, además destruyó unas 4.400 casas y dañó a otras 13.000 (IAG). En Messina, Italia, el 28 de Diciembre de 1908 un terremoto causó la muerte de 120.000 personas y daños considerables en la infraestructura de la ciudad.



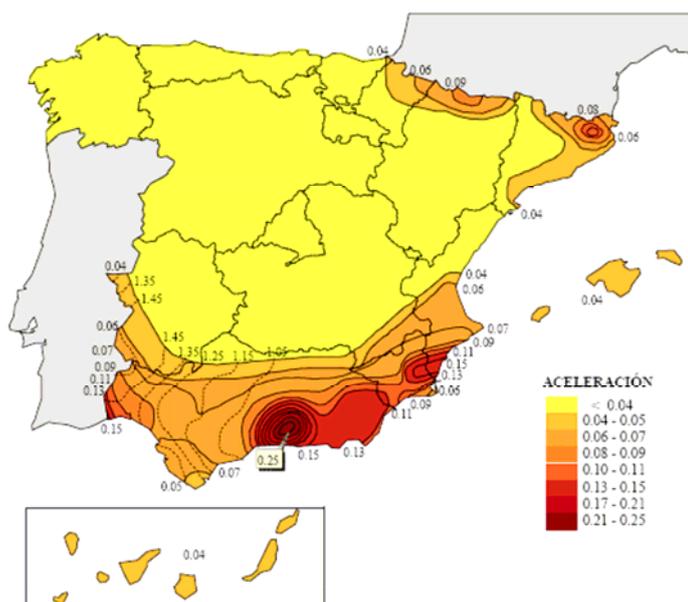
Mapa de peligrosidad sísmica del área europea-mediterránea (Comisión Europea de Sismología).

En España, han ocurrido en los últimos años sismos de magnitud superior a 5 grados (en escala Richter), provocando daños considerables en las edificaciones. Por ejemplo, los sismos ocurridos en Andalucía los días 23 de Diciembre de 1993 y 4 de Enero de 1994 con una magnitud en ambos casos de 5.0 grados y con epicentros en la provincia de Almería, cerca de las poblaciones de San Roque y Berja, y a 20 km de la costa frente a Almerimar, Balerma y Baños respectivamente (Yépez, 1994). En Galicia el día 22 de Mayo de 1997 con magnitud de 5.1 y epicentro cercano a las poblaciones de Sarriá y Becerreá y el más reciente ocurrido en Murcia el 2 de Febrero de 1999, con magnitud 5.0 y epicentro a 5 km al Norte de Mula (Mena, et al, 1999).



Mapa de peligrosidad sísmica para el área Ibero-Magrebí, (GSHAP, 1999)

Dentro del Programa de Evaluación de la Peligrosidad Sísmica Global también se propuso el mapa de peligrosidad sísmica para el área Ibero-Magrebí de la figura anterior. Este mapa es el fruto de la cooperación entre los países de Argelia, Marruecos, Portugal, Túnez y España, coordinados por el instituto de Ciencias de la Tierra, Jaume Almera. El mapa constituye un primer paso hacia una evaluación uniforme de la peligrosidad en el área. Aunque para cuestiones de análisis y diseño de las estructuras se sigue utilizando el mapa de peligrosidad sísmica de la Norma de Construcción Sismorresistente de España (NCSE-94) (a continuación). Éste indica las aceleraciones esperadas para un periodo de retorno de 500 años en términos de a/g.



Mapa de peligrosidad sísmica de España, para un periodo de retorno de 500 años de acuerdo a la Norma de Construcciones Sismorresistente de España de 1994 (NCSE-94).

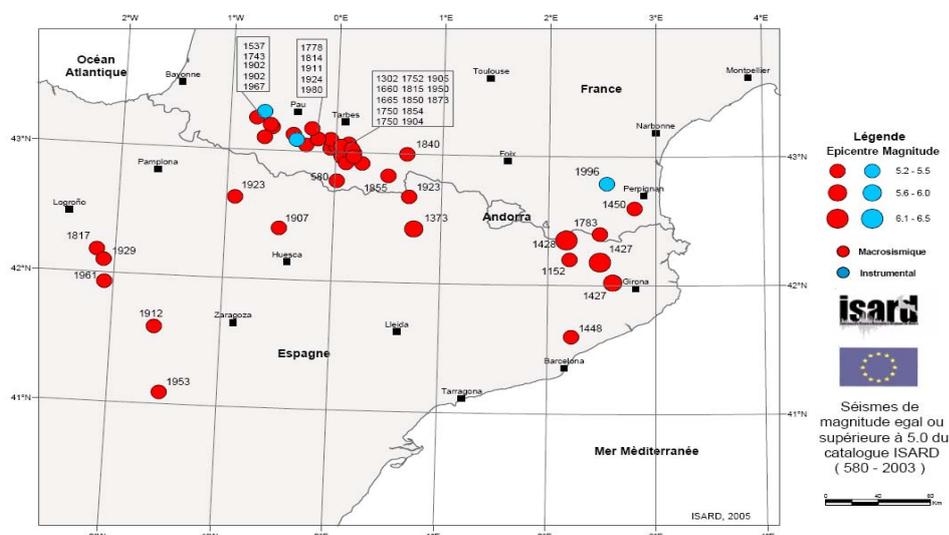
2.4.1 SISMICIDAD HISTÓRICA DE ARAGÓN

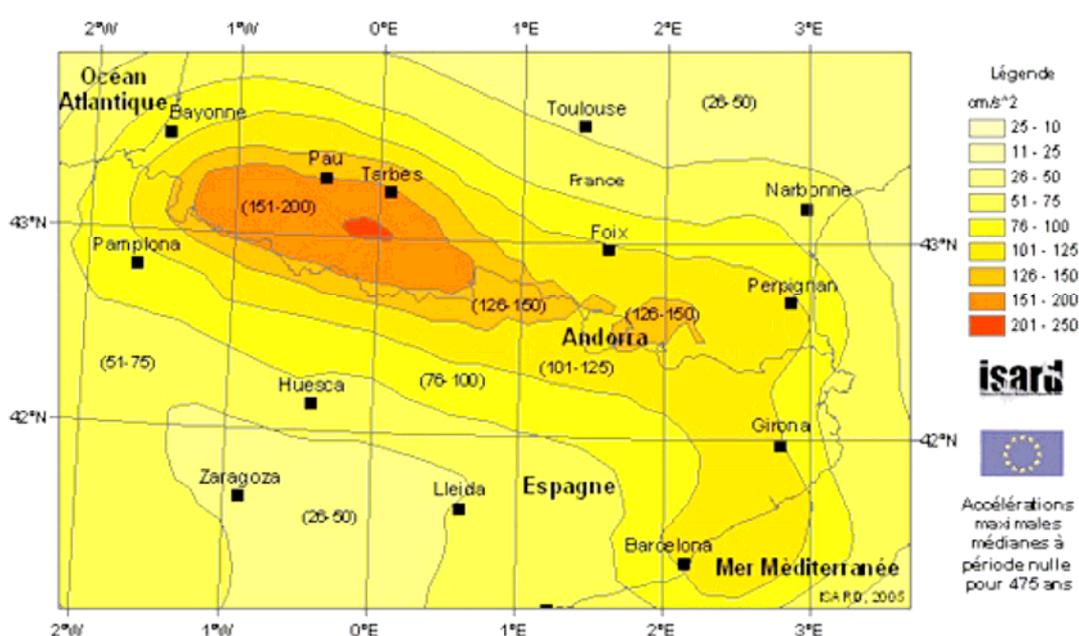
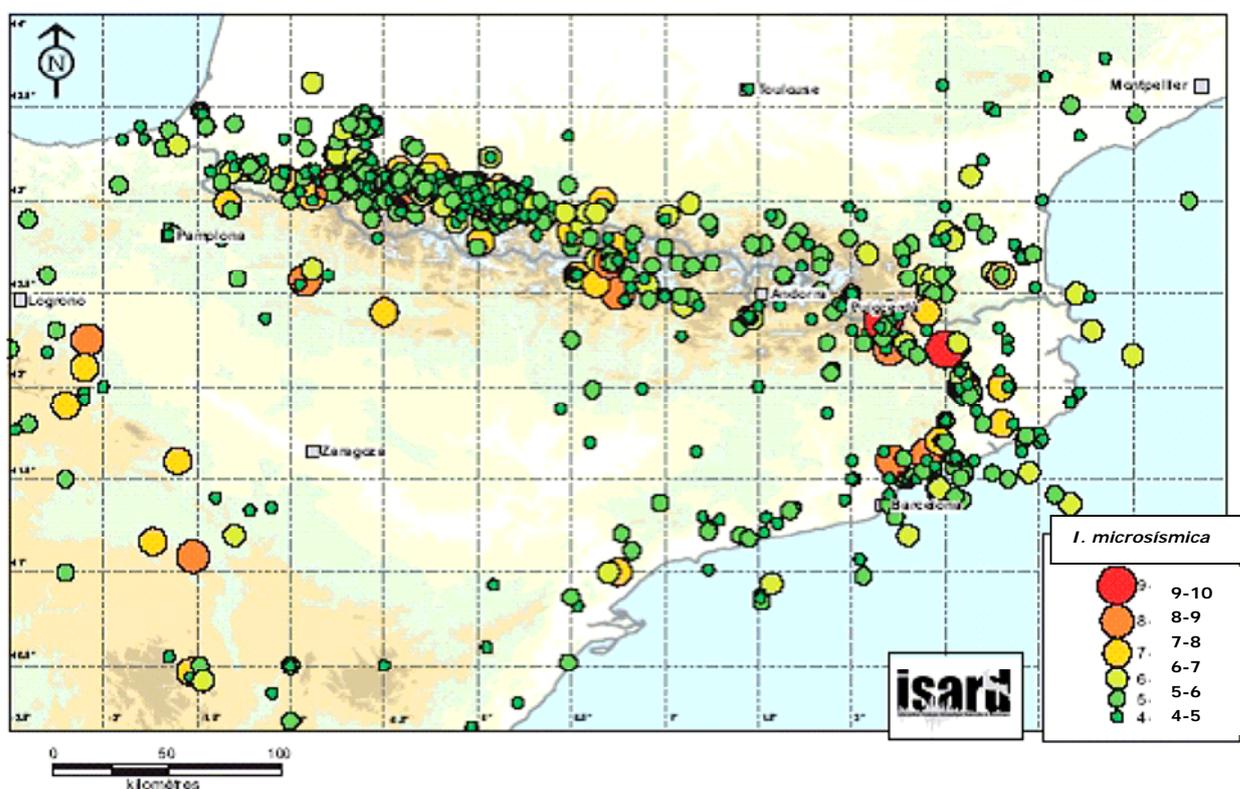
A pesar de la riqueza geológica de Aragón, salvo en la franja pirenaica fronteriza con Francia, no existen demasiados registros históricos de actividad sísmica de elevada intensidad.

Se incluye a título informativo mapa con la red de sismógrafos de Aragón publicado por al Dirección General del Instituto Geográfico Nacional



Las siguientes imágenes representan planos de la zona pirenaica fronteriza entre España y Francia incluidas en el Proyecto ISARD, del que se hablará en el siguiente punto. Muestran el mosaico de epicentros de sismos registrados históricamente en dicha área con afección para Aragón.





En el Anejo III muestran las tablas con los datos registrados por el Instituto Geográfico Nacional para Aragón desde 1755.

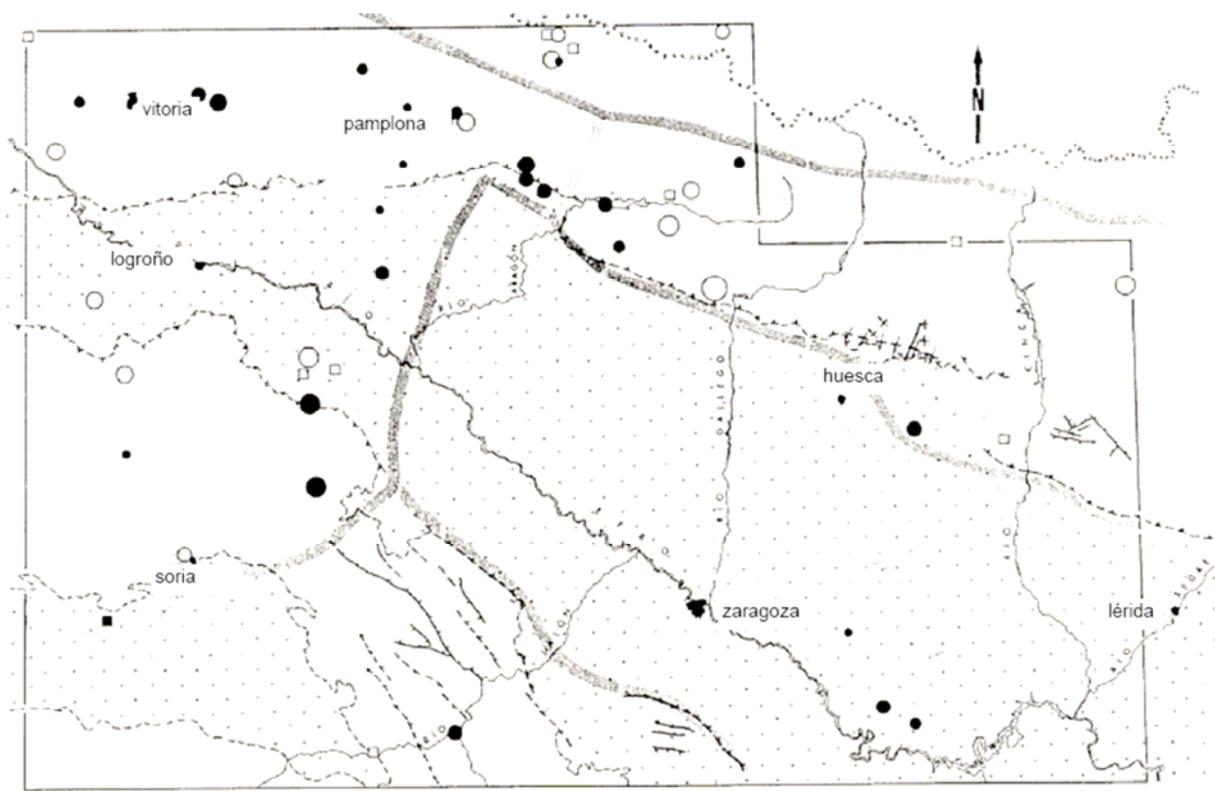
Debido a que la actividad sísmica no obedece a divisiones o fronteras administrativas, ha parecido oportuno incluir (a continuación tabulados) aquellos registros sísmicos históricos de mayor intensidad que han afectado de manera más significativa a Aragón, cuyo epicentro no se ha localizado necesariamente dentro de la comunidad.

Evento	Fecha	Hora	Latit	Long.	Inten.	Mag.	Localización
5603	25/11/1958	02:24:01	42,86	0,10	VII	4.6	S BAREGES.FRA
5127	13/10/1953	09:45:42	43,00	0,20	VII	4.5	BAGNERES.FRA
5125	28/09/1953	21:41:10	41,13	-1,58	VII	4.7	USED.Z
5039	05/04/1952	00:05:22	43,00	0,00	VII	4.5	ARRAS.FRA
4591	26/12/1943	13:42:21	42,95	0,22	VII	4.5	HECHES.FRA
3628	19/11/1923	03:54:05	42,68	0,83	VIII	0.0	VIELLA.L
3605	10/07/1923	05:31:10	42,55	-0,95	VIII	0.0	MARTES.HU
3216	28/03/1915	04:33:19	42,53	0,62	VII	0.0	CASTANESA.L
3192	11/08/1914	09:06:20	42,75	0,50	VII	0.0	ERISTE.HU
3191	07/08/1914	00:50:42	42,77	0,53	VII	0.0	BENASQUE.HU
2661	22/10/1907	00:00:00	42,40	-0,50	VII	0.0	TORRE DE LA RIBERA.HU
2585	13/07/1904	15:05:00	42,70	0,03	VIII	0.0	CAUTERETS.FRA
2521	06/05/1902	03:02:15	43,00	-0,08	VII	0.0	ARGELES-GAZOST.FRA
1727	15/01/1870	02:15:00	42,87	0,55	VII	0.0	Bagneres de Luchon.FRA
1315	05/12/1855	18:48:00	42,83	0,50	VII	0.0	Bagneres de Luchon.FRA
1080	05/01/1840	23:45:00	43,00	0,15	VII	0.0	Bagneres-de-Bigorre.FRA
176	21/06/1660	04:00:00	42,97	0,07	VIII-IX		
33	02/03/1373	00:00:00	42,50	0,75	VIII-IX		

Fuente: IGN

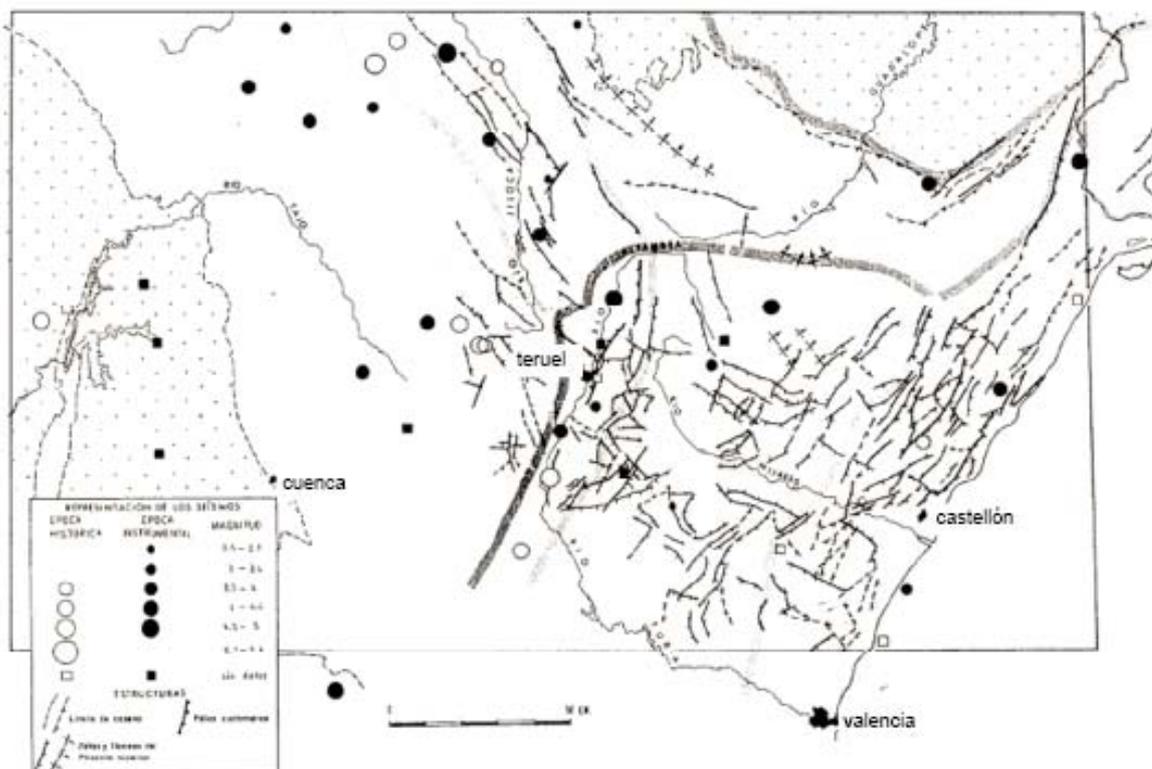
2.4.2. ZONIFICACIÓN SISMOTECTÓNICA EN ARAGÓN

J.A. Alfaro, A.M. Casas y J.L. Simón del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza, afirman que para realizar la zonación sismotectónica se debe partir de la representación gráfica de toda la información disponible en los aspectos sismológico y estructural.



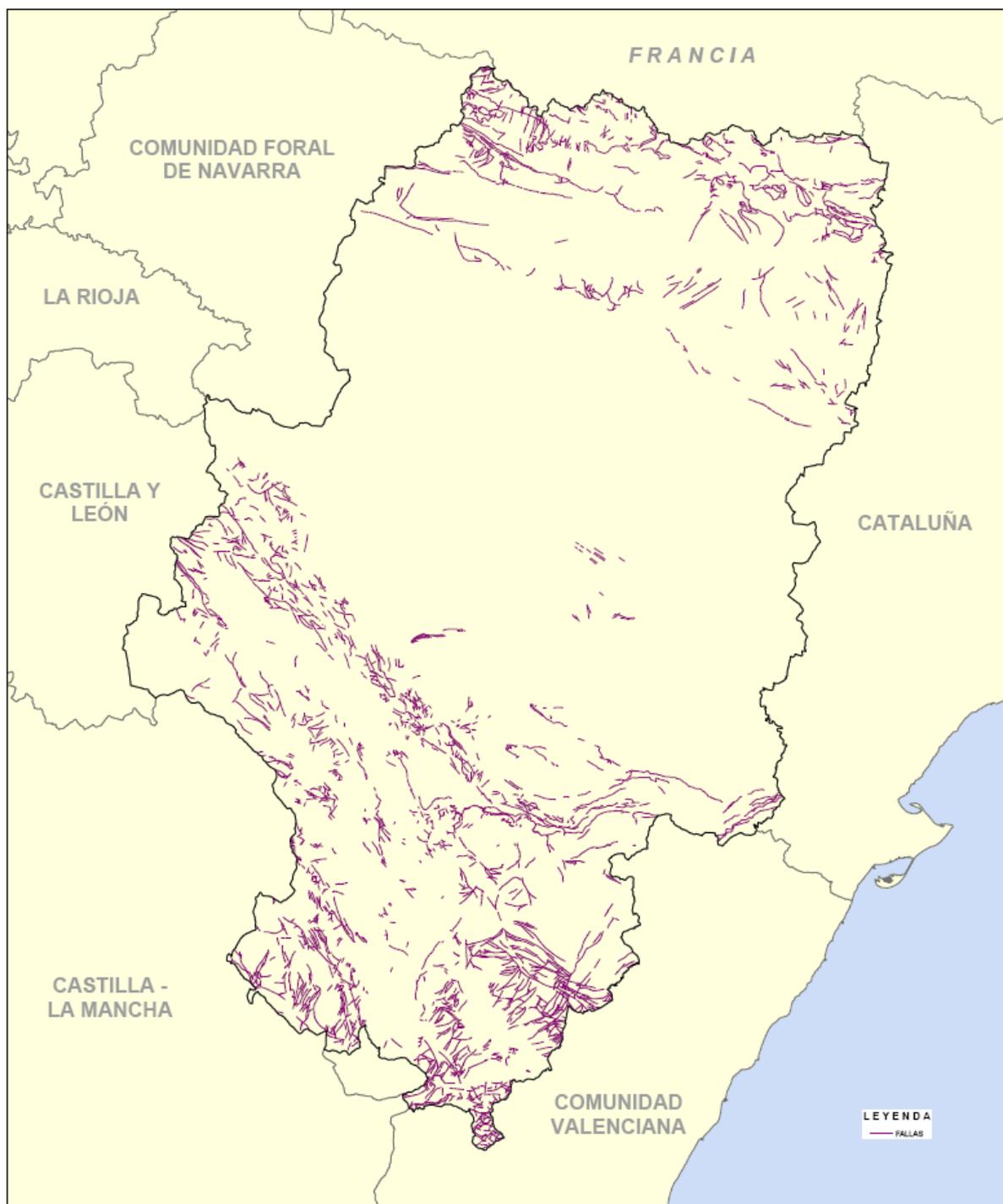
Mapa geológico del área de estudio (Provincias de Zaragoza, Huesca y entorno suprarregional de la mitad norte de Aragón)

Así proponen en su "Ensayo de Zonificación Sismotectónica en la Cordillera Ibérica, Depresión del Ebro y Borde Sur Pirenaico", la siguiente zonificación sismotectónica para Aragón.

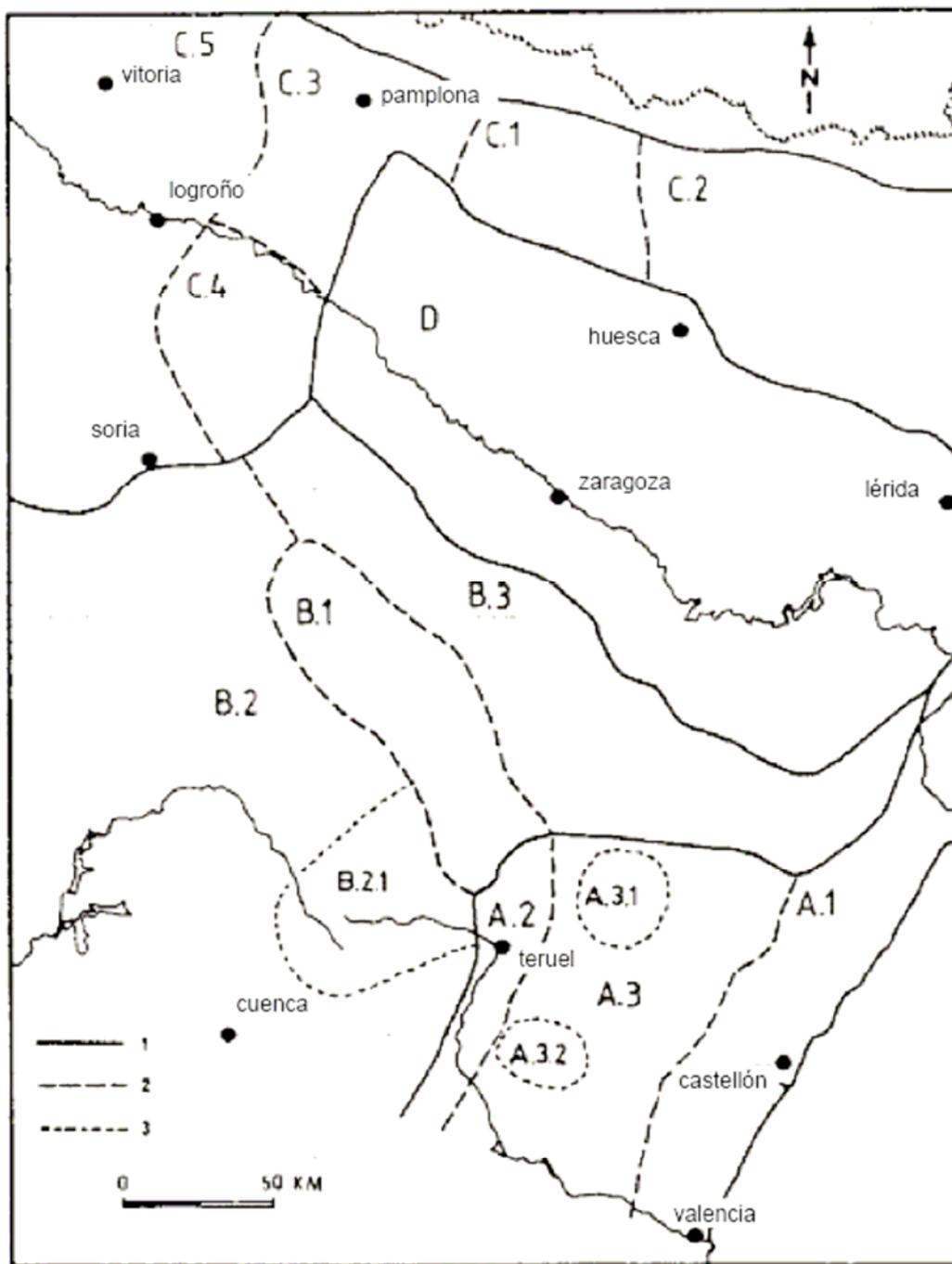


Mapa sismotectónico y zonación de la mitad sur aragonesa y entorno de la provincia de Teruel. Línea gris oscura: límite de regiones sismotectónicas; Línea gris clara: límite de zonas sismotectónicas.

Se incluyen a continuación mapa de Fallas de Aragón, así como esquema de zonación sismotectónica.



Mapa de Fallas en Aragón. Fuente: DGA



Esquema de zonación simotectónica. 1: Límite de región sismotectónica. 2: Límite de zona. 3: Límite de subzona

En los dos primeros, se ha representado el mapa de localización de todos los epicentros contenidos en el catálogo, con una simbología que permite asignar a cada seísmo un rango de magnitud, así como distinguir los históricos de los pertenecientes al periodo instrumental (a partir de la década de 1920). En realidad, sólo para estos últimos se tienen datos directos de la magnitud (M); en los más antiguos sólo se conoce la intensidad epicentral (I).

A partir de cierto número de seísmos para los que el catálogo de Mezcua y Martínez Solares (1983) señala datos tanto de Intensidad como de Magnitud, ha podido obtenerse una relación empírica entre ambos parámetros para la región estudiada, aplicando una regresión simple por el procedimiento de mínimos cuadrados:

$$M=0.32 I + 2.26$$

Ecuaciones de este tipo son utilizadas con frecuencia en los estudios sismológicos (Karnik, 1969), y nos permiten asignar indirectamente valores aproximados de Magnitud a los seísmos de los que sólo se conoce I, así como valores de I a seísmos recientes de los que el catálogo sólo da el parámetro M (operación necesaria de cara al cálculo de riesgo sísmico). La ecuación propuesta por nosotros para la región estudiada difiere de la establecida por Karnik (1969) para el SE de la Península, pero es muy similar a las que el mismo autor propone en otras regiones mediterráneas (Argelia, Marruecos, S de Italia, Albania). Por otro lado, da también resultados análogos a la establecida por Munuera (1969) si usamos los valores medios de 5-10 km que se dan a las profundidades de algunos focos sísmicos en el catálogo de Mezcua y Martínez Solares (1983).

Respecto a los datos estructurales, es el momento de enfatizar la importancia que para nuestros objetivos tiene el conocimiento más preciso posible de deformaciones recientes. No tiene mucho sentido intentar establecer vínculos entre actividad sísmica y estructuras tectónicas antiguas y relictas, formadas bajo un régimen tectónico totalmente distinto del que está hoy vigente. Sí es necesario, en cambio, buscar ese vínculo con las estructuras más recientes, con aquellas que responden a un campo de esfuerzo que posiblemente se mantiene en la actualidad. Este último criterio de continuidad con el régimen tectónico actual se ha utilizado con frecuencia para definir el límite temporal de la geotectónica en una región dada, y es el que justifica su estudio y aplicación a los estudios sismotectónicos.

En la evolución geológica de la Cordillera Ibérica y la Depresión del Ebro parece existir un límite natural en el que, de forma razonable, puede situarse el arranque de la tectónica reciente (Simón Gómez, 1984). Se trata de la llamada superficie de erosión fundamental, cuya elaboración hasta el inicio del Plioceno superior marca una etapa de relativa calma tectónica, previa al periodo de deformaciones del Plioceno superior-Pleistoceno, bajo el cual se generaron casi

todas las morfoestructuras que conforman el relieve actual. Son estas deformaciones las que se representan en el mapa, haciendo asimismo explícita la actividad cuaternaria de algunas de ellas cuando se ha constatado que afectan a depósitos o formas de esa edad. En las Sierras Exteriores pirenaicas no parece existir un nivel de referencia semejante, pero algunos estudios geomorfológicos recientes han puesto también de manifiesto la presencia de deformaciones en superficies de erosión (peor datadas estas en la Cordillera Ibérica) que deben de corresponder también a las etapas tectónicas más recientes (Mioceno superior-Plioceno inferior).

El régimen de esfuerzos bajo el cual se produce el conjunto de estructuras recientes de la Cordillera Ibérica es de distensión radial o multidireccional, según puede interpretarse a partir del análisis dinámico de las microfallas asociadas. Este régimen, a juzgar por la evolución de la fracturación durante todo el Cuaternario, parece haberse mantenido hasta la actualidad y ha posibilitado el rejuego sucesivo de fallas con orientaciones muy variadas (las dominantes son NNW, NNE y ESE).

Comparando la información geotectónica y sismológica de la región se pone de manifiesto la estrecha vinculación entre ambos, más concretamente la asociación espacial de los enjambres de epicentros con zonas de actividad tectónica reciente. Esa vinculación posibilita la tarea de definir las zonas tectónicas y sísmicamente homogéneas, según el siguiente esquema.

Dicho esquema comprende cinco regiones sismotectónicas:

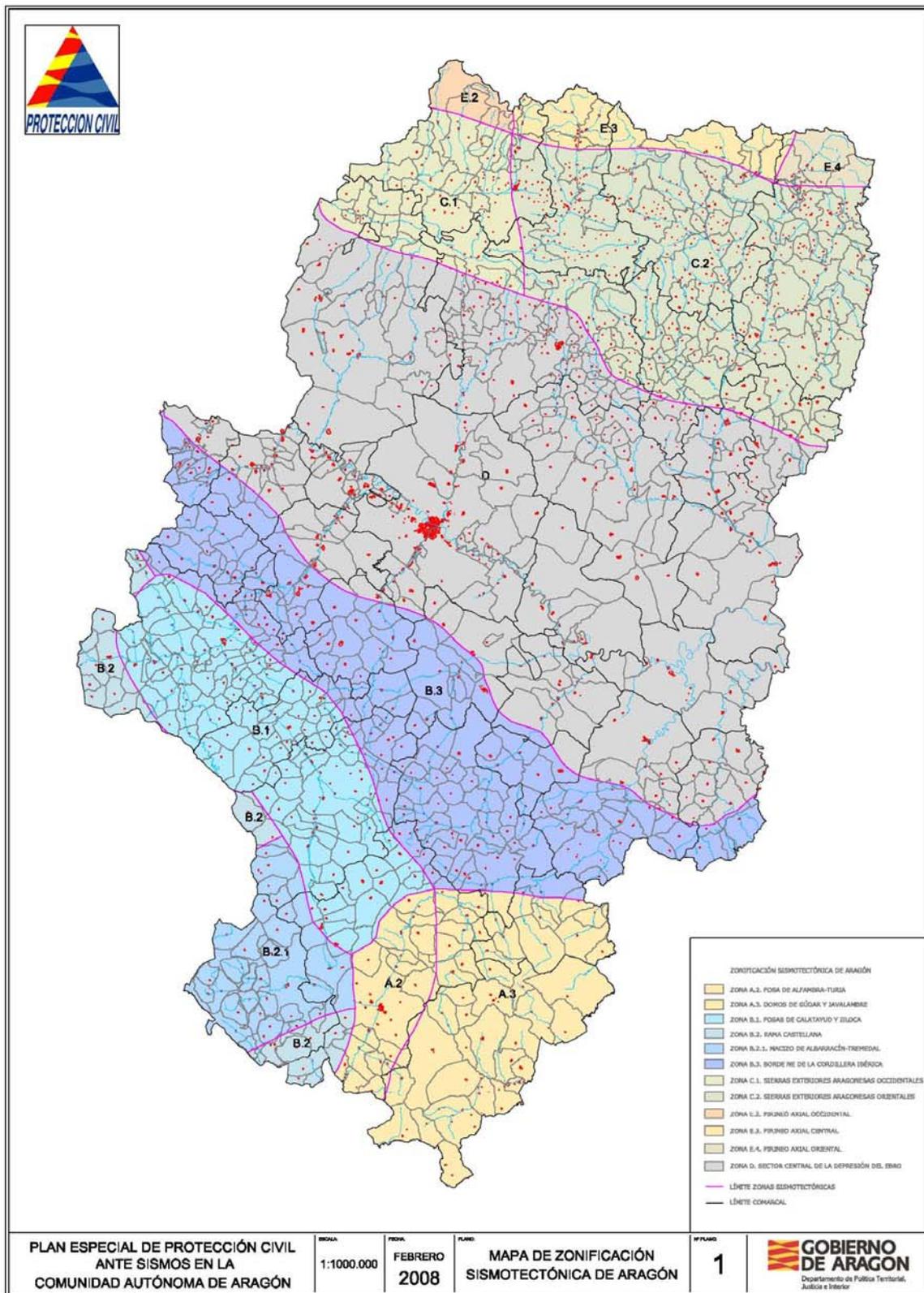
- a) Cordillera Ibérica Oriental
- b) Cordillera Ibérica Occidental
- c) Sierras Exteriores Pirenaicas y Macizo de Demanda-Cameros
- d) Depresión del Ebro.
- e) Zona Axial Pirenaica a ambos lados de la frontera.

Cada una de estas regiones, se halla dividida en varias zonas sismotectónicas y estas a su vez pueden estarlo en subzonas

Las subzonas se definen en aquellos casos en que, dentro de una zona homogénea desde el punto de vista geotectónico, se observan diferencias acusadas entre unas áreas que son marcadamente sismogenéticas y otras que no lo son.

Se transcriben a continuación las diferentes zonas que cubren el área investigada según Alfaro, Casas y Simón 1987. A título informativo indicar que en el Anejo III "Seismos percibidos con Intensidad Superior a III en Aragón. Mapa de Zonificación Sismotectónica", se incluye el Plano nº1. Mapa de Zonificación Sismotectónica de Aragón, del que se adjunta copia a continuación:

Plan Especial de Protección Civil ante sismos en la Comunidad Autónoma de Aragón



A. CORDILLERA IBÉRICA ORIENTAL

La fracturación reciente en esta región, se caracteriza por el dominio de la dirección paralela al litoral mediterráneo (NNE). Las estructuras más importantes son el sistema de fosas litorales y prelitorales del Maestrazgo y, más hacia el interior, la Fosa de Alfambra-Turia. Ambos dominios tienen actividad importante durante el Mioceno, y son reactivados luego en el Plioceno superior-Pleistoceno. Entre ellos se sitúan los dominios de Gúdar y Javalambre, separados, a su vez, por la depresión del Mijares.

La actividad sísmica, se centra en dos alineaciones muy concretas, de dirección NNE: una coincide con el borde oriental de la Fosa de Alfambra-Turia y la otra se halla muy próxima al trazado de la costa.

Zona A.1. Sistema de fallas prelitorales

Incluye el sistema de fosas del Maestrazgo y las fallas NNE que afectan a las porciones orientales de las sierras de Espadán y Calderona, entre Castellón y Sagunto. Su evolución reciente es paralela a la del litoral mediterráneo, con actividad muy importante en el Plioceno superior y una etapa de reactivación de fallas en el Pleistoceno inferior (Simón et al, 1983). La actividad sísmica se centra sobre la línea de costa (línea sismotectónica de Sagunto: Goy y Zazo, 1974), con una intensidad máxima registrada V.

Zona A.2. Fosa de Alfambra-Turia

Presenta también una dirección NNE y registra actividad tectónica continuada durante todo el Plioceno superior y Pleistoceno, especialmente en el entorno de Teruel, donde confluye la Fosa del Jiloca. Contiene un gran número de epicentros alineados sobre su borde oriental, que es también el más activo tectónicamente. Los seismos son, en general, de intensidad moderada, a excepción del registrado cerca de Ademuz (extremo sur de la fosa) en el año 1656 que figura en el catálogo con I=VIII.

Zona A.3. Domos de Gúdar y Javalambre

La estructura de estos dos grandes abombamientos parece configurarse esencialmente durante el Plioceno superior, edad de los materiales sin y postectónicos que rellenan la depresión intermedia del Mijares. Posteriormente, la única actividad neotectónica que se ha detectado tiene una edad probable del Pleistoceno medio-superior y se circunscribe a la cúpula del domo de Javalambre (Calvo et al, 1983). Los escasos sismos registrados en esta zona se sitúan sobre las áreas centrales de ambos domos, lo que da lugar a la diferenciación de dos subzonas sismogénicas: A.3.1 núcleo de Gúdar y A.3.2 núcleo de Javalambre en los que la intensidad máxima registrada es I=V, frente al resto de la zona, que no parece mostrar ninguna actividad.

B. CORDILLERA IBÉRICA CENTRAL

La fracturación reciente en esta región se caracteriza por una dirección NW-SE preferente, que delimita dos importantes fosas: la de Calatayud heredada del Mioceno y la del Jiloca, que tiene su origen en la etapa distensiva del Plioceno superior.

La fosa de Calatayud se encuentra flanqueada por sendos macizos paleozoicos: el más septentrional de ellos (Moncayo-Montalbán) queda, a su vez, separado de la Depresión del Ebro por otra importante línea de fallas de la misma orientación.

Al SW se extiende el conjunto orográfico de los Montes Universales y las Serranías de Albarracín y Cuenca, que integran la llamada Rama Castellana de la Cordillera Ibérica y cuya elevación también se produce durante los movimientos distensivos del Plioceno superior. La actividad sísmica se halla algo más repartida que en la región oriental, si bien tiene también ciertas localizaciones preferentes: Serranía de Albarracín y zona de contacto de las fosas de Calatayud y Jiloca.

Zona B.1. Fosas de Calatayud y Jiloca

Se incluyen en esta zona la totalidad de la fosa de Calatayud, de dirección NW-SE y la del Jiloca de dirección NNW-SSE, exceptuando su extremo meridional, directamente conectado con la fosa de Alfambra-Turia. Se conoce con mayor detalle la actividad tectónica reciente de la segunda de ellas que, en algunos puntos, alcanza hasta el Pleistoceno superior y quizá el Holoceno. La mayoría de epicentros se relaciona con áreas de fallas recientes (Used, Rubielos de la Cérda, Calamocha) siendo la máxima intensidad registrada I=VII.

Zona B.2. Rama Castellana

Utilizando como referencia la superficie de erosión fundamental han podido detectarse en esta zona importantes deformaciones verticales de edad pliocena, especialmente en el contacto con la fosa del Jiloca. No existen, en cambio, registros de movimientos cuaternarios. La actividad sísmica se centra de manera notable en la parte norte de la Serranía de Albarracín (Macizo de Albarracín-Tremedal: subzona sismogenética B.2.1), hallándose más dispersa hacia el N y W. La máxima intensidad que se registra es VI.

Zona B.3. Borde NE de la Cordillera Ibérica

La actividad tectónica plio-cuaternaria en esta zona, aunque escasa, no es desdeñable. Diversos puntos del límite entre la Cordillera Ibérica y la Depresión del Ebro la registran (S de Zaragoza), La Almunia de Doña Gomina y Piedemonte del Moncayo. Sin embargo, es una zona muy poco activa sísmicamente. Se registraron únicamente dos seísmos de magnitudes $M=2.9$ y 3.8 , respectivamente, y acaecidos ambos después de 1975.

C. SIERRAS EXTERIORES PIRENAICAS Y MACIZO DE CAMEROS-DEMANDA

Aunque separados por el sector más occidental de la Depresión del Ebro, estos dos dominios parecen bastante relacionados, tanto desde el punto de vista de la evolución tectónica general, como de la actividad neotectónica y sísmica. El pasillo riojano de la Depresión del Ebro no constituye, de hecho, una discontinuidad estructural tan importante como a primera vista pudiera suponerse, ya la evolución del borde Norte de Cameros parece más vinculada a la del borde S del Macizo Vasco que a la del resto de las Cadenas Ibéricas. Ese sector de la Depresión es también el único que registra una densidad de epicentros apreciable, en franco contraste con el resto de la misma. No deja de resultar paradójico que sea ésta la región donde menos datos existen sobre movimientos tectónicos recientes y que, a la vez, albergue una sismicidad muy importante, tanto en número de eventos como en intensidad de los mismos.

Zona C.1. Sierras Exteriores Aragonesas Occidentales

Su rasgo estructural más notable lo constituye el frente sur cabalgante sobre el Paleógeno de la Depresión, pero no existen indicios razonables de que tal estructura u otras relacionadas con ella presenten actividad postmiocena. La actividad sísmica es, en cambio, muy importante y se concentra en el área de la Canal de Berdún. Existe un terremoto registrado de intensidad IX, aunque muy antiguo y poco documentado, pero también otros varios de intensidad VIII.

Zona C.2. Sierras Aragonesas Orientales

Aunque sus características estructurales sean similares a las de la zona anterior, en esta sí existen algunos datos de movimientos, al menos neógenos, que afectan a diversas superficies de erosión. En la Sierra de Guara existen abombamientos y flexuras tanto de edad pirenaica como N-S. Sin embargo es escaso el grado de actividad sísmica de esta zona, con epicentros bastante aislados y una única magnitud registrada de 3,7.

Zona C.3. Sierras Exteriores Navarras

El borde sur pirenaico se prolonga en este sector con características análogas a las de las Sierras Exteriores Aragonesas y, asimismo, sin apenas datos de movimientos recientes. La sismicidad se ciñe algo a este límite tectónico, aunque los epicentros se ubican tanto en las sierras como en la depresión terciaria. La intensidad máxima registrada es VI.

Zona C.4. Sector Oriental de Cameros

El borde norte cabalgante del macizo de Cameros-Demanda, de traza general próxima a E-W, presenta aquí una dirección más ibérica NW-SE. Los datos que se tienen de actividad neotectónica proceden igualmente de la Depresión del Ebro y son algo contradictorios. En un estudio reciente se ha hecho referencia a cierta tectónica de desgarres en régimen compresivo. Otros autores, sin embargo, atribuyen esas deformaciones casi exclusivamente a procesos de tipo diapírico. Esta zona, de todos modos, resulta ser altamente sismogénica. Con varios sismos históricos y recientes de intensidad VIII.

Zona C.5. Borde Sur del Macizo Vasco

En este sector no parece existir solución de continuidad entre ambos márgenes de la depresión del Ebro, ni en cuanto a evolución tectónica cenozoica ni en cuanto a actividad sísmica. La nube de epicentros, aunque no excesivamente densa, se reparte por igual en las cadenas montañosas y en el pasillo terciario. Por el contrario cabe la hipótesis de que toda esta zona quede separada de las existentes al E (C.3 y C.4) por un accidente profundo NE-SW (falla de Pamplona). La máxima intensidad registrada es VI.

D. SECTOR CENTRAL DE LA DEPRESIÓN DEL EBRO

Ya se ha hecho referencia al estrecho pasillo a que queda reducido el sector occidental de la Depresión del Ebro, a su vinculación tectónica con los respectivos márgenes ibérico y pirenaico y a su grado relativamente importante de actividad sísmica.

Tanto el sector occidental como el oriental presentan sismicidad apreciable, en el último caso posiblemente ligada al accidente del Segre. Por el contrario, el sector central constituye el área asísmica más extensa de las estudiadas, a pesar de que existen algunos precedentes de actividad tectónica cuaternaria. A pesar de que la mayor parte de las deformaciones de esta edad son de también de tipo diapírico, existen asimismo otras atribuibles a una tectónica regional de tipo distensivo.

Sin embargo, la práctica totalidad de esta región no registra ningún seísmo, ni histórico, ni reciente. Los únicos tres epicentros que reseña el catálogo del I.G.N. se sitúan en el área de Monearros, posteriores todos ellos a 1970 y la magnitud máxima que presentan es de $M=3,5$.

Dadas las características señaladas, no se diferencian subzonas sismotectónicas.

E. ZONA AXIAL PIRENAICA

La zona axial pirenaica se considera un conjunto autóctono frente a la existencia de unidades prepirenaicas desplazadas. La falla del Segre limita el contacto entre las grandes unidades del pirineo central y las del oriental, creando dos áreas con distinto desarrollo prepirenaico. El movimiento compresivo de formación de la cadena es de edad fini-eocena y determinó la formación del manto de Gavarnié, cuyo frente forma el cabalgamiento sobre la Depresión del Ebro al tiempo que se recolocaba definitivamente el manto de Cotiella-Montsec. El desplazamiento hacia el sur de los mantos originó la formación del anticlinal de Barbastro-Balaguer. A lo largo del Oligoceno y Mioceno, gran parte del Prepirineo y algún sector del Paleozoico axial fueron fosilizados por molasas postorogénicas.

La estructura de la zona norpirenaica se caracteriza por la superposición de fases de plegamiento de dirección E-W y por la existencia de cabalgamientos vergentes hacia el N. El límite meridional de la zona norpirenaica corresponde a la falla norpirenaica. Este límite es, sin embargo, difícil de precisar al Norte del extremo occidental de la zona axial, donde la falla norpirenaica, queda cortada, o sustituida por el cabalgamiento de Eaux Chaudes. La falla norpirenaica, subvertical y de dirección E-W representa una fractura de primer orden dentro de la cadena pirenaica. Se ha interpretado como la estructura principal del Pirineo. Muchas estructuras del Pirineo, tanto en la zona española como en la francesa, son susceptibles de generar movimientos sísmicos, dada su elevada actividad reciente e histórica. Este hecho, se confirma al observar los distintos grupos de epicentros a ambos lados de la frontera.

Sin pretender realizar una zonificación sismotectónica exhaustiva, de la configuración de los epicentros de los sismos registrados, tanto en época instrumental como en época histórica, se han distinguido cuatro zonas en el Pirineo axial, si bien una de ellas, la denominada E.4, no contribuye de forma significativa al incremento de la peligrosidad sobre Aragón. Esta zona corresponde a lo que podría denominarse Macizo Andorrano y parte del Pirineo Leridano. A pesar de lo anterior, debe destacarse que los terremotos en el Pirineo axial, se extiende a lo largo de toda la Cordillera, si bien con una notable concentración de epicentros en la zona entre Bagnères y Larrau en Francia, que está relacionada con la falla norpirenaica y otra importante al E, en la región de Olot, que se extiende desde Ripio hasta Bañolas y desde Olot hasta Anglés.

En este Plan, a la escala a la que se realiza, se han subdividido las regiones del Pirineo Axial en las zonas que aparecen recogidas en el mapa de zonificación sismotectónica, basando la regionalización únicamente en criterios de densidad de epicentros registrados, así como en magnitud e intensidad máximas de cada zona, sin pretender realizar una subdivisión más precisa en subzonas sismogenéticas o sismotectónicas, por tratarse de una tarea de enorme complejidad científica, que rebasa los objetivos de este Plan.

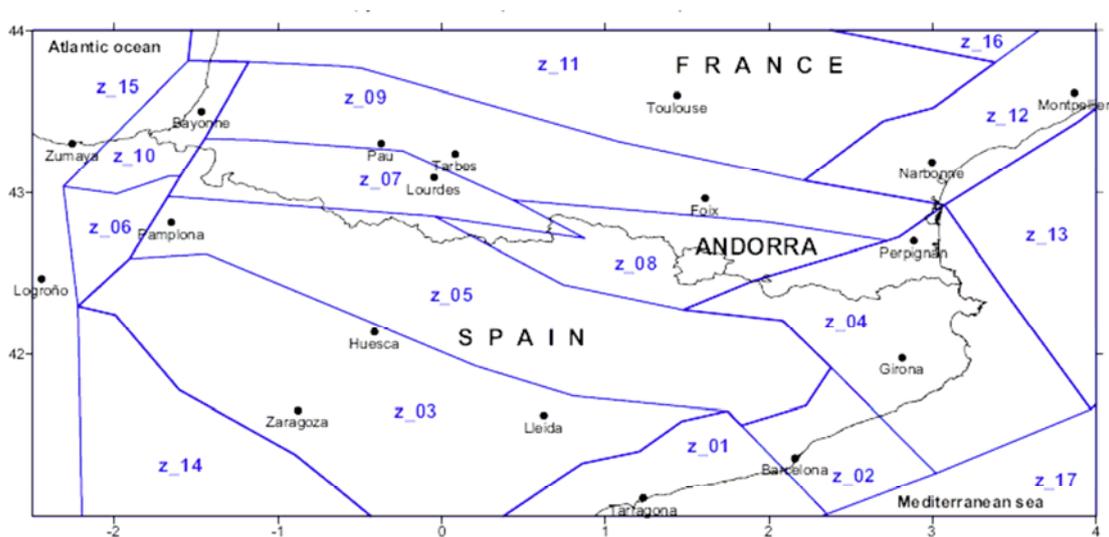
Aún así, se considera interesante tener en cuenta el trabajo realizado por R. Secanell, J. Irizarry, T. Susagna, C. Martín, X. Goula, P. Combes y J. Fleta de Geoter-International de Francia y del Institut Cartogràfic de Catalunya de España, respectivamente, sobre "Evaluación Unificada de la Peligrosidad Sísmica Alrededor de la Frontera entre Francia y España".

El trabajo se puede resumir con la reciente revisión de la zonación sísmica de Francia (Martin et al., 2002) y el proyecto europeo RISK-UE (Irizarry et al, 2002) con sendas evaluaciones de la peligrosidad sísmica en términos de valores espectrales de aceleración.

Ambos estudios reflejaron diferencias en los niveles de aceleración obtenidos a ambos lados de la frontera, mostrando así la necesidad de un esfuerzo internacional para unificar los datos y los procesos de la evaluación de la peligrosidad sísmica. En este sentido, se han dado algunos pasos iniciales: se ha desarrollado un nuevo catálogo unificado, se ha realizado una zonación sismotectónica unificada en la cual los parámetros de la ley de Gutenberg-Richter fueron redefinidos y, finalmente, se realizó una evaluación probabilista de la peligrosidad sísmica prestando especial atención a la ley de la atenuación usada en la región. Los resultados preliminares muestran la peligrosidad sísmica unificada en forma de mapas de la región presentada en términos de aceleración para diferentes períodos de retorno y valores espectrales.

A este respecto, complementamos las zonas propuestas por Alfaro, Casas y Simón en 1987, con nuevas zonificaciones propuestas a ambos lados de la frontera por considerar que el análisis de las zonas sismotectónicas del Pirineo Axial debe necesariamente incluir las zonas fronterizas con Francia.

En esta línea, se ha consensuado una zonación sismotectónica que tenga en cuenta las características básicas de las principales zonaciones sismotectónicas ya existentes a ambos lados de la frontera (Martin et al, 2002; Secanell, 1999). La zonación finalmente obtenida se muestra a continuación:



Zonación sismotectónica de la región fronteriza franco-española

De igual modo, se debe citar en este punto el proyecto ISARD.

El proyecto ISARD es un programa de investigación financiado por Europa, en el marco del programa Interreg IIIA, orientado al tema del riesgo sísmico. Para España y Francia, los Pirineos son una de las zonas sísmicas más activas. La sismicidad histórica y los datos de la tectónica reciente indican claramente una fuerte peligrosidad sísmica.

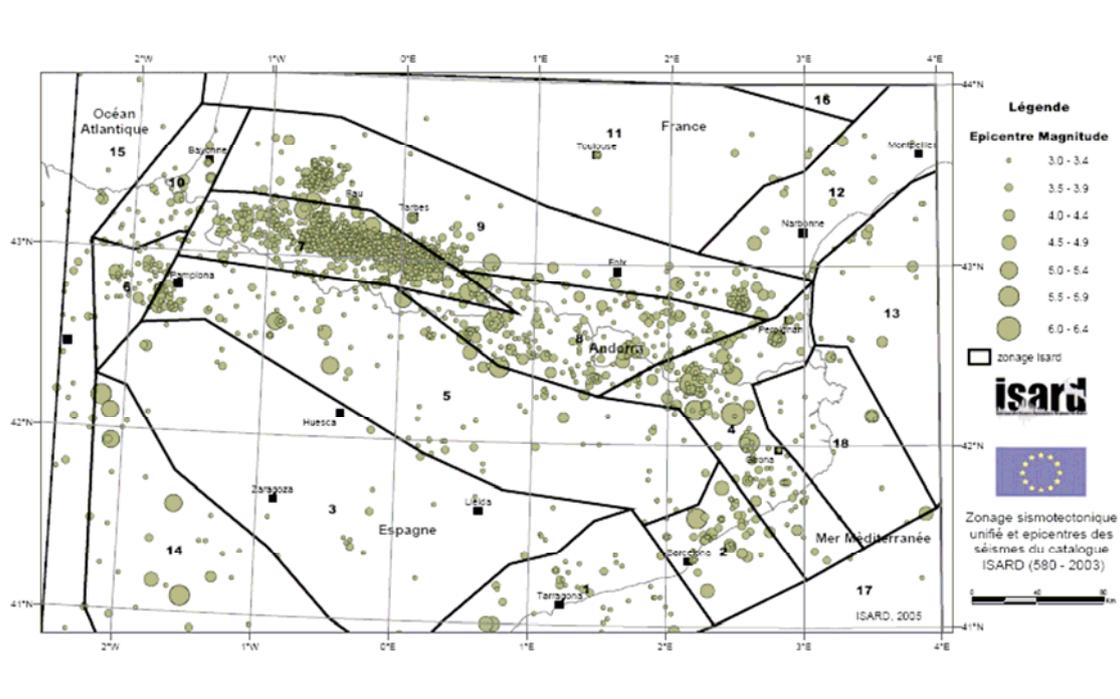
En efecto, en el siglo XV hubo una crisis importante, en la parte oriental de la cadena, con sismos destructores a lo largo de todo el 1427 que duraron hasta febrero de 1428. En 1660, la parte central sufrió una sacudida destructora (I=VIII-IX). Durante el siglo XX, hubo importantes daños en el sismo del valle de Aran en 1923 (I=VIII) y en el sismo de Arete, en 1967 (I=VIII). Recientemente, con el aumento de la población y de la actividad económica, sismos de magnitud moderada han causado pérdidas económicas considerables, como por ejemplo el sismo de Paul de Fenouillet (M=5.2), en el que se han estimado los daños en 15 M€, en 1996, o más recientemente en Hautes Pyrénées (M=4.7), en mayo de 2002.

La única estrategia válida frente al fenómeno sísmico es la prevención, ya que la predicción sísmica no es operacional. Para realizar una prevención eficaz, se tienen que movilizar diversos medios que van desde la reglamentación en materia de construcción sismorresistente, hasta la organización de equipos de rescate en caso de daños importantes, pasando, claro está, por aspectos de educación a la población.

Uno de los principales problemas para afrontar esta estrategia en zonas fronterizas es la falta de armonización entre los medios que se tienen en cada país, lo que se manifiesta a todos los niveles.

Esta falta de medios son o bien de reglamentación, con leyes propias en cada país y obligaciones a tener en cuenta de forma diferentes en uno y otro lado de la frontera, o bien técnicos, con redes de vigilancia sísmica propias de cada país, y entonces mal definidas para conocer la sismicidad en los extremos del país. La organización de los equipos de rescate, al final de la cadena, pueden sufrir esta falta de armonización en los criterios en el momento de una crisis sísmica.

Así, desde este proyecto se propone una zonificación sismotectónica de la región pirenaica fronteriza entre España y Francia. Como se refleja en la siguiente figura.



Zonación sismotectónica de la región fronteriza franco-española y epicentros de los sismos registrados por el catálogo del proyecto ISARD.

BIBLIOGRAFÍA RELEVANTE.

J.A. Alfaro, A.M.Casas y J.L. Simón. "Ensayo de zonación sismotectónica en la cordillera ibérica, depresión del Ebro y borde sur pirenaico". Estudios de Geología, 43: 445-457 (1987)

Alapont.L.S, Ortiz, J. "Análisis de peligrosidad sísmica en el Alto Aragón utilizando un sistema de información geográfica". Instituto Tecnológico Geominero de España. Jornadas SIG en riesgos naturales y medio ambiente. Madrid, 1999.

Almunia, A., Gozalo.R., San José I. "GEOARA; base de datos bibliográfica sobre la geología de Aragón". Revista Española de Documentación Científica, vol.12, nº 3, pp 306-313, 1989.

Surinach. E., Roca. A. "Evaluación de datos sísmicos de la región NE de la península ibérica". Asociación Española de ingeniería sísmica. Conferencia sobre sismicidad histórica de la región de la Península Ibérica. Madrid. 1983.

Serrano Cañadas, E. "Geomorfología del Alto Gállego (Pirineo Aragonés). Institución Fernando El Católico. Zaragoza. 1998.

2.5. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA

2.5.1. INTRODUCCIÓN

Se consideran áreas de peligrosidad sísmica aquellas zonas geográficas que a lo largo del registro histórico se han visto afectadas por movimientos telúricos. El mapa español de peligrosidad sísmica está definido de acuerdo a la escala europea de intensidades EMS (Ver Anejo II) cuyos valores de intensidad van desde el grado I hasta el XII.

Un sismo de grado V, según el Instituto Geográfico Nacional, es aquel que «es sentido dentro de los edificios por la mayoría y por algunos en el exterior». Los observadores sienten una fuerte sacudida, y los objetos colgados oscilan considerablemente. Las vajillas y cristalerías chocan entre sí. Los objetos pequeños, inestables o mal apoyados pueden desplazarse o caer. Las puertas y ventanas se abren o cierran de pronto. En algunos casos se rompen los cristales de las ventanas.

Los terremotos de grado VI son sentidos por la mayoría dentro de los edificios y por muchos en el exterior. Pueden caerse pequeños objetos y los muebles se pueden desplazar. En algunos casos se pueden llegar a romper platos y vasos.

Las consecuencias catastróficas se registran a partir de los movimientos de grado VII: la mayoría de las personas se asusta e intenta correr fuera de los edificios. Para muchos es difícil mantenerse de pie, especialmente en plantas superiores. Los efectos son dañinos para las estructuras de edificios y otras construcciones.

2.5.2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

La peligrosidad sísmica puede ser establecida mediante dos metodologías de trabajo diferentes que son:

- Evaluación determinista
- Evaluación probabilista
- o también mediante evaluaciones mixtas que consideren ambas metodologías.

El primero de ellos, el método determinista, está basado en considerar que la sismicidad en una determinada región en el futuro será igual a la pasada en el mismo territorio. Teniendo en cuenta este punto de partida, este método utiliza de modo casi exclusivo el catálogo de sismos históricos para hacer la estimación de la probabilidad de ocurrencia de un sismo de una determinada magnitud en el futuro.

Por otro lado, el método probabilista está basado en la relación de Gutenberg-Richter, a partir de la cual y tomando en consideración el número de terremotos

de una determinada magnitud que tienen lugar en una región dada, se puede realizar una aproximación al número de terremotos de magnitud superior que podrían afectar a dicha región. Este método es capaz de establecer la probabilidad de que se produzca un número determinado de terremotos de distinta magnitud en un período de tiempo concreto. Así mismo, permite estimar los tiempos de retorno de los sismos.

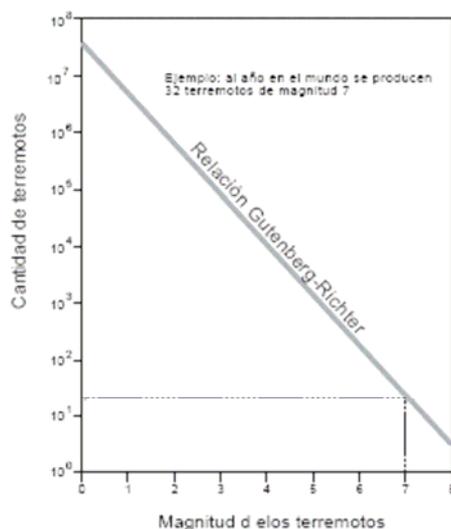


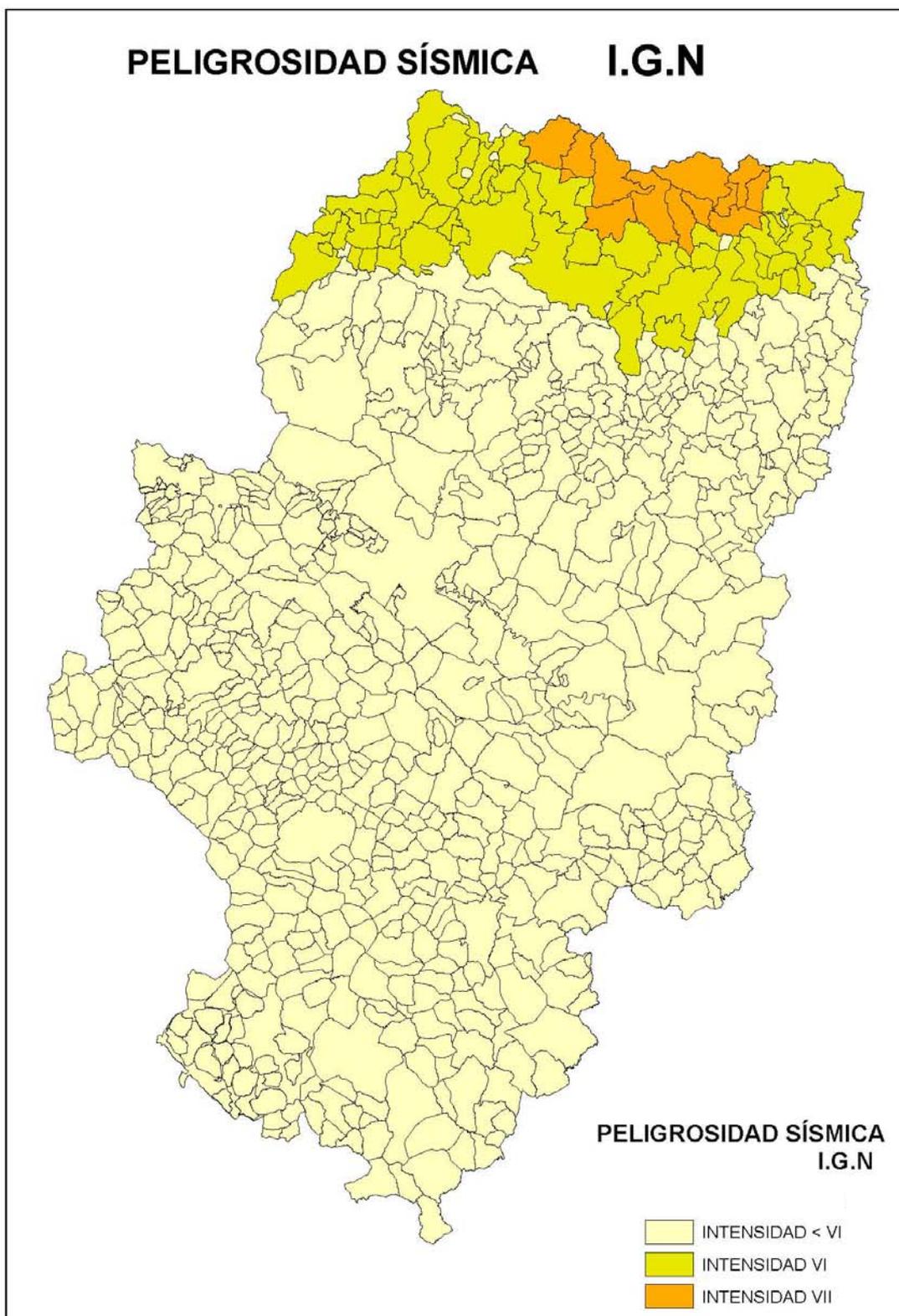
Gráfico en el que aparece la relación Gutenberg-Richter para los terremotos que tienen lugar en todo el mundo. La posición de la línea varía dependiendo de la región que se desee analizar, pero siempre se mantiene con la misma pendiente. Por lo tanto, conociendo el número de terremotos de una escala concreta que se generan durante un período de tiempo concreto en una región, se pueden calcular la cantidad y magnitud de los terremotos que pueden afectar a dicha región

2.5.3. PELIGROSIDAD SÍSMICA EN ARAGÓN

Para concluir en la peligrosidad sísmica esperada para un periodo de retorno de 500 años en todos los municipios de Aragón, nos basamos en el análisis de datos preexistentes como los obtenidos por el Instituto Geográfico Nacional, que nos aporta un mapa de peligrosidad a escala regional de incuestionable calidad.

El enfoque de este Plan va a ser considerar como referencia los valores indicados por la Directriz Básica (que a su vez son los oficiales del Instituto Geográfico Nacional), pero realizando una corrección en aquellos municipios cuya sismicidad histórica nos ha aportado valores superiores a los establecidos en el mapa de peligrosidad sísmica del Instituto Geográfico Nacional.

En este punto hacer mención expresa de que el criterio para la asignación de intensidad en los municipios comprendidos entre las líneas que marcan intensidades VII y VIII (ésta fuera de los límites de la CCAA), en el mapa del IGN (plano nº3), y que la Directiva plantea como "Municipios en los que son previsibles sismos de intensidad igual o superior a VII", ha sido el de adoptar el valor de referencia VII a efectos de cálculo de grado de daño y afección a población y viviendas.

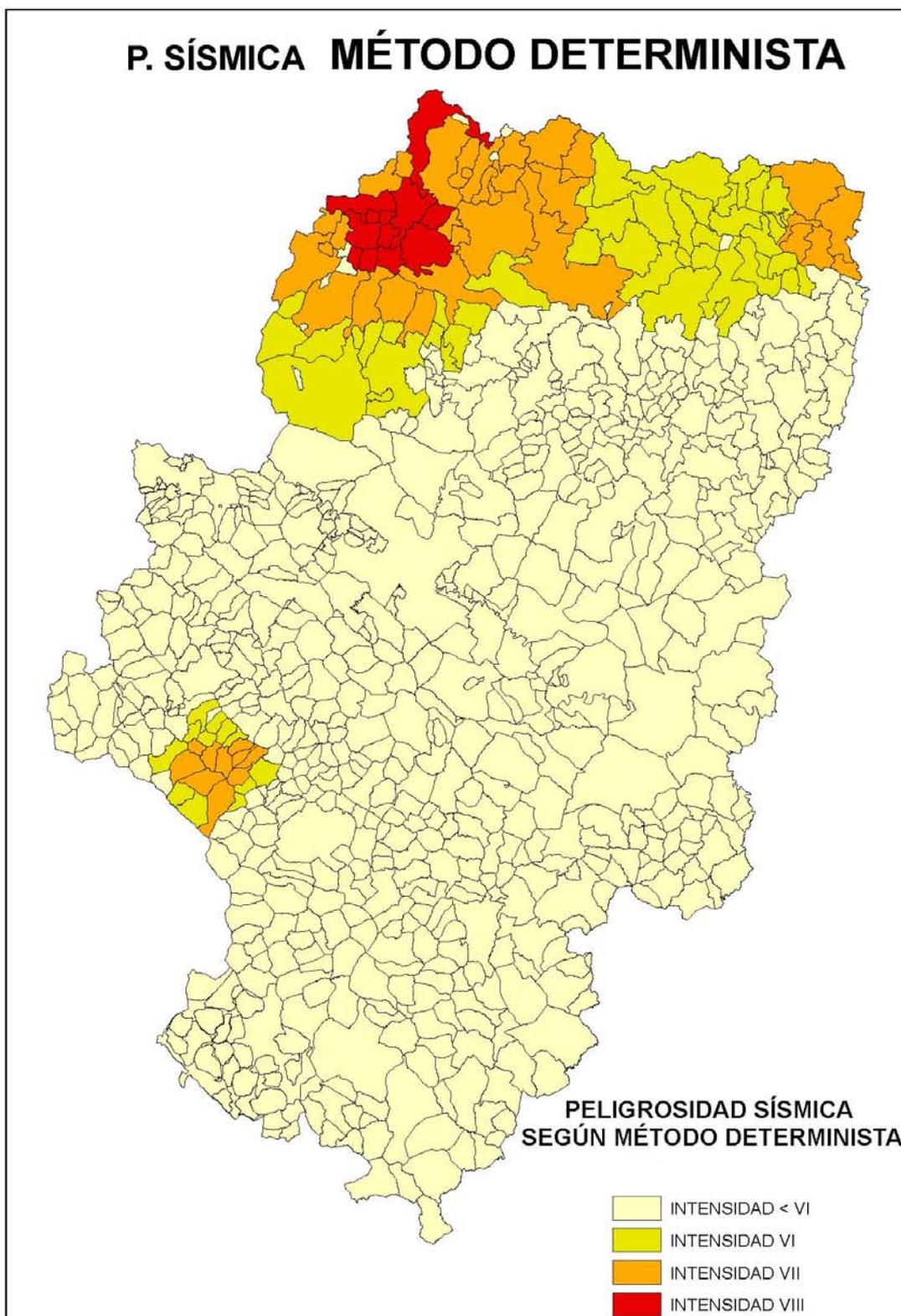


Para realizar la corrección a la que hacemos referencia anteriormente, nos apoyamos en los resultados aportados del análisis de sismos históricos, mediante la aplicación informática: "Simulación de Escenarios Sísmicos SES 2002", aplicable al alcance de este Plan Especial de Aragón. Dicha aplicación permite obtener la intensidad sísmica estimada para cada municipio a partir de los parámetros de un terremoto (ya sea real o de diseño).

Para el objeto de este estudio, hemos tenido en cuenta aquellos terremotos ocurridos realmente en Aragón, o bien aquellos cuya área de influencia incluye zonas dentro de la Comunidad Autónoma, en concreto los sismos de:

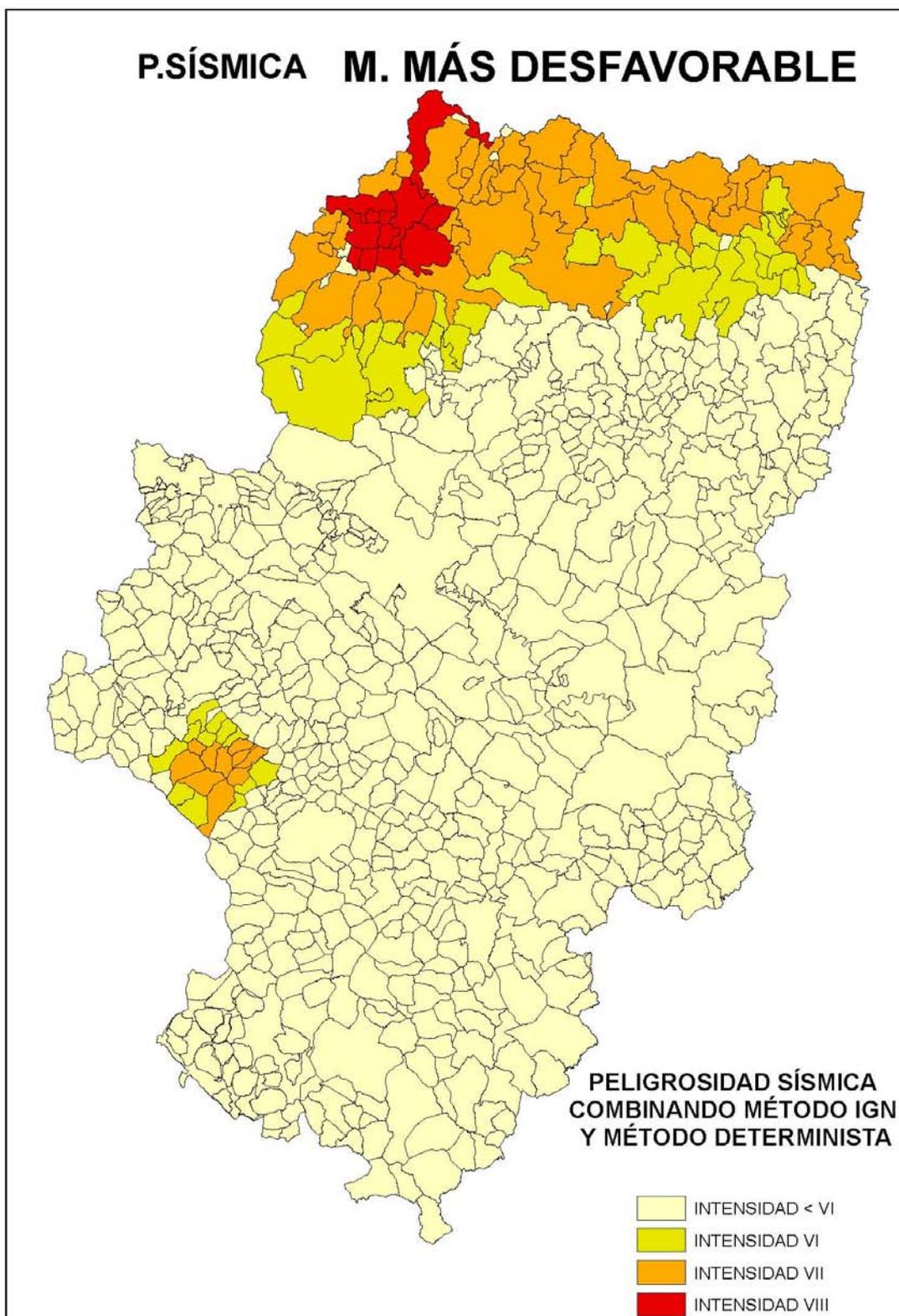
- Martes, Used y Castanesa en la Comunidad Autónoma de Aragón
- Laruns y Lourdes en el sur de Francia

Superponiendo sus efectos elaboramos un mapa de intensidades máximas notadas históricamente en cada uno de los municipios de la Comunidad Autónoma de Aragón (Método determinista) :



Comprobamos que podemos validar muchos de los municipios de la Comunidad Autónoma de Aragón, respecto al mapa de peligrosidad sísmica del Instituto Geográfico Nacional, sin embargo hay otros municipios cuya intensidad obtenida por el método determinista supera a la indicada por el IGN.

Elaboramos finalmente un plano de la Comunidad Autónoma de Aragón con sus intensidades máximas esperadas en cada uno de los municipios de Aragón para un periodo de retorno de 500 años, obtenidas del dato más desfavorable de los analizados (IGN y método determinista).



Aún así y tras considerar que el mapa aportado por el IGN constituye una referencia para un importante número de expertos, a lo largo de este estudio, iremos desarrollando los cálculos correspondientes (vulnerabilidad, grado de daño, afección a la población) en base a las intensidades propuestas por el **IGN** y a las resultantes de la combinación de ambos métodos (**intensidades más desfavorables**).

Excepción a esta circunstancia son los casos en los que ha sido necesario primar uno frente a otro, en los que nos hemos decantado por la intensidad más desfavorable de las obtenidas (Ej: Cálculo del comportamiento ante sismos de Hospitales y Parque de Bomberos).

En el Anejo IV. "Intensidad sísmica municipal esperada para periodo de 500 años. cálculos de Vulnerabilidad, Grado de Daño y afección a la población" se incluyen los listados de municipios con las intensidades esperadas por los dos métodos, y documentos gráficos (mapas) que complementan lo expuesto en este capítulo.

2.6. VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO

El riesgo sísmico de una zona se determina a partir de la vulnerabilidad de las edificaciones y núcleos de población ante los movimientos sísmicos. Por este motivo, no es posible hacer una estimación del riesgo sin tener en cuenta el efecto del suelo o efecto local (factor tenido en cuenta para determinar la peligrosidad sísmica), el comportamiento de las edificaciones y la distribución de la población.

En este punto nos vamos a centrar en el comportamiento de las edificaciones ante un sismo mediante el cálculo de su vulnerabilidad.

2.6.1. VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES

Se entiende que un edificio es más vulnerable conforme más tendencia tenga a sufrir daños.

La variabilidad de la vulnerabilidad en la edificación se basa en la tipología constructiva, técnica, material usado, esmero en su ejecución, que influye en la respuesta y comportamiento frente a un sismo, pero igualmente tiene influencia muy importante la edad, altura, número de plantas, geometría, grado de conservación, cálculos resistentes y adecuación de las obras a los mismos y otros.

Para clasificar la vulnerabilidad de las edificaciones se utilizan formas basadas en escalas macrosísmicas, concretamente la escala EMS 98 (Ver Anejo II), que ha sido elaborada sobre la escala de intensidades MSK, y que clasifica las edificaciones en seis grados de vulnerabilidad descendente; A, B, C, D, E y F.

En el rango más bajo se encuentran las estructuras de carga formadas por muros de mampostería de piedra o adobe, con clasificación A. La B se refiere a estructuras de ladrillo u obras de piedra de cantería, de sillar o sillarejo. La vulnerabilidad C representa la estructura de hormigón ordinaria sin diseño sismorresistente y los grados D, E y F representan las estructuras con incorporación de grados ascendentes de sismorresistencia.

La escala EMS considera tres grados de sismorresistencia, Bajo (DSR-B), Medio (DSR-M) y Alto (DSR-A).

El grado Alto, representa un alto índice de protección y es característico de zonas de alta sismicidad y elevado nivel tecnológico como es actualmente la construcción en Japón o la costa occidental de los Estados Unidos, y corresponde a los grados E y F.

El grado Medio representa un nivel de protección típico de zonas de sismicidad moderada y donde las estructuras se dotan de soluciones específicas para sismo. Es equivalente a los tipos de vulnerabilidad D y E. En España se puede considerar que existen edificios que reúnen estas características en las zonas de mayor

sismicidad, especialmente tras la última renovación de la normativa sismorresistente.

El grado Bajo representa la edificación en zonas de baja sismicidad donde las cargas sísmicas de diseño son bajas y no se hacen importantes exigencias de diseño en las estructuras (vulnerabilidad A, B y C). La mayor parte de la edificación en España es de este tipo. Hay que destacar que las estructuras de hormigón, que desde la década de los años 60 domina el parque inmobiliario, han ido mejorando en su resistencia gracias a las sucesivas renovaciones de las normas de construcción hasta llegar a la última actualización, la NCSE-02.

El análisis y evaluación de la vulnerabilidad sísmica se puede enfocar con un nivel de detalle u otro, en función de los objetivos y características del estudio a realizar.

Para su cálculo, podemos basarnos en tres tipos de métodos:

- ✓ Métodos estadísticos: A partir de datos estadísticos obtenidos en sismos ocurridos y analizados. Se aplican en áreas extensas.
- ✓ Métodos analíticos: Se hace un análisis más detallado, obteniendo datos más concretos. Es muy costoso y se limita a pequeñas áreas.
- ✓ Métodos subjetivos: Se basan en la opinión subjetiva de los expertos, como el ATC-13, "Earthquake Damage Evaluation Data For California, California 1985", y se puede aplicar para determinar la vulnerabilidad de las construcciones esenciales.

Como ya se ha dicho, en la vulnerabilidad de las edificaciones influye la tipología constructiva, técnica, material usado, pero igualmente tiene influencia muy importante la edad, altura, número de plantas, geometría, grado de conservación. Todo ello contribuye a la dificultad de establecer un método de diagnóstico eficaz, siendo por tanto el estudio estadístico y subjetivo el único capaz de dar respuesta a una zona amplia.

Para estudios de pequeña escala, abarcando una población de pequeño tamaño, sería factible la aplicación de un método analítico, con visitas de campo, analizando directamente los distintos aspectos a considerar.

Esto es lo que se ha hecho para los 12 municipios de la Comunidad considerados en este Plan como áreas donde son previsibles sismos de intensidad igual o superior a VII según los estudios de peligrosidad sísmica de España para el período de retorno de 500 años, es decir Bielsa, Broto, Fanlo, Hoz de Jaca, Panticosa, Plan, Puértolas, Sallent de Gállego, San Juan de Plan, Tella-Sin, Torla y Gistaín. En cada uno de ellos se han realizado visitas de campo que han permitido validar y corregir sobre el terreno las posibles desviaciones en los resultados obtenidos al aplicar métodos más generalistas (Ver Anejo X "Fichas Técnicas de los Municipios contemplados en la Directriz").

La dificultad surge en abordar el resto del parque inmobiliario de la Comunidad Autónoma de Aragón que supera los 290.000 inmuebles. Por ello hay que recurrir, como fuente de información, a alguna base de datos con información estadística del parque inmobiliario, del cual hay dos principales (Instituto Nacional de Estadística y la Dirección General del Catastro), cuyas particularidades luego abordaremos.

- Instituto Nacional de Estadística,(INE). Aportan datos de los censos, que recoge información sobre datos inmobiliarios en sus campañas, estando actualmente disponibles, ya que se ejecutan cada diez años, los datos de viviendas de la campaña del año 2001.
- Datos de Catastro, Recoge información sobre edificaciones individuales y su emplazamiento, así como fincas, terrenos, etc.

Dado que ni el INE ni Catastro disponen de información sobre la tipología estructural de las edificaciones, se optó finalmente por la información aportada por el INE. Así y todo en los doce municipios para lo que se ha desarrollado el estudio con un mayor nivel de detalle, se ha validado estos datos con la información recogida "in situ", con el enfoque de un análisis más particularizado.

2.6.2. METODOLOGÍA PARA LA ASIGNACIÓN DE VULNERABILIDAD A LOS EDIFICIOS DE ARAGÓN

Aragón es una región de actividad sísmica moderada, en la que la vulnerabilidad de los edificios no ha sido puesta a prueba por un terremoto de importancia y por tanto no se dispone de datos recientes de daños producidos por sismos. No obstante, se conocen las técnicas constructivas que se han utilizado en el transcurso del tiempo y la respuesta que, construcciones similares, han dado en otros lugares según la intensidad recibida.

Muchos parámetros han sido tomados para realizar estudios en distintas regiones de España y todos llegan a una misma conclusión resumida en tres puntos generales:

- ✓ La fecha de construcción define proporcionalmente la calidad en la construcción en lo referente a su resistencia sísmica, por lo que es el fundamento para la clasificación de vulnerabilidad.
- ✓ La experiencia acumulada apunta a que en el entorno rural y aislado es donde existe mayor probabilidad de encontrar edificaciones de menor calidad de ejecución técnica, por lo que para la edificación en poblaciones pequeñas de menos de 5.000 habitantes debe existir una pequeña penalización.
- ✓ El número de plantas, la altura, el tipo de material, el mantenimiento de las edificaciones, no dejan de ser parámetros que, habiendo sido considerados en otros estudios, esos mismos concluyen que su influencia

es muy relativa en el conjunto global y que por sí solos no se pueden considerar en un estudio amplio ya que podrían afectar y desviar significativamente unos datos estadísticos más generales.

Como hemos apuntado, es especialmente útil la fecha de construcción, ya que con ella, se deducirá la normativa y características constructivas en vigor y por tanto la mayor o menor calidad de construcción y su mejor respuesta a un sismo.

Es éste el método utilizado: **Asignación de vulnerabilidad usando la fecha de construcción de la edificación, con una ligera penalización para el entorno rural frente al urbano.**

Para valorar el parque inmobiliario completo de Aragón, se ha recurrido a bases de datos aportadas por el INE, con información estadística del parque inmobiliario de la Comunidad.

El INE dispone de información acerca de la edificación en Aragón desglosado en dos grandes tipos; Edificación en general, para el cual dispone de una limitada información, y edificación destinada a uso principal de vivienda, (EDPV) del cual se dispone de información detallada. Los EDPV suponen el 93,35 % del total del parque inmobiliario de la Comunidad Autónoma de Aragón, por lo cual disponemos de información detallada de casi la totalidad del parque.

El INE dispone de datos de la fecha de construcción desglosado en decenios y anualmente para el último decenio para los EDPV, y con un mayor nivel de detalle, para todas las viviendas familiares. Con la fecha de edificación se puede interpretar la tipología constructiva de las viviendas, y aunque existe incertidumbres en los periodos de transición entre el paso de una tipología constructiva a otra, como es el caso específico de la estructura de hormigón, se recurre a la realización de un juicio de experto para valorar la incidencia en los periodos de transición constructiva.

Se tienen en cuenta principalmente los periodos en los que tienen vigencia las distintas Normas Sismorresistentes aprobadas, la PDS-74, la NCSE-94 y la última NCSE-02. Aunque la existencia de la norma no asegura que todas las estructuras se realicen con un perfecto cumplimiento de la misma, sí es un dato esencial de referencia para definir claramente el momento de la transición constructiva con el aumento consiguiente de la seguridad.

Los intervalos de años planteados en este PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE SISMOS EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN se han hecho coincidir con los que establece el SES (Simulación de Escenarios Sísmicos 2002), proyecto cuyo objetivo es simular los efectos que produciría en España cualquier terremoto que pudiera ocurrir en el entorno próximo de su territorio.

SES clasifica el parque inmobiliario en cuatro periodos constructivos generales, que son los que nos sirven de base para clasificar los edificios de Aragón:

El primero abarca todo lo edificado hasta el año 1950, que se basa principalmente en tipologías estructurales de muros de carga y estructura de madera sin arriostrar, siendo la constitución de estos muros variable; tapial, mampostería, piedra, ladrillo. Las construcciones en este periodo, salvo las de carácter más singular u oficial, se construyeron sin mucho control.

El segundo periodo abarca desde el año 1950 hasta 1975, ya que la utilización de nuevos materiales y la aprobación de normas básicas sismorresistentes, hacen que, en general, el parque construido mejore sus condiciones de resistencia frente a las acciones sísmicas. Además se empieza a construir en proporción considerable con estructuras de hormigón y las edificaciones empiezan a estar sujetas a un mayor control normativo.

El tercer periodo comprende desde el año 1975 hasta 1995, periodo cuyo inicio coincide con la aplicación de la Norma sismorresistente PDS-74, que de forma general define las características que deben cumplir las estructuras para enfrentarse con éxito a las acciones sísmicas.

El cuarto periodo que abarca desde el año 1995 hasta la actualidad, ha existido un desarrollo económico y social que se refleja en un proceso edificatorio con mayor control y calidad, refrendado por la Norma de construcción sismorresistente NCSE-94, que establece tanto parámetros de cálculo como de diseño para garantizar la seguridad frente a los fenómenos sísmicos. Ya en el año 2002 se comienza con la Norma Sismorresistente NCSE-02, la cual se adecua al estado actual del conocimiento sobre sismología e ingeniería sísmica y se establecen las condiciones técnicas que han de cumplir las estructuras de edificación y obras a fin de evitar consecuencias graves, teniendo en cuenta las zonas según su aceleración sísmica básica.

Por su parte, para el estudio de los doce Municipios de Aragón situados dentro de la zona donde son previsibles sismos de intensidad igual o superior a VII según la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo sísmico, se ha realizado un estudio detallado e individualizado con información particularizada y visitas de campo en la que se han identificado las construcciones esenciales y vías de comunicación, además de realizar una comprobación de los resultados obtenidos por medios estadísticos sobre las viviendas de esos municipios.

Se han realizado fichas actualizables de los elementos y construcciones esenciales existentes dentro de esta zona, que podrán servir de base para los Planes de actuación Municipal, a la vez que facilitan la labor de actualización e incorporación de nuevos elementos.

Para el resto de municipios, se ha realizado el estudio por métodos estadísticos, sobre la información aportada por el Instituto Nacional de Estadística, sin datos

de campo debido a la ampliación excesiva que podría suponer para este Plan. Esta última concreción de datos podrá realizarlo cada Municipio o Comarca en su Plan de Autoprotección municipal o comarcal.

2.6.3. ASIGNACIÓN DE VULNERABILIDAD AL PARQUE INMOBILIARIO DE ARAGÓN

Para la asignación de Vulnerabilidad al Parque Inmobiliario de Aragón clasificamos primero los municipios aragoneses en Urbanos y Rurales. Para ello, consideramos entornos rurales al objeto de este estudio, los municipios con una población, según el último censo oficial de 2001, inferior a 5.000 habitantes.

Dadas las características del reparto poblacional en la Comunidad Autónoma de Aragón comprobamos que son entornos rurales el 97.4 % del total de municipios aragoneses, mientras que sólo un total de 19 municipios, que supone un 2.6 % del total, cumplen la condición establecida para ser entorno urbano.

a) Vulnerabilidad en los entornos urbanos

Son entornos urbanos, conforme al criterio establecido en este Plan, los municipios de Barbastro, Binefar, Fraga, Huesca, Jaca, Monzón y Sabiñánigo en la provincia de Huesca, Alcañiz, Andorra y Teruel, en la provincia de Teruel, y Alagón, La Almunia de Doña Gomina, Calatayud, Caspe, Ejea de los Caballeros, Tarazona, Utebo, Zaragoza y Zuera, en la provincia de Zaragoza.

La calidad de la construcción en los entornos urbanos se amoldaba más rápidamente a las normas constructivas en vigor por lo que los cambios en la tipología constructiva se ajustaban con más prontitud.

Las construcciones en las ciudades se basaba a principio de siglo en el ladrillo y muros de carga con entramados de madera hasta la aparición del perfil metálico y el hormigón armado, transformando profundamente el panorama constructivo, tal y como se ha explicado anteriormente.

A continuación, y teniendo en cuenta los datos constructivos, las referencias aportadas por Planes similares elaborados por otras Comunidades, y los valores incluidos en SES 2002, se presenta la **tabla de vulnerabilidad** que se ha desarrollado para el entorno urbano de la Comunidad Autónoma de Aragón, desglosadas las tipologías constructivas en los tramos cronológicos que responden a los periodos evolutivos de la construcción y al progreso de la normativa legal y técnica.

	A	B	C	D	E
Antes 1950	50	50	0	0	0
1950-1975	20	55	25	0	0
1975-1995	0	30	65	5	0
Desde 1996	0	10	75	15	0

Esta matriz nos informa que el 50 % de las edificaciones construidas antes de 1950 tiene vulnerabilidad A y el otro 50 % B, o lo que es lo mismo el 100 % de las edificaciones tiene un grado de sismorresistencia Bajo

Las edificaciones construidas entre 1950 y 1975 tiene todas también un grado de sismorresistencia bajo, con diferentes niveles de vulnerabilidad (20 % A, 55 % B y 25 % C)

De las construidas entre 1975 y 1995, un 95 % tiene también un grado de sismorresistencia Bajo (vulnerabilidades: 30 % B y 65 % C), mientras que un 5 % tiene ya un grado de sismorresistencia medio.

Por último, las viviendas construidas a partir de 1996 tiene un grado de sismorresistencia Bajo en un 85 % (vulnerabilidades 10 % B y 75 % C), y un 15 % tiene un grado de sismorresistencia medio (vulnerabilidad D)

b) Vulnerabilidad en los entornos rurales

La construcción tradicional rural de Aragón consiste en estructuras de muros de mampostería o de piedra y forjados de rollizos de madera, que corresponde a un tipo de vulnerabilidad tipo A. Estas estructuras de muro de carga de piedra generan elevadas cargas sísmicas debido a su elevada masa y al estar aquejados de alta fragilidad tienen un pobre comportamiento bajo sismo.

Este tipo ha perdurado hasta la aparición de la edificación de estructura de hormigón a partir de los años 50 que ha pasado a dominar el sistema constructivo en la actualidad, si bien con algo más de retraso que en el entorno urbano.

Por tanto, se ha desarrollado la tabla de vulnerabilidad para entornos rurales en Aragón, en la que se desglosan las tipologías constructivas desde la A hasta la E, en los tramos cronológicos elegidos según los periodos evolutivos de la construcción.

	A	B	C	D	E
Antes 1950	60	40	0	0	0
1950-1975	22	70	8	0	0
1975-1995	5	25	65	5	0
Desde 1996	0	15	70	15	0

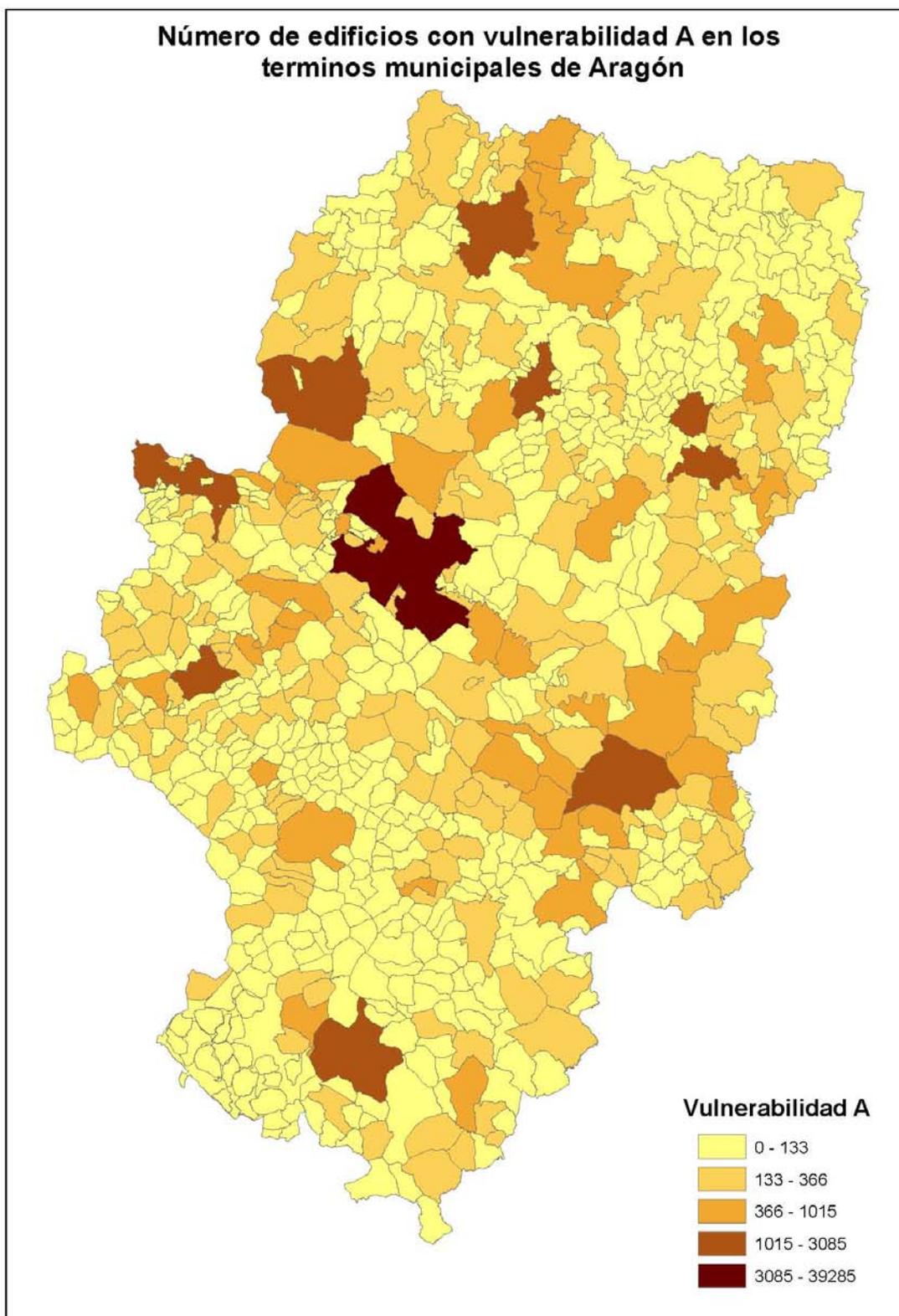
Con el mismo criterio que para el entorno urbano, vemos que el 100% de las edificaciones construidas antes de 1950 tiene un grado de sismorresistencia Bajo (vulnerabilidad 60 % A, y 40 % B)

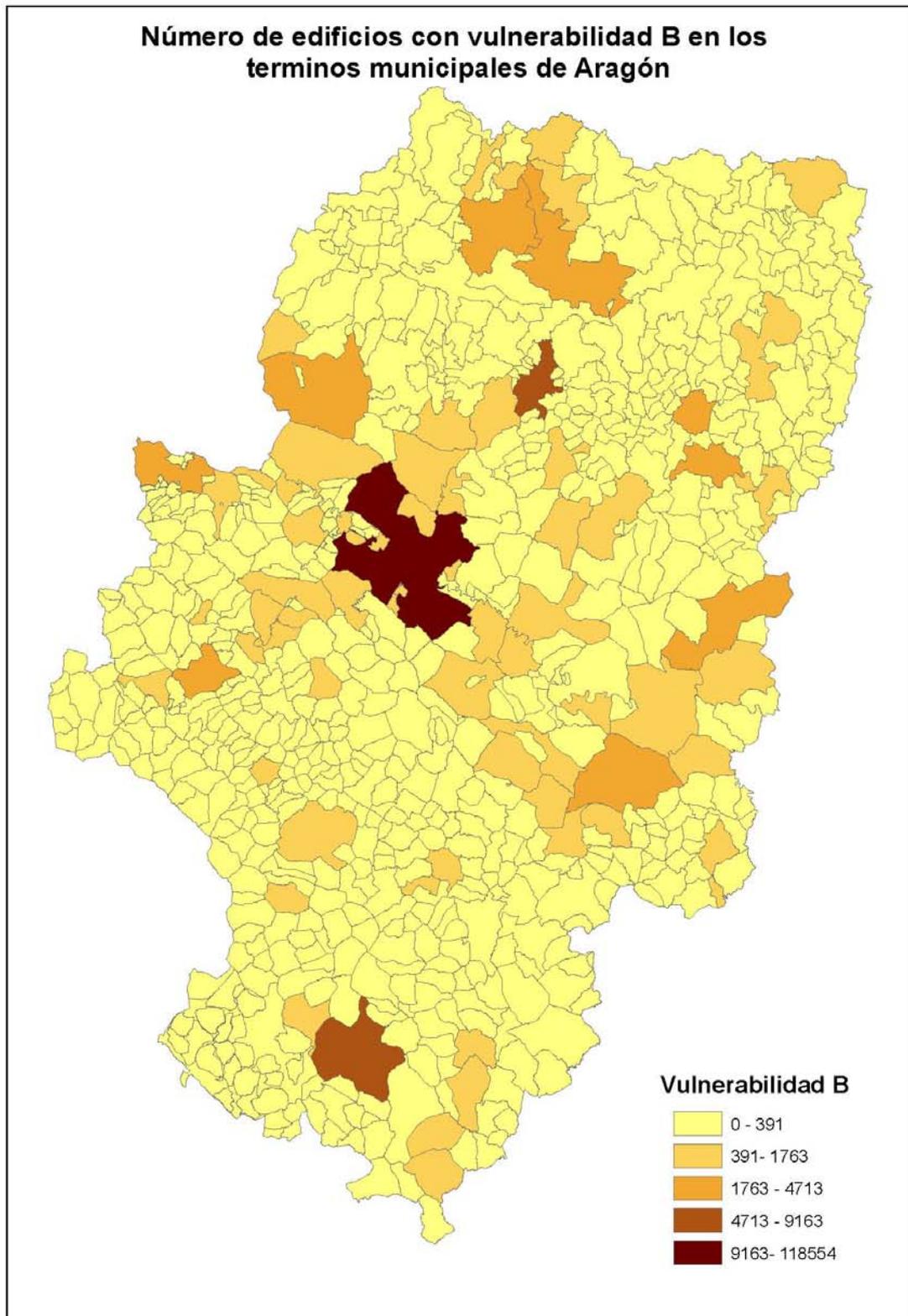
Las edificaciones construidas entre 1950 y 1975 tiene todas un grado de sismorresistencia bajo, con diferentes niveles de vulnerabilidad (22 % A, 70 % B y 8 % C)

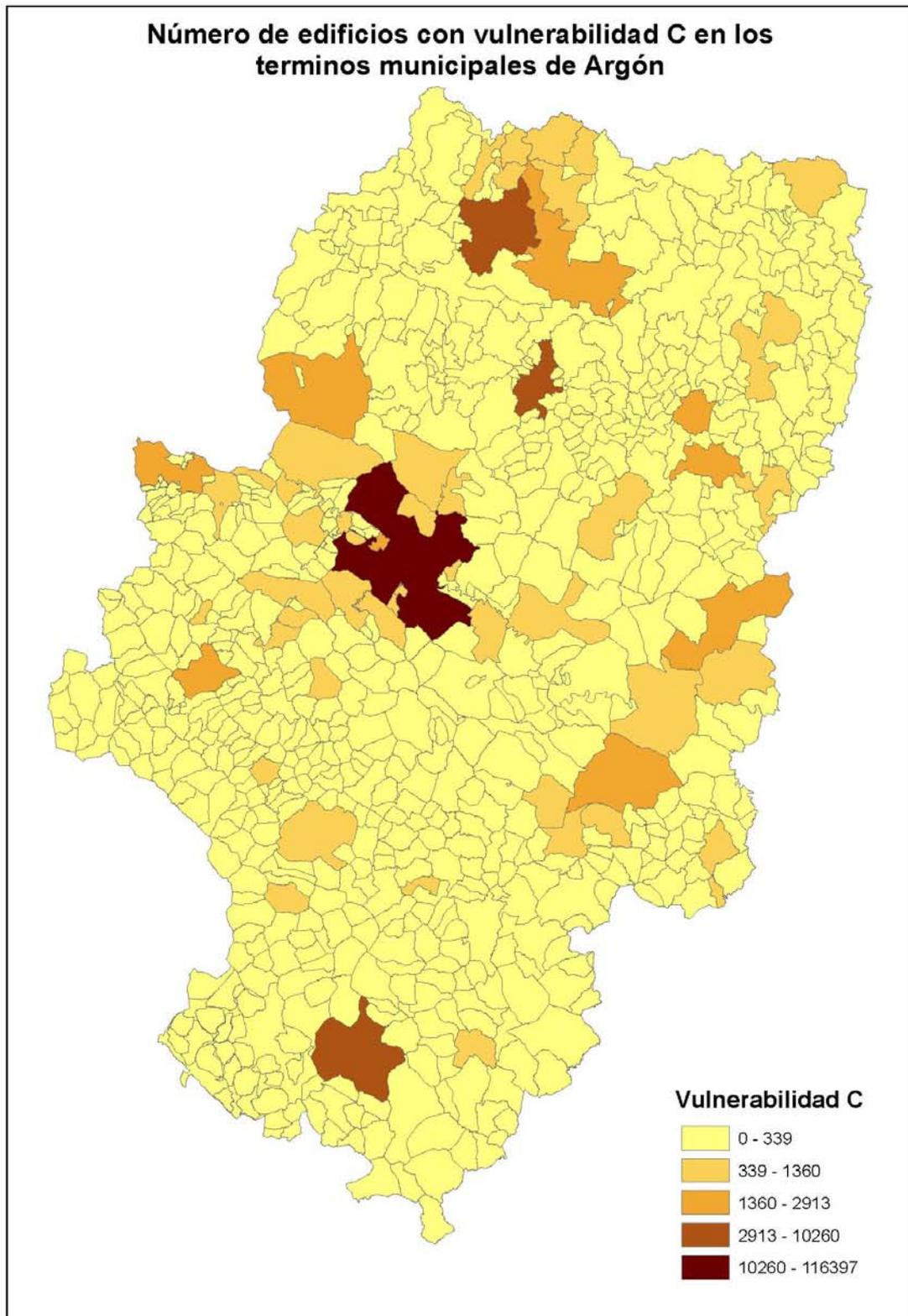
De las construidas entre 1975 y 1995, un 95 % tiene también un grado de sismorresistencia Bajo (vulnerabilidad 5 % A, 25 % B y 65 % C), mientras que un 5% tiene ya un grado de sismorresistencia medio (vulnerabilidad D).

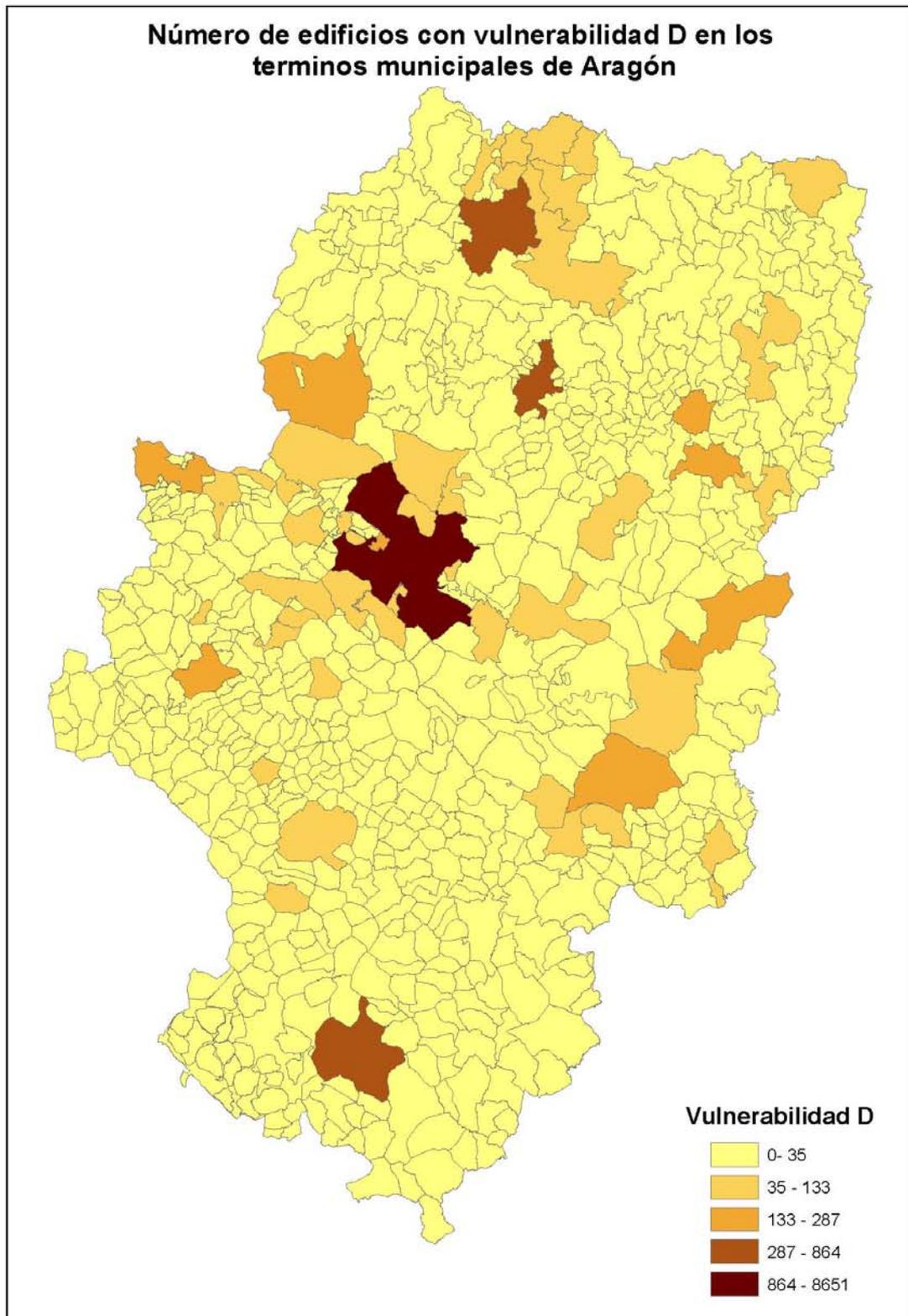
Por último, las viviendas construidas a partir de 1996 tienen, en un 85 % un grado de sismorresistencia Bajo (vulnerabilidad 15 % B y 70 % C), y un 15 % tiene ya un grado de sismorresistencia medio (vulnerabilidad D)

A continuación se incluyen mapas de la Comunidad Autónoma de Aragón con los números de edificios con vulnerabilidad A, B, C y D en los términos municipales de Aragón.









2.7. ESTIMACIÓN DE DAÑOS RELACIONADOS CON EDIFICACIONES HABITADAS

Una vez asignada la clase de vulnerabilidad a los edificios de la Comunidad Autónoma de Aragón, se procede a estimar el grado de daño esperado ante el nivel de movimiento del suelo que representa la acción sísmica en cada municipio. Para la estimación de daños, existen diferentes metodologías basadas en el uso de curvas de fragilidad, matrices de probabilidad de daño, relaciones entre índices de vulnerabilidad e índices de daño, espectros de capacidad y demanda, etc. En todas ellas, el objetivo es estimar el porcentaje de cada grado de daño, para cada clase de vulnerabilidad, ante una cierta intensidad de movimiento (peligrosidad sísmica). Para ello se emplean expresiones funcionales o matrices, derivadas de análisis estadísticos de datos reales, empíricos o simulados, que en definitiva proporcionan esos porcentajes.

2.7.1. MATRICES DE PROBABILIDAD DE DAÑO. MODELO IRPINA

De los métodos comúnmente utilizados para la estimación de daños relacionados con edificaciones habitadas, seleccionamos el modelo Irpina, desarrollado por Chávez en el año 1998, quien realizó mediante técnicas estadísticas, un examen de la vulnerabilidad de más de 32.000 edificaciones que se vieron sometidas a la acción del terremoto de Irpina, ocurrido en Italia en 1980. Ésta es una de las metodologías incluidas para calcular matrices de vulnerabilidad de viviendas en SES 2002 (Simulación de Escenarios Sísmicos 2002)

El análisis de estos datos ha permitido la creación de las matrices de probabilidad de daño correspondientes a las cuatro clases de vulnerabilidad existentes en la Comunidad Autónoma de Aragón (A, B, C y D) y los grados de daño (0 nulo, 1 ligero, 2 moderado, 3 grave, 4 destrucción y 5 colapso) definidos por la escala EMS-98 (Ver Anejo II)

Para clase de vulnerabilidad A

Intensidad EMS	Grado de daño					
	0	1	2	3	4	5
V	0.441	0.392	0.140	0.025	0.002	0
V-VI	0.325	0.388	0.2115	0.0645	0.0105	0,0005
VI	0.209	0.384	0.283	0.104	0.019	0.001
VI-VII	0.145	0.324	0.0314	0.165	0.047	0.005
VII	0.08	0.263	0.346	0.227	0.074	0.01
VII-VIII	0.045	0.169	0.287	0.286	0.168	0.045
VIII	0.01	0.075	0.227	0.346	0.262	0.08
VIII-IX	0.005	0.04	0.136	0.268	0.336	0.215
IX	0	0.005	0.044	0.191	0.409	0.351
IX-X	0	0.003	0.023	0.103	0.296	0.575
X	0	0	0.001	0.017	0.184	0.798

Para clase de vulnerabilidad B

Intensidad EMS	Grado de daño					
	0	1	2	3	4	5
V	0.670	0.279	0.047	0.004	0	0
V-VI	0.5555	0.3355	0.0935	0.0145	0.001	0
VI	0.441	0.392	0.14	0.025	0.002	0
VI-VII	0.325	0.388	0.211	0.064	0.011	0.001
VII	0.209	0.384	0.283	0.104	0.019	0.001
VII-VIII	0.145	0.323	0.314	0.165	0.047	0.006
VIII	0.08	0.263	0.346	0.227	0.074	0.01
VIII-IX	0.045	0.169	0.287	0.286	0.168	0.045
IX	0.01	0.075	0.227	0.346	0.262	0.08
IX-X	0.005	0.04	0.136	0.268	0.336	0.215
X	0	0.005	0.044	0.191	0.409	0.351

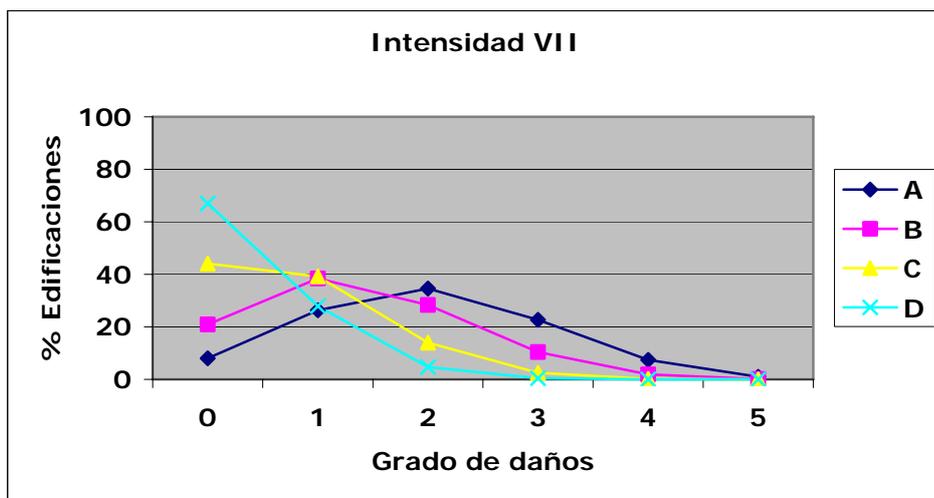
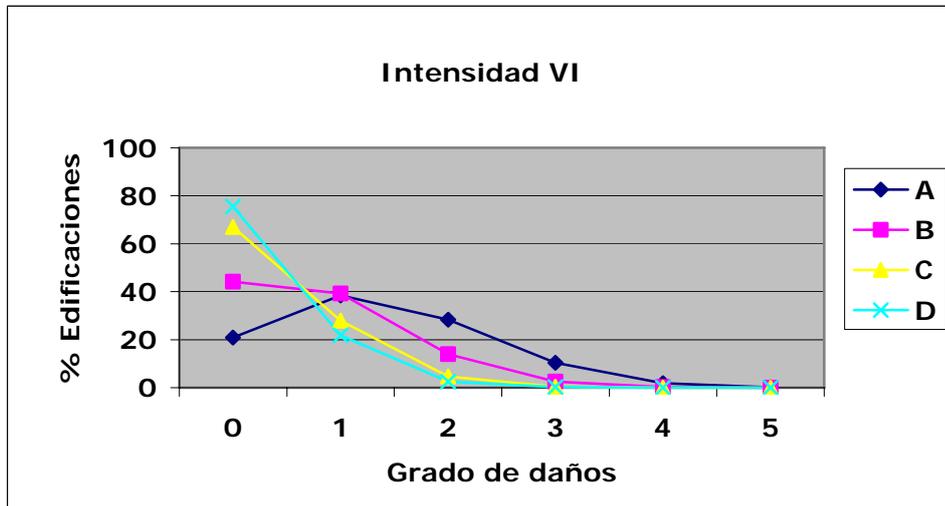
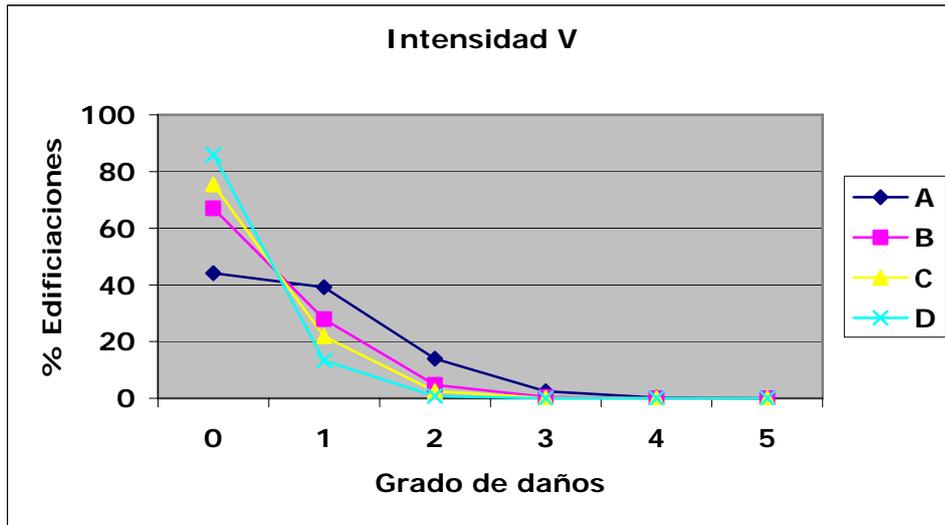
Para clase de vulnerabilidad C

Intensidad EMS	Grado de daño					
	0	1	2	3	4	5
V	0.755	0.218	0.025	0.001	0	0
V-VI	0.7125	0.02485	0.036	0.0025	0	0
VI	0.67	0.279	0.047	0.004	0	0
VI-VII	0.556	0.336	0.093	0.014	0.001	0
VII	0.441	0.392	0.14	0.025	0.002	0
VII-VIII	0.325	0.388	0.211	0.064	0.011	0.001
VIII	0.209	0.384	0.283	0.104	0.019	0.001
VIII-IX	0.144	0.324	0.314	0.165	0.047	0.006
IX	0.08	0.263	0.346	0.227	0.074	0.01
IX-X	0.045	0.169	0.287	0.286	0.168	0.045
X	0,01	0.075	0.227	0.346	0.262	0.08

Para clase de vulnerabilidad D

Intensidad EMS	Grado de daño					
	0	1	2	3	4	5
V	0.859	0.133	0.008	0	0	0
V-VI	0.807	0.1755	0.0165	0.001	0	0
VI	0.755	0.218	0.025	0.002	0	0
VI-VII	0.712	0.249	0.036	0.003	0	0
VII	0.67	0.279	0.047	0.004	0	0
VII-VIII	0.556	0.336	0.093	0.014	0.001	0
VIII	0.441	0.392	0.14	0.025	0.002	0
VIII-IX	0.325	0.388	0.211	0.064	0.011	0.001
IX	0.209	0.384	0.283	0.104	0.019	0.001
IX-X	0.144	0.324	0.314	0.165	0.047	0.006
X	0.08	0.263	0.346	0.227	0.074	0.01

A continuación se presentan gráficamente porcentaje de edificaciones afectadas con sus grados de daño, para los grados de intensidad V y VI y VII.



Aplicando el modelo Irpina obtenemos el grado de daño en cada uno de los municipios de la Comunidad Autónoma de Aragón, en base a su intensidad sísmica esperada y a la vulnerabilidad de sus edificaciones.

Las tablas completas con la totalidad de los municipios de la Comunidad Autónoma de Aragón se adjuntan en el Anejo IV del presente Plan.

2.8. ESTIMACIÓN DE DAÑOS EN LA POBLACIÓN

La posibilidad de sufrir víctimas humanas como consecuencia de un sismo está relacionado con la intensidad del movimiento y es proporcional al número y gravedad de los edificios afectados, en los cuales hay un número de personas que lo habitan u ocupan en ese momento.

Pero hay otras circunstancias que también influyen como el día, la hora, la época del año o la preparación de los ciudadanos y de los servicios de emergencia para hacer frente a dicha situación.

Con la distribución de los edificios según la vulnerabilidad, y una vez calculado el grado de daño que sufrirán las viviendas y los datos del censo de población del INE, se puede hacer una estimación del número de víctimas, y de su gravedad.

Para la selección del método de estimación de daños en la población analizamos las propuestas que nos ofrece SES 2002. De entre ellos nos centramos en los métodos mixtos que se basan en la utilización de porcentajes de muertos y heridos en estructuras según el tipo de daño sufrido (ligero, moderado, grave, destrucción y colapso), para lo cual hay que conocer previamente la matriz de vulnerabilidad de las estructuras. Es ésta la aproximación más realista, aunque tiene la limitación de que los daños poblacionales dependen no solo del daño de la estructura sino también del tipo de edificación (una casa de mampostería colapsada produce mayor mortandad que una de estructura metálica o de madera).

SES 2002 plantea escoger a su vez entre dos métodos, ambos del tipo mixto:

- Fórmulas simplificadas a partir de Tiedemann (1992), Gülkan (1992) y Coburn et al, (1992)
- Applied Technology Council

Basamos nuestro cálculo en las Fórmulas simplificadas a partir de Tiedemann (1992), Gülkan (1992) y Coburn et al, (1992)

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ \text{ de muertos} &= 0.30 \times G5 \times Om \\ \text{N}^\circ \text{ heridos} &= 6.0 \times \text{n}^\circ \text{ de muertos} \\ \text{N}^\circ \text{ de personas sin hogar} &= CI \times Om \end{aligned}$$

Donde:

G5: n° de viviendas colapsadas

Om: n° de ocupantes = n° de habitantes / n° de viviendas

CI: n° de casas inhabitables = 100% grado de daño 5 + 100 % grado de daño 4 + 50 % grado de daño 3.

De su aplicación obtenemos el número de personas afectadas, conforme a la siguiente clasificación:

1. Fallecidos en el momento del terremoto, para los que se habrá de habilitar medios de inhumación.
2. Heridos, que precisarán medios de transporte, atención y hospitalización.
3. Desalojados de sus viviendas, que precisarán albergue y mantenimiento.

Evidentemente, los conjuntos definidos por esta clasificación no son disjuntos, pero Protección Civil necesita una estimación del número esperado de personas en cada caso.

Esta metodología, sirve como orientación estadística obteniendo los datos necesarios para prever la respuesta y reducir, en lo posible, los efectos.

En este Plan se ha tenido en cuenta la época del año en el estudio específico de los Municipios afectados, ya que se ha considerado que la variación de población es tan significativa que llega a quintuplicarse en muchos de los municipios analizados, con lo que se debe tener prevista y dimensionar la capacidad de respuesta debido a una variación importante de personal posiblemente implicado.

Por tal razón, se han previsto dos posibilidades para cada uno de los municipios analizados, situación más desfavorable (por ejemplo; fiestas patronales o épocas estivales o de fuerte incremento de población) y el resto de las épocas.

Esta circunstancia interviene en el número de ocupantes por vivienda (O_m). En el caso más desfavorable, consideraremos todas las viviendas (según datos del Instituto Nacional de Estadística Censo 2001) ocupadas con una media de ocupación de 4 habitantes: ($O_m = 4$). En el resto de los casos plantearemos una media de ocupación por vivienda de 0,5 en cada una de las viviendas: ($O_m = 0,5$).

En el Anejo IV "Intensidad Sísmica Municipal Esperada para Periodo de 500 Años. Cálculos de vulnerabilidad. Grado de daño y afección a la población" se incluyen los datos obtenidos para al totalidad de municipios de Aragón, identificando:

V.I.: Viviendas Inhábiles

M: Muertos

H: Heridos

Sin H. Sin Hogar

T: Total

2.9. ESTIMACIÓN DE DAÑOS A EDIFICACIONES ESENCIALES: HOSPITALES Y PARQUES DE BOMBEROS

2.9.1. INTRODUCCIÓN

Se entiende como edificio esencial aquel cuyo mal funcionamiento en una crisis sísmica y en los momentos inmediatamente posteriores puede imposibilitar o dificultar las actuaciones necesarias para su minoración y la recuperación del funcionamiento normal de los servicios a la población.

A los efectos de establecer el margen de garantía de estos servicios se analiza la vulnerabilidad de la red hospitalaria y de los servicios de extinción de incendios.

Se ha realizado una estimación de los daños que pueden experimentar estas edificaciones, considerando las intensidades más desfavorables de las analizadas (IGN y método determinista) en los mapa de zonas sísmicas aportados en el Anejo IV. "Intensidad Sísmica Municipal esperada para Periodo de 500 Años".

2.9.2. METODOLOGÍA

Para la estimación de daños a edificaciones esenciales, se han clasificado los hospitales y parque de bomberos en diversas tipologías. Cada tipología tiene un comportamiento característico que se ha calculado utilizando las matrices de probabilidad de daños ya explicadas (modelo Irpina), y la distribución de los edificios en clases de vulnerabilidad.

A partir de la vulnerabilidad se obtiene el porcentaje de cada uno de los grados de daño (de daño 0, - no daño - a daño 5, - colapso total del edificio) que puede sufrir el edificio por diferentes intensidades. En función del grado de daño, se han agrupado los diferentes comportamientos que pueden tener los edificios. Se definen 4 clases de comportamientos que muy probablemente resultarían de la acción del terremoto considerado:

- ✓ **Comportamiento 1** significa que después del terremoto el edificio quedaría indemne y podría continuar con sus funciones. (menos del 10 % de probabilidad de sufrir un daño superior o igual a daño 2)
- ✓ **Comportamiento 2** significa que después del terremoto la instalación continua operativa, pero se recomienda una inspección de todas las instalaciones (entre un 0 y un 15 % de probabilidad de sufrir daños de grado superior o igual a 3 y entre un 10 y un 40 % de probabilidad de sufrir daño superior o igual a daños 2).
- ✓ **Comportamiento 3** significa que después del terremoto la instalación quedaría fuera de servicio, aunque el edificio siga siendo habitable. Es recomendable en este caso una inspección del edificio (entre un 15 y un 40 % de probabilidad de sufrir daños superiores o iguales a daño 3 y más de un 40 % de sufrir daños superiores o iguales a daño 2).

- ✓ **Comportamiento 4** significa que después del terremoto sería necesario evacuar el edificio graves (más de un 40 % de probabilidad de sufrir daños superiores o iguales a daño 4 y más del 50 % de probabilidad de sufrir daños superiores o iguales a daño 3).

Para evaluar la vulnerabilidad sísmica de los Hospitales y Parques de Bomberos de la Comunidad Autónoma de Aragón se ha seguido la misma metodología estadística que para las edificaciones de viviendas, con la diferencia de que se incluye como parámetro a considerar en las diferentes tipologías, la altura de los edificios, según la siguiente tabla:

	Antes 1950	1950-1975	1975-1995	Desde 1996
< 5 plantas	Tipo 1	Tipo 4	Tipo 7	Tipo 10
= 5 plantas	Tipo 2	Tipo 5	Tipo 8	Tipo 11
> 5 plantas	Tipo 3	Tipo 6	Tipo 9	Tipo 12

En total resultan 12 tipologías diferenciadas para la edad, y altura del edificio. A su vez el grado de daño resultante dependerá a su vez de la situación del Hospital y/o Parque de Bombero, en concreto de la peligrosidad sísmica prevista para el municipio donde se ubique.

De acuerdo con lo expuesto la vulnerabilidad de cada tipología se expresa por una combinación de clases de vulnerabilidad de la escala EMS-92.

La vulnerabilidad adoptada para cada tipología se presenta a continuación

- Tipología 1: 20 % A + 80 % B
- Tipología 2: 30 % A + 70 % B
- Tipología 3: 40 % A + 60 % B
- Tipología 4: 10 % A + 60 % B + 30 % C
- Tipología 5: 15 % A + 60 % B + 25 % C
- Tipología 6: 20 % A + 60% B + 20 % C
- Tipología 7: 20 % B + 65 % C + 15 % D
- Tipología 8: 20 % B + 70 % C + 10 % D
- Tipología 9: 15 % B + 75 % C + 10 % D
- Tipología 10: 10 % B + 75 % C + 15 % D
- Tipología 11: 20 % B + 70 % C + 10 % D
- Tipología 12: 30 % B + 65 % C + 5 % D

2.9.3. HOSPITALES

Se han analizado 27 hospitales de la Red de Hospitalización de Utilización Pública entre ellos se encuentran los hospitales más importantes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Incluimos a continuación listado de los mismos así como su ubicación, el número de plantas y año de construcción, datos que necesitaremos para saber la tipología a la que pertenecen.

Hospital	Localización	Número de plantas	Año de construcción	Tipología
Hospital Barbastro	Barbastro	5	1984	8
Centro Sociosanitario de Fraga	Fraga	3	1980	7
Hospital General San Jorge	Huesca	7	1967	6
Hospital Sagrado Corazón de Jesús	Huesca	5	1940	2
Clínica Santiago	Huesca	4	1971	4
Centro De Rehabilitación Psicosocial Santo Cristo de Los Milagros	Huesca	2	2005	10
Consortio Hospitalario de Jaca	Jaca	3	1969	4
Hospital de Alcañiz	Alcañiz	3	1972	4
Hospital General de Teruel "Obispo Polanco"	Teruel	4	1969	4
Centro De Rehabilitación Psicosocial San Juan de Dios	Teruel	3	1940	1
Hospital San Jose	Teruel	3	1999	10
Hospital de Calatayud	Calatayud	5	1980	8
Centro Asistencial Psiquiátrico De Sádaba	Sádaba	3	1957	4
Hospital Clínico Universitario "Lozano Blesa"	Zaragoza	4	2000	10
Hospital Miguel Servet	Zaragoza	13	1955	6
Hospital Royo Villanova	Zaragoza	5	1956	5
Hospital Geriátrico San Jorge	Zaragoza	2	1957	4
Centro De Rehabilitación Sicosocial Nuestra Señora Del Pilar	Zaragoza	4	1947	1
Clínica Medico Quirúrgica Montpellier	Zaragoza	4	1970	4
Unidad Rehabilitadora De Media Estancia Profesor Rey Ardid	Zaragoza	3	1993	7
Centro Neuropsiquiátrico Nuestra Señora Del Carmen	Zaragoza	3	1975	7
Hospital San Juan De Dios	Zaragoza	4	1953	4
Hospital Maz	Zaragoza	6	1975	9
Clínica Nuestra Señora Del Pilar	Zaragoza	5	1940	2
Clínica Quirón Zaragoza, S.A.	Zaragoza	5	1972	5
Hospital General De La Defensa de Zaragoza	Zaragoza	4	1957	4
Hospital Nuestra Señora de Gracia	Zaragoza	3	1808	1

Fuente: Elaboración propia, según datos aportados por cada hospital

Calculamos primero la vulnerabilidad de cada hospital en función de su tipología (según lo establecido en el punto 2.9.2.), y a partir de ahí el grado de daño. En nuestro caso, todos los hospitales excepto el de Jaca están situados en ubicaciones con peligrosidad sísmica inferior a VI.

HOSPITAL	MUNICIPIO Int. tipo		VULNERABILIDAD			
			A	B	C	D
Centro De Rehabilitación Psicosocial San Juan de Dios	Teruel	V 1	20	80	0	0
Centro De Rehabilitación Sicosocial Nuestra Señora el Pilar	Zaragoza	V 1	20	80	0	0
Hospital Nuestra Señora de Gracia	Zaragoza	V 1	20	80	0	0
Hospital Sagrado Corazon de Jesús	Huesca	V 2	30	70	0	0
Clínico Nuestra Señora del Pilar	Zaragoza	V 2	30	70	0	0
Hospital Clínico Universitario "Lozano Blesa"	Zaragoza	V 4	10	60	30	0
Clínica Santiago	Huesca	V 4	10	60	30	0
Consortio Hospitalario de Jaca	Jaca	VII 4	10	60	30	0
Hospital de Alcañiz	Alcañiz	V 4	10	60	30	0
Hospital General de Teruel "Obispo Polanco"	Teruel	V 4	10	60	30	0
Centro Asistencial Psiquiatrico de Sabada	Sadaba	V 4	10	60	30	0
Hospital Geriátrico San Jorge	Zaragoza	V 4	10	60	30	0
Clínica Médico Quirúrgica Montpellier	Zaragoza	V 4	10	60	30	0
Hospital San Juan de Dios	Zaragoza	V 4	10	60	30	0
Hospital General de La Defensa De Zaragoza	Zaragoza	V 4	10	60	30	0
Hospital Royo Villanova	Zaragoza	V 5	15	60	25	0
Clínica Quirón	Zaragoza	V 5	15	60	25	0
Hospital General San Jorge	Huesca	V 6	20	60	20	0
Hospital Miguel Servet	Zaragoza	V 6	20	60	20	0
Centro Sociosanitario de Fraga	Fraga	V 7	0	20	65	15
Unidad Rehabilitadora de Media Estancia Profesor Rey Ardid	Zaragoza	V 7	0	20	65	15
Centro Neurosiquiátrico Nuestra Señora del Carmen	Zaragoza	V 7	0	20	65	15
Hospital Barbastro	Barbastro	V 8	0	20	70	10
Hospital de Calatayud	Calatayud	V 8	0	20	70	10
Hospital Maz	Zaragoza	V 9	10	15	75	10
Centro de Rehabilitación Sicosocial Santo Cristo de Los Milagros	Huesca	V 10	0	10	75	15
Hospital San José	Teruel	V 10	0	10	75	15

Con la vulnerabilidad y la intensidad asociada a su localización, podemos conocer el grado de daño y con ello el comportamiento previsto para cada uno de los hospitales, según se deduce de la siguiente tabla:

HOSPITAL	MUNICIPIO	GRADO DE DAÑO						COMPORTAMIENTO			
		D0	D1	D2	D3	D4	D5	C1	C2	C3	C4
Centro De Rehabilitación Psicosocial San Juan de Dios	Teruel	62	30	7	1	0	0				
Centro de Rehabilitación Sicosocial Nuestra Señora Del Pilar	Zaragoza	62	30	7	1	0	0				
Hospital Nuestra Señora de Gracia	Zaragoza	62	30	7	1	0	0				
Hospital Sagrado Corazon de Jesus	Huesca	60	31	7	1	0	0				
Clínica Nuestra Señora del Pilar	Zaragoza	60	31	7	1	0	0				
Hospital Clínico Universitario "Lozano Blesa"	Zaragoza	67	27	5	1	0	0				
Clínica Santiago	Huesca	67	27	5	1	0	0				
Consorcio Hospitalario de Jaca	Jaca	27	37	25	9	2	0				
Hospital de Alcañiz	Alcañiz	67	27	5	1	0	0				
Hospital General de Teruel "Obispo Polanco"	Teruel	67	27	5	1	0	0				
Centro Asistencial Psiquiátrico de Sádaba	Sádaba	67	27	5	1	0	0				
Hospital Geriátrico San Jorge	Zaragoza	67	27	5	1	0	0				
Clínica Medico Quirúrgica Montpellier	Zaragoza	67	27	5	1	0	0				
Hospital San Juan de Dios	Zaragoza	67	27	5	1	0	0				
Hospital General de La Defensa de Zaragoza	Zaragoza	67	27	5	1	0	0				
Hospital Royo Villanova	Zaragoza	66	28	6	1	0	0				
Clínica Quirón	Zaragoza	66	28	6	1	0	0				
Hospital General San Jorge	Huesca	64	29	6	1	0	0				
Hospital Miguel Servet	Zaragoza	64	29	6	1	0	0				
Centro Sociosanitario de Fraga	Fraga	75	22	3	0	0	0				
Unidad Rehabilitadora de Media Estancia Profesor Rey Ardid	Zaragoza	75	22	3	0	0	0				
Centro Neuropsiquiátrico Nuestra Señora del Carmen	Zaragoza	75	22	3	0	0	0				
Hospital Barbastro	Barbastro	75	22	3	0	0	0				
Hospital de Calatayud	Calatayud	75	22	3	0	0	0				
Hospital MAZ	Zaragoza	80	26	4	0	0	0				
Centro de Rehabilitación Psicosocial Santo Cristo de Los Milagros	Huesca	76	21	2	0	0	0				
Hospital San José	Teruel	76	21	2	0	0	0				

La conclusión es que todos los hospitales de la Comunidad Autónoma de Aragón, excepto el de Jaca, tendrían un comportamiento de nivel 1, es decir, después del terremoto el edificio quedaría indemne, y podría continuar con sus funciones. (menos del 10 % de probabilidad de sufrir un daño superior o igual a daño 2)

El Hospital de Jaca, que según el método determinista (el más desfavorable) tiene una peligrosidad sísmica de VII, tendría un comportamiento de nivel 2, o lo que es lo mismo, después del terremoto la instalación continuaría operativa, pero se recomendaría una inspección de todas sus instalaciones.

2.9.4. PARQUES DE BOMBEROS

Se han analizado 34 servicios de extinción de incendios de la Comunidad Autónoma de Aragón. Incluimos a continuación listado de los mismos así como su ubicación, el número de plantas y año de construcción, datos que necesitaremos para saber la tipología a la que pertenecen.

Parque de Bomberos	Localización	Número de plantas	Año de construcción	Tipo
Parque de bomberos municipal	Huesca	2	2001	10
Comarca del Bajo Cinca-Baix Cinca. Parque 1	Fraga	2	2004	10
Comarca del Bajo Cinca-Baix Cinca. Parque 2	Fraga	2	1972	4
Comarca de la Ribagorza	Benasque	2	2003	10
Parque de Bomberos de Sariñena	Sariñena	2	2000	10
Parque de Bomberos	Almudevar	1	2003	10
Parque de Bomberos	Barbastro	1	2001	10
Parque de Bomberos	Monzón	1	1999	10
Parque de Bomberos	Graus	2	2003	10
Parque de Bomberos	Castejon De Sos	1	2002	10
Parque de Bomberos	Sabiñanigo	2	2000	10
Parque de Bomberos	Jaca	1	2000	10
Parque de Bomberos	Canfranc Estación Jacetania	1	1995	7
Parque de Bomberos	Binefar	2	1980	7
Parque de Bomberos	Biescas	1	2001	10
Parque de Bomberos	Sallent	2	1991	7
Parque de Bomberos	Hecho - Ansó	1	1995	7
Parque de Bomberos	Bailó	1	1996	10
Parque de Bomberos	Ayerbe	1	2001	10
Cochera	Tamarite	1	1972	4
Parque de Bomberos	Benabarre	1	2003	10
Parque de Bomberos	Boltaña	2	1994	7
Parque de bomberos	Teruel	2	2001	10
Parque de bomberos	Calamocha	1	2001	10
Parque de Bomberos	Alcañiz	2	2003	10
Parque de Bomberos	Andorra	2	1978	7

Parque de Bomberos	Albalate Del Arzobispo	1	2000	10
Parque de Bomberos	Albarracin	1 cochera	1960	7
Parque de Bomberos	La Almunia	2	2000	10
Parque de Bomberos	Calatayud	2	1999	10
Parque de Bomberos	Ejea De Los Caballeros	2	2000	10
Bomberos	Tauste	1	1996	10
Parque de bomberos no 1	Zaragoza	2	1983	7
Parque de Bomberos no 4	Zaragoza	1	1991	7
Parque de bomberos no 3	Zaragoza	2	1998	10
Parque de bomberos no 2	Zaragoza	2	1907	2
Parque de Bomberos	Cariñena	2	1999	10
Parque de Bomberos	Caspe	2	1988	10
Parque de Bomberos	Tarazona	1	2000	10
Parque de Bomberos	Almunia	1	1999	10
Parque de Bomberos	Tauste	2	2001	10
Parque de Bomberos	Zuera	2	1999	10
Parque de Bomberos	Figueruelas	2	1982	7

Fuente: Elaboración propia, según datos aportados por cada Parque de Bomberos

Calculamos primero la vulnerabilidad de cada Parque de bomberos en función de su tipología, y a partir de ahí el grado de daño. Comprobamos que los Parques de Bomberos de Benasque, Castejón de Sos, Sabiñánigo, Jaca, Canfranc, Biescas, Sallent, Ansó y Bailó están situados en ubicaciones con peligrosidad sísmica entre VII – VIII. Por su parte, el resto de los parques se encuentran en municipios con peligrosidad sísmica < VI.

Parque de Bomberos	Municipio	I Tipo	VULNERABILIDAD			
			A	B	C	D
Parque de Bomberos	Huesca	V 10	0	10	75	15
Comarca del Bajo Cinca-Baix Cinca	Fraga	V 10	0	10	75	15
Comarca del Bajo Cinca-Baix Cinca	Fraga	V 10	0	10	75	15
Comarca de la Ribagorza	Benasque	VII 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos de Sariñena	Sariñena	V 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos	Almudevar	V 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos	Barbastro	V 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos	Monzón	V 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos	Graus	V 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos	Castejon de Sos	VII 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos	Sabiñanigo	VII 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos	Jaca	VII 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos	Canfranc estación	VII 7	0	20	65	15
Parque de Bomberos	Binefar	V 10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Alcañiz	V 10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Calamocha	V 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos	Teruel	V 7	0	20	65	15
Parque de Bomberos	Hijar	V 10	0	10	75	15
Parque de Bomberos	Albarracin	V 7	0	20	65	15
Parque De Bomberos	La Almunia	V 10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Calatayud	V 10	0	10	75	15

Parque De Bomberos	Ejea De Los Caballeros	V	10	0	10	75	15
Bomberos	Tauste	V	10	0	10	75	15
Parque De Bomberos No 4	Zaragoza	V	7	0	20	65	15
Parque De Bomberos No 1	Zaragoza	V	7	0	20	65	15
Parque De Bomberos No 3	Zaragoza	V	10	0	20	65	15
Parque De Bomberos No 2	Zaragoza	V	1	20	80	0	0
Parque De Bomberos	Cariñena	V	10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Caspe	V	10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Tarazona	V	10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Almunia	V	10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Tauste	V	10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Zuera	V	10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Figueruelas	V	10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Caspe	V	10	0	10	75	15
Parque De Bomberos	Tarazona	V	10	0	10	75	15

Con la vulnerabilidad y la intensidad asociada a su ubicación, podemos conocer el grado de daño y con ello el comportamiento previsto para cada uno de los Parques de Bomberos, según se deduce de la siguiente tabla:

Parque de Bomberos	MUNICIPIO	GRADO DE DAÑO						COMPORTAMIENTO			
		D0	D1	D2	D3	D4	D5	C1	C2	C3	C4
Parque de Bomberos	Huesca	76	21	2	0	0	0				
Comarca del Bajo Cinca-Baix Cinca	Fraga	76	21	2	0	0	0				
Comarca del Bajo Cinca-Baix Cinca	Fraga										
Comarca de la Ribagorza	Benasque	45	37	14	3	0	0				
Parque de Bomberos de Sariñena	Sariñena	76	21	2	0	0	0				
Parque de Bomberos	Almudevar	76	21	2	0	0	0				
Parque de Bomberos	Barbastro	76	21	2	0	0	0				
Parque de Bomberos	Monzón	76	21	2	0	0	0				
Parque de Bomberos	Graus	76	21	2	0	0	0				
Parque de Bomberos	Castejon de Sos	45	37	14	3	0	0				
Parque de Bomberos	Sabiñanigo	45	37	14	3	0	0				
Parque de Bomberos	Jaca	45	37	14	3	0	0				
Parque de Bomberos	Canfranc estación	43	37	15	4	1	0				
Parque de Bomberos	Binefar	76	21	2	0	0	0				
Parque de Bomberos	Biescas	76	21	2	0	0	0				
Parque de Bomberos	Sallent	75	22	3	0	0	0				
Parque de Bomberos	Hecho - Ansó	75	22	3	0	0	0				
Parque de Bomberos	Bailó	76	21	2	0	0	0				
Parque de Bomberos	Ayerbe	76	21	2	0	0	0				
Parque de Bomberos	Tamarite	67	27	5	1	0	0				

Parque de Bomberos	Benabarre	76	21	2	0	0	0	
Parque de Bomberos	Boltaña	75	22	3	0	0	0	
Parque De Bomberos	Teruel	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Calamocha	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Alcañiz	76	21	2	0	0	0	
Parque de Bomberos	Andorra	75	22	3	0	0	0	
Parque de Bomberos	Albalate	76	21	2	0	0	0	
Parque de Bomberos	Albarracin	75	22	3	0	0	0	
Parque De Bomberos	La Almunia	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Calatayud	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Ejea De Los Caballeros	76	21	2	0	0	0	
Bomberos	Tauste	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos No 4	Zaragoza	75	22	3	0	0	0	
Parque De Bomberos No 1	Zaragoza	75	22	3	0	0	0	
Parque De Bomberos No 3	Zaragoza	75	22	3	0	0	0	
Parque De Bomberos No 2	Zaragoza	62	30	7	1	0	0	
Parque De Bomberos	Cariñena	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Caspe	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Tarazona	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Almunia	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Tauste	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Zuera	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Figueruelas	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Caspe (Zaragoza)	76	21	2	0	0	0	
Parque De Bomberos	Tarazona (Zaragoza)	76	21	2	0	0	0	

Podemos comprobar que, con carácter general, todos los Parques de Bomberos de la Comunidad Autónoma de Aragón, excepto aquellos que están ubicados en municipios con intensidad esperada VII, tendrían un **comportamiento de nivel 1**, es decir, después del terremoto el edificio quedaría indemne, y podría continuar con sus funciones. (menos del 10 % de probabilidad de sufrir un daño superior o igual a daño 2). Excepción a esta circunstancia son los parque de Tamarite y el parque de bomberos nº 2 de Zaragoza, para los que se espera un comportamiento de nivel 2 debido a la antigüedad de sus instalaciones, lo que aumenta su vulnerabilidad

Los Parques de Bomberos de Benasque, Castejón de Sos, Sabiñánigo, Jaca, que según el método determinista (el más desfavorable) tiene una peligrosidad sísmica VII, tendría un **comportamiento de nivel 2**, o lo que es lo mismo,

después del terremoto la instalación continuaría operativa, pero se recomendaría una inspección de todas las instalaciones.

2.10 ESTIMACIÓN DE DAÑOS EN LÍNEAS VITALES

Las líneas vitales están constituidas por aquellas infraestructuras que son imprescindibles para el normal desarrollo de la actividad humana y, en general, comprenden líneas que posibilitan la movilidad de mercancías y personas (transporte), grandes líneas de suministro de energía y elementos de saneamiento básico, como por ejemplo, agua, electricidad, gas y combustibles líquidos y, finalmente las que facilitan la comunicación.

En general, las líneas vitales tienen un buen comportamiento sísmico para los niveles de intensidad esperados en la Comunidad Autónoma de Aragón para un periodo de retorno de 500 años.

Las escalas clásicas de intensidad recogen la experiencia de un gran número de terremotos y, por ejemplo, la escala MSK (Anejo II), solo indica daños a las líneas vitales a partir del grado VIII: "En ocasiones se produce la ruptura de algunas juntas de canalizaciones" y los daños graves no se producen hasta el grado X. En referencia a las líneas vitales, la descripción del grado IX dice: "Daños considerables en depósitos de líquidos, se rompen parcialmente las canalizaciones subterráneas. En algunos casos las vías del ferrocarril se doblan y las carreteras queden fuera de servicio." Y el de intensidad X dice: "Daños peligrosos en presas, daños serios en puentes, los raíles de las vías del tren se desvían y, a veces, se ondulan. Las conducciones subterráneas se tuercen o rompen. El pavimento de las calles y el asfalto forman grandes ondulaciones".

Por lo tanto, daños importantes en las líneas vitales se encuentran a partir de intensidad IX y graves a partir de intensidad X. Estudios más detallados aplicando metodologías más modernas y sofisticadas coinciden en esta gradación de los daños causados por crisis sísmicas. Por lo tanto es poco probable que se produzcan daños en zonas con intensidad esperada VI o VII. Se pueden producir algunos daños leves en las zonas de intensidad VII-VIII y es probable que se causen daños moderados en zonas con intensidad VIII.

Aún así, teniendo en cuenta la importancia creciente de las estructuras e infraestructuras vitales en una sociedad moderna, se ha considerado oportuno avanzar en el estudio del comportamiento sísmico de las infraestructuras y líneas vitales de la Comunidad Autónoma de Aragón.

2.10.1. METODOLOGÍA

Para estimar los daños en las líneas vitales se ha seguido la metodología propuesta por el "Consejo de Tecnología Aplicada" (ATC) de California y en concreto los métodos ATC-13 y ATC-25 desarrollados bajo el patrocinio de la Federal Emergency Management Agency (FEMA). Estos métodos tienen una

amplia difusión y aceptación internacional. Además, son de fácil aplicación una vez se dispone de los datos sobre los elementos en los que los queremos aplicar; este aspecto es muy importante debido a la gran cantidad de elementos que se deben analizar en todo Aragón.

El Consejo de Tecnología Aplicada elaboró 2 instrucciones o informes, referenciados como ATC-13 y ATC-25. El primero, "Earthquake Damage evaluation data for California" forma parte de un proyecto para evaluar los daños sísmicos causados por terremotos en California. El informe incluye hasta 78 matrices de probabilidad de daño correspondientes a diferentes tipos de instalaciones y servicios. El segundo, "Seismic Vulnerability and impact of disruption of lifelines in the conterminous United States" analiza el daño y el impacto de la interrupción de las líneas vitales por causa de los terremotos. En este segundo informe se actualizan y generalizan las matrices y funciones que permiten estimar el daño en las estructuras e infraestructuras vitales.

Se ha considerado adecuado aplicar esta metodología porque dispone de herramientas que permiten evaluar de forma rápida y eficiente el daño esperado de prácticamente la totalidad de infraestructuras esenciales y, a pesar que las funciones fueron desarrolladas en su aplicación en California, la extensión de la ATC-25, prevé su aplicación en otras áreas. Por otro lado, la tecnología y costumbres de construcción nuestras son típicas del mundo occidental y, en general, no difieren significativamente de los empleados en los Estados Unidos. Estudios posteriores más detallados pueden incorporar características específicas que puedan diferir de las hipótesis generales, e introducir, en los casos que se considere oportuno, correcciones aconsejadas en la ATC-25.

Esta metodología constituye una buena primera aproximación a los efectos de detectar puntos con más probabilidad de ser afectados por un sismo de determinadas características. No pretende llegar a una gran precisión en los resultados (en ningún caso puede detectar puntos concretos de una red con más probabilidad de daño).

Este método se fundamenta en la aplicación de una combinación de funciones de vulnerabilidad. En total hay catalogados una serie de elementos básicos que la ATC llama "Facility Class" (FC) Cada elemento básico dispone de una función de vulnerabilidad que relaciona la intensidad del terremoto con el porcentaje de daño que sufrirá el elemento básico.

Cada línea vital se considera formada por estos elementos básicos. A partir de la determinación del daño de cada uno de los elementos básicos que componen la línea vital se puede evaluar el daño de esta línea. Hay 91 elementos básicos (tipos de paredes, de puentes, de carreteras, de líneas eléctricas, equipamiento mecánico, equipamiento eléctrico, etc.) También están especificadas hasta 35 Funciones Sociales cubiertas por estos elementos denominados "Social Function Class" (SC), de los cuales se puede estimar el tiempo de restablecimiento del servicio.

Las funciones de vulnerabilidad han estado obtenidas a partir del tratamiento estadístico de las respuestas de expertos (mínimo 4 y máximo 9) a cuestionarios para estimar el daño en las líneas vitales. El resultado final ha quedado recogido en el informe ATC-13.

Por otro lado, cada línea vital se compone de diversos elementos, en unas proporciones que la ATC-25 establece como razonables. Así, por ejemplo, una central de bombeo de gas consta de:

- 30 % de edificación genérica
- 20 % de equipamiento eléctrico
- 50 % de equipamiento mecánico

Para evaluar el daño de cada categoría de línea vital se procede a evaluar cada uno de los elementos que la integren.

A modo de síntesis, incluimos las principales matrices aplicables a los casos analizados o en vías de análisis en función de la información disponible.

	Intensidad						
	Grado de daño en %						
Infraestructura	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Carreteras y pavimentos (FC 49)	0,0	0,3	3,6	9,3	15,7	15,8	55,3
Autopistas y pavimentos (FC 48)	0,0	0,6	2,5	4,6	9,6	16,8	29,6
Vías de trenes (FC 47)	0,0	0,9	3,0	7,8	12,5	19,1	39,1
Túneles en suelos (FC 38)	0,0	0,2	0,6	1,9	5,5	12,0	23,8
Túneles en roca (FC 39)	0,0	0,2	0,5	1,8	4,9	9,0	16,4
Túneles cut&cover (FC 40)	0,0	0,3	1,0	2,8	9,2	17,6	29,2

	Intensidad						
	Grado de daño en %						
Infraestructura	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Puentes articulados, o de luces simples, vigas (FC 24)	0,4	2,0	8,6	26,4	48,4	61,6	98,9
Puentes continuos, losas o monobloque (FC 25)	0,1	0,5	3,3	9,9	41,2	63,8	89,4
Puentes importantes (FC 30)	0,0	0,1	0,2	1,5	10,2	28,5	61,9

Tabla: Infraestructura de transporte

	Intensidad						
	Grado de daño en %						
Infraestructura	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Canales (FC 61)	0,5	1,1	2,3	3,8	9,7	19,0	35
Tuberías subterráneas (FC 31)*	0,0	0,0	0,4	0,7	2,9	7,9	19
Tuberías de superficie (FC 32).	0,0	0,0	0,5	1,1	2,3	5,1	14
Depósitos subterráneos (FC 41)	0,1	0,1	0,6	2,5	6,2	15	28
Depósitos de superficie (FC 43)	0,1	0,5	1,7	4,6	16	28	37
Depósitos elevados (FC45)	0,3	1,4	4,7	10,4	23,8	38,8	58,6
Presas de hormigón (FC 35)	0,0	0,1	1,2	3,4	6,3	17	30
Presas de Tierra y Piedra (FC 36)	0,2	0,6	2,3	5,8	9,2	22,6	39,6

Tabla. Abastecimiento y depósitos (Agua, Gasoductos y Oleoductos). * Los valores se dan en roturas por km (BPK). Se puede suponer que un BPK equivale al 5 % de daño de una tubería.

	Intensidad						
	Grado de daño en %						
Infraestructura	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Torres de alta tensión (FC 56)	0,1	0,7	1,1	3,1	8	17	34
Torres normales (FC 55)	0,1	0,6	1,1	3,8	9,1	19	34
Tuberías subterráneas (FC 31)*	0,0	0,0	0,4	0,7	2,9	7,9	19

Tabla. Abastecimiento eléctrico. * Los valores se dan en roturas por km (BPK). Se puede suponer que un BPK equivale al 5 % de daño de una tubería.

Los cables aéreos tienen un buen comportamiento. Nunca peor que las tuberías de superficie.

	Intensidad						
	Grado de daño en %						
Infraestructura	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Torres de comunicaciones (FC 57)	0,5	1,0	2,4	4,9	11	26	49

Tabla: Comunicaciones

Las líneas telefónicas se pueden asimilar a tuberías subterráneas y a conducciones de superficie.

Las conducciones de aguas residuales se pueden asimilar a túneles (FC 38, FC 39 y FC 40) y tuberías subterráneas (FC 31).

	Intensidad						
	Grado de daño en %						
Infraestructura	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Chimeneas metálicas (FC 52)	0,1	0,8	2,7	6,3	16,4	30	45,2

Tabla: Riesgos mayores

Se pueden considerar compuestos de depósitos subterráneos (FC 41), depósitos de superficie (FC 43) y depósitos elevados (FC 45) y pueden contener chimeneas metálicas.

	Intensidad						
	Grado de daño en %						
Infraestructura	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Equipamiento eléctrico (FC 66)	2,1	3,7	8,7	19	32	43	59
Equipamiento mecánico (FC 68)	0,5	2,5	6,1	13	22	33	49
Equipamiento de alta tecnología (FC 70)	1,4	4,7	13	24	41	59	75

Tabla: Otros equipamientos

Para tener una idea cualitativa de los daños, la ATC-13 describen **7 niveles que van desde sin daño hasta la destrucción**. La siguiente tabla muestra las correspondencias con los porcentajes y la descripción de los grados de daño:

Grado de Daño	Porcentaje	Descripción
Sin Daños	0	No hay daños
Insignificantes	0-1 (0.5)	Daños localizados. No requiere reparación para mantener la operatividad
Leves	1-10 (5)	Daños significativos localizados en algunos elementos que normalmente no necesitan reparación para mantener la operatividad
Moderados	10-30 (20)	Daños significativos localizados en bastantes elementos y que se han de reparar
Fuertes	30-60 (45)	Daños generales. Se ha de efectuar reparaciones importantes
Graves	60-99 (80)	Daños graves que pueden interrumpir la operatividad o la función del elemento. Se ha de reparar, sustituir o derribar
Destrucción	100	Destrucción del elemento e inutilidad total de la línea o elemento

El ATC 25 sugiere modificaciones (penalizaciones) a las curvas desarrolladas por el ATC-13 para California cuando se desean aplicar a otras regiones de Estados Unidos. Los criterios para penalizar se basan en los hábitos sísmicos de la región a estudiar. Las penalizaciones en algunos casos llegan a ser de tres grados de intensidad.

Las infraestructuras más sensibles son:

- los puentes (articulados y continuos) que pueden presentar daños graves en zonas de intensidad VIII, fuertes en zonas de intensidad VII y moderados en zonas de intensidad VI
- los depósitos de superficie y los elevados así como las grúas y estructuras portuarias que pueden sufrir daños moderados en zonas de intensidad VIII.
- Finalmente los edificios y equipamiento que componen las instalaciones y servicios relacionadas con el funcionamiento de las líneas vitales, pueden sufrir daños moderados en zonas de intensidad VII y VIII.

Una asignación adecuada de las penalizaciones a aplicar en la Comunidad Autónoma de Aragón necesita una mayor información sobre las infraestructuras y el juicio experto de profesionales de la construcción reparación y mantenimiento de este tipo de instalaciones.

Los mayores daños esperados se producen en los equipamientos mecánicos y eléctricos y sobre todo en los de alta tecnología, que forman parte de las redes de transmisión y de transporte de electricidad, gas y agua, de las grandes redes de transporte como por ejemplo ferrocarriles y las que forman parte de los sistemas de comunicación (telefonía, radio, televisión entre otras). Es por lo tanto en las estaciones de bombeo, en las estaciones y subestaciones

transformadoras y en los centros de comunicaciones u otros centros dotados con equipos de alta tecnología donde se puede esperar que surjan incidencias en caso de terremotos de intensidad VII y VIII.

La experiencia de terremotos sucedidos en otros lugares, está de acuerdo con el escenario de daño diseñado para las líneas vitales de Aragón para estos niveles de peligrosidad, probable para un periodo de retorno de 500 años.

Con todo, en planes de aplicación más reducida (Comarcal o Municipal), se deberá considerar con más detalle las aplicaciones de las penalizaciones sugeridas por la ATC-25. Particularmente sensibles son los puentes, los depósitos y los edificios que forman parte de las infraestructuras vitales.

En el Anejo VII Catálogo y Cartografía de construcciones en Riesgo Sísmico que acompaña a este Plan, se caracterizan y representan en bases de datos las líneas vitales consideradas. En concreto:

- Presas y azudes de interés alto
- Redes de gas y electricidad
- Aeródromos y helipuertos autorizados
- Vías de Comunicación. Carreteras
- Líneas de Ferrocarril (convencional y líneas de alta velocidad)
- Centrales hidroeléctricas
- Repetidores de telecomunicaciones
- Centrales Térmicas
- Depuradoras

En dicho Anejo se incluyen además Hospitales, Parques de Bomberos e Industrias Químicas afectadas por la normativa SEVESO (Ver Punto 2.10.8. del presente Plan Especial)

A continuación se incluye, de forma particularizada para las diferentes líneas vitales, metodologías específicas de evaluación de daño, con objeto de que pueda servir de directriz metodológica de cara a impulsar estudios de mayor detalle a incluir en los planes locales.

Hay que dejar constancia de que los resultados obtenidos a partir de esta sistemática son de una estimación estadística general, y que serán necesarias metodologías más detalladas para estudiar casos concretos que así lo requieran debido a su vulnerabilidad e importancia. Éstos podrán desarrollarse posteriormente en los Planes de Actuación Municipal o Comarcal, pues la escala de trabajo aumenta considerablemente.

2.10.2 EMBALSES Y PANTANOS

En general, los pantanos para el sistema de agua comprenden presas de tierra, de roca (escollera), o de hormigón con compuertas, vertedero, conductos, túneles y estructuras de entrada.

Las presas de tierra incluyen un núcleo impermeable, generalmente de arcilla, zonas de transición, de desagüe y filtros adyacentes de arena.

Las presas de roca generalmente tienen un revestimiento para prevenir la penetración del agua, y el resto de los elementos análogos a los anteriores.

Las presas de hormigón pueden ser de distintos tipos, como de gravedad, de contrafuertes, de arco, bóveda y otros.

Algunas carreteras generalmente se colocan en la coronación de la presa.

La mayoría de las presas de tierra compactadas mecánicamente se han comportado bien ante los terremotos. Además, las presas de tierra que se construyeron predominantemente con suelos arcillosos han tenido un buen comportamiento. Las presas construidas de rellenos hidráulicos utilizando materiales no cohesivos de grano fino, las presas construidas de depósitos naturales no cohesivos que no son densos en los terraplenes y las presas con terraplenes con una inclinación inusual se han comportado mal ante los terremotos.

Los terraplenes de las presas responden al fallo del suelo, en forma de grietas (generalmente en la cresta o cerca de la cresta y de los estribos), prolongándose o asentándose por la falla de la estabilidad de las pendientes o de la separación zonal.

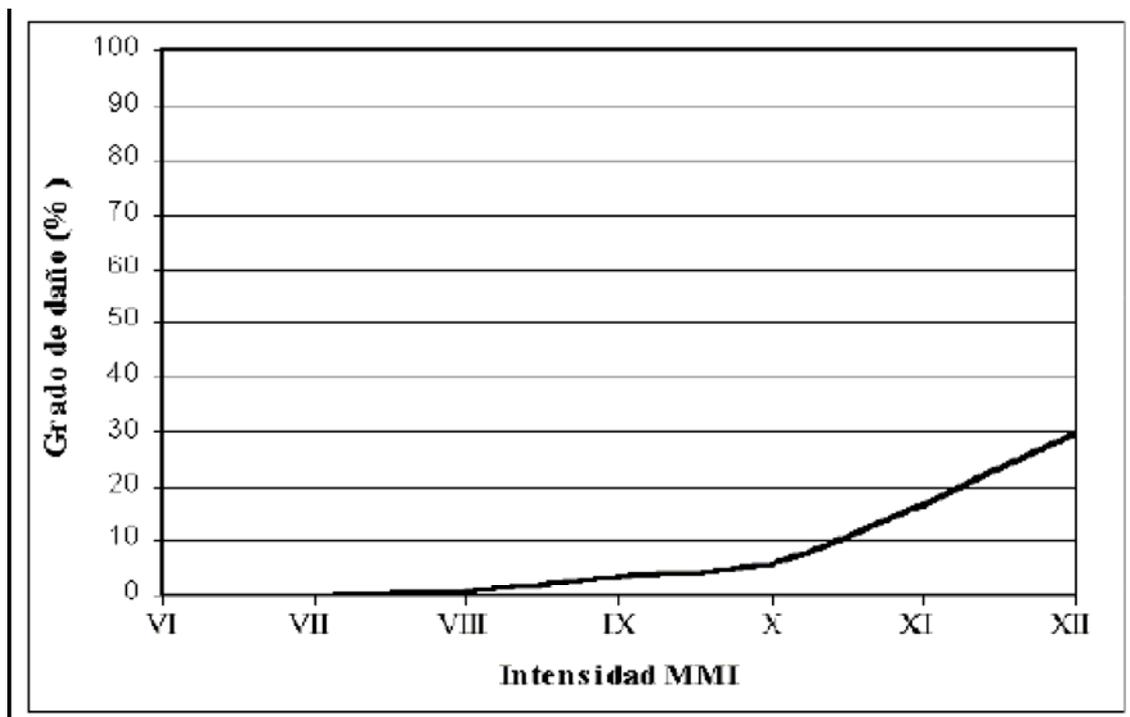
La licuefacción puede ocurrir en las zonas saturadas de los suelos no cohesivos sueltos o marginalmente compactadas, tales como los rellenos hidráulicos.

Pueden dañarse las cimentaciones de arena o roca por la ruptura de una falla, perdiéndose la continuidad o integridad de los elementos de diseño interno (desagües, zonas impermeables, etc.) y las de distribución de agua (conductos y túneles). Si existen grietas en los terraplenes o cimentaciones las tuberías pueden sufrir el mayor daño.

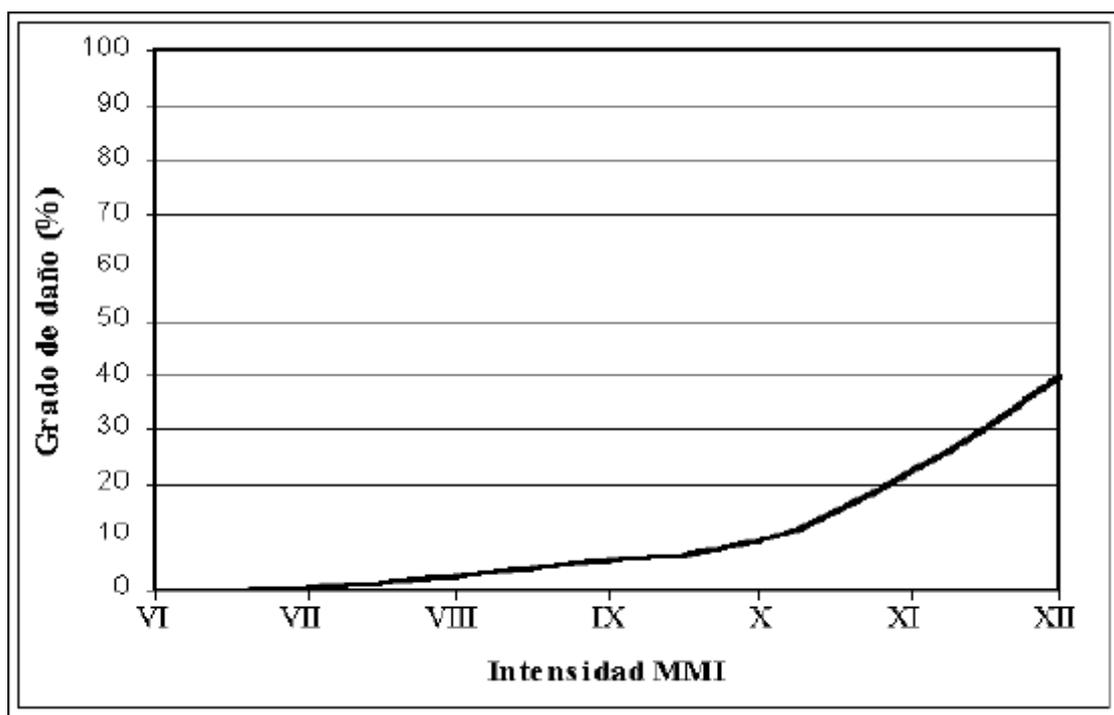
Las presas de roca se comportan bien generalmente, sufriendo algún daño cerca de la cresta de la presa. Existe también la posibilidad de asentamientos en las presas de roca.

En cuanto a las presas de hormigón pueden sufrir pequeños daños como grietas y fallas en la cimentación, pero en general se comportan bien.

Se incluyen las recomendaciones del manual ATC-13. Las curvas empleadas en este caso son la FC35 para presas de hormigón y la FC36 para presas de tierra o roca. Para los pantanos se supone que será una combinación del 50 % de las presas de hormigón y 50 % de las presas de tierra o roca. En el caso que se identifique el tipo de presa se podría utilizar la curva correspondiente.



Valores de daño para las presas de hormigón FC35



Valores de daño para las presas de tierra o roca FC36

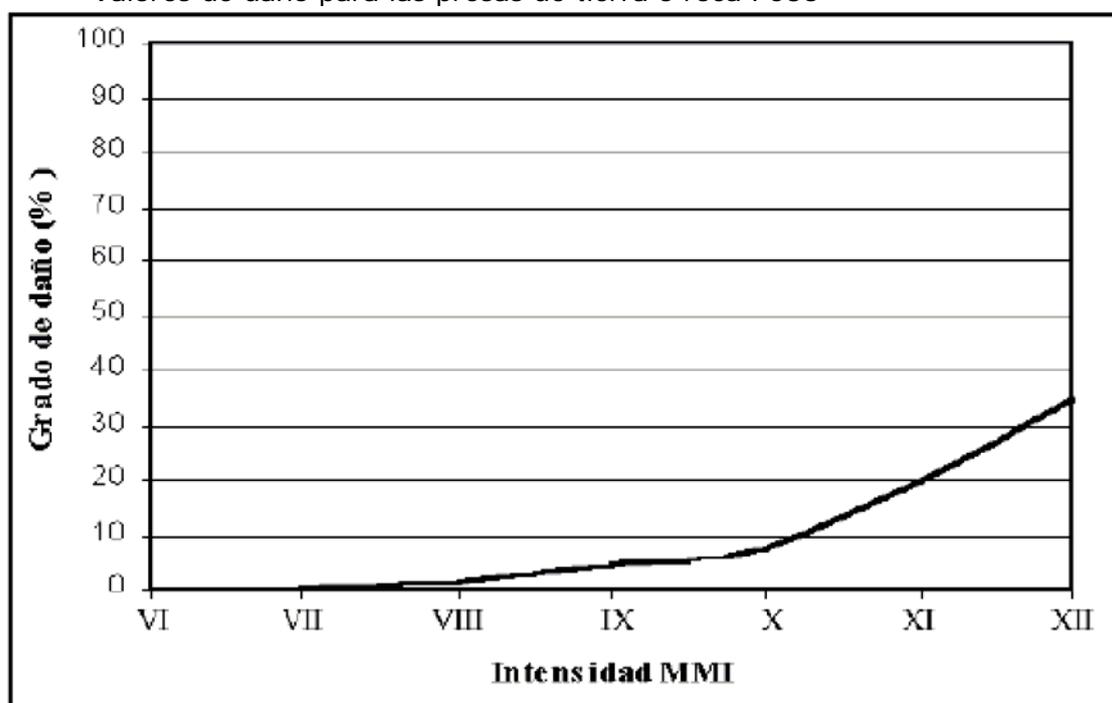


Figura. Valores de daño para pantanos (considerando el 50 % de las presas de hormigón y 50 % de las presas de tierra y roca) FC35-36

Las presas de la Comunidad Autónoma de Aragón y sus características más importantes se identifican en el Anejo VII

CONCLUSIÓN. Del análisis del listado de embalses y presas y de las intensidades máximas esperadas en los términos municipales en que éstos se ubican, comprobamos que los daños producidos sería insignificantes: "Daños localizados, no requieren reparación para mantener la operatividad" en las totalidad de los casos excepto:

- Azud del Molino de Ansó (Ansó)
- Azud de Biniés (Canal de Berdún)
- Presa de San Gorrín o de Testímpanos (Longás)

Cuyos daños se catalogarían como leves: "daños, que pueden ser significativos, pero que están localizados en algunos elementos que normalmente no necesitan reparación para mantener la operatividad", por estar ubicados en términos municipales cuya intensidad máxima, aplicando el método más desfavorable (IGN y determinista) es de VIII.

2.10.3. RED DE TUBERÍAS DE COMBUSTIBLE

2.10.3.1. Gas Natural

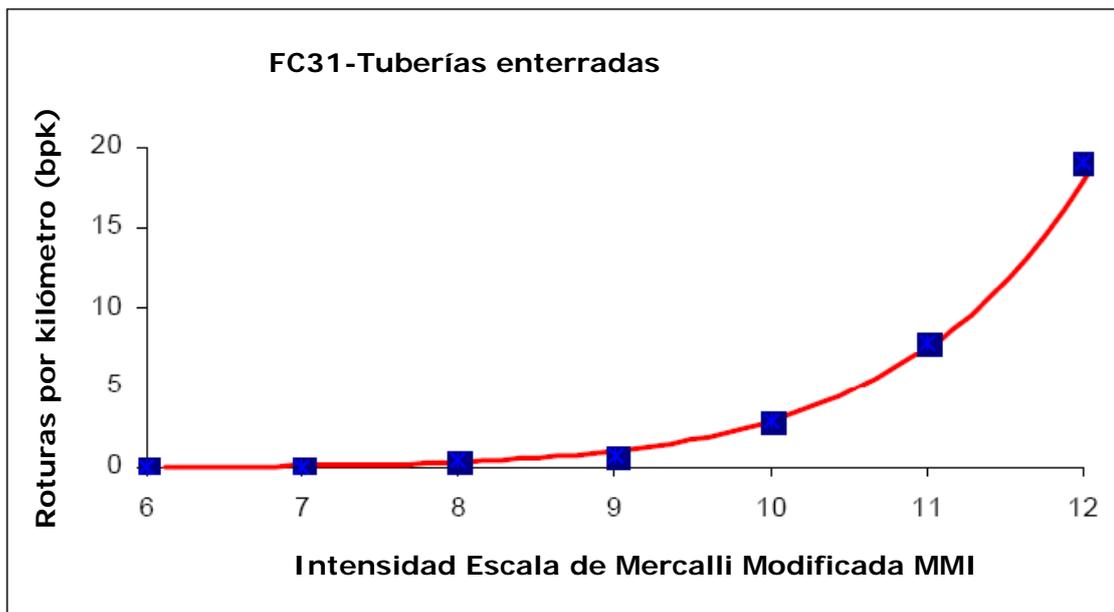
La ATC-25 (ATC, 1991) considera que la infraestructura relacionada con el Gas Natural incluye las líneas de transmisión o transporte, las estaciones compresoras y las principales tuberías de distribución.

Por lo tanto, un estudio detallado sobre el comportamiento sísmico de las instalaciones y servicios relacionados con la producción, transporte y consumo de gas requeriría información sobre estas tres instalaciones.

A nivel general, el comportamiento de las conducciones depende fuertemente de sí falla o no el suelo por donde pasan. Si el trazado sigue los ejes de canales o ríos, suelen tener un elevado potencial de licuefacción. Se ha constatado que las fallas ocurridas en el pasado han sido debidas a dislocaciones bruscas del terreno, verticales o horizontales o "rotura" del suelo. Las tuberías pueden torcerse, o aplastarse, bajo fuerzas compresivas, particularmente cuando cruzan fallas de rotura.

También pueden producirse daños causados por elongaciones axiales debidas al movimiento relativo de dos capas de suelo horizontalmente adyacentes. Los desplazamientos relativos causados por una mala sujeción de compresores, bombas o otras estructuras superficiales suelen ser también causa de daño. En algunos casos se han atribuido roturas debidas al efecto de olas internas de presión, causadas por el terremoto, sobre puntos atacados por la corrosión. Las roturas en conducciones no enterradas han sido causadas por fallo del soporte, fallo de la unión entre la tubería y el soporte, y por desplazamientos relativamente grandes del soporte. La rotura de las conducciones y el vertido pueden producir incendios y explosiones.

A continuación incluimos la curva de intensidad-daño para tuberías subterráneas. (ATC-13 y ATC-25). Los puntos corresponden a los valores dados por la ATC-13. La línea continua es el ajuste propuesto en el ATC-25. Las funciones de vulnerabilidad utilizan la escala de Mercalli modificada; la escala MMI y la EMS 98 utilizada en Europa se pueden considerar coincidentes y por tanto, no se tiene que aplicar ninguna corrección en las curvas de vulnerabilidad.



Las líneas de gas modernas, con buenas soldaduras y paredes gruesas son muy dúctiles y tienen una resistencia sísmica considerable. El comportamiento de las conducciones con tubería de acero soldado, depende de la integridad de las soldaduras. Se han de tomar precauciones especiales para reducir los efectos en barrancos y zonas de cruce de fallas activas. Cuando cruzan fallas activas, las líneas de transporte han de enterrarse en terraplenes superficiales con materiales sueltos o han de instalarse sobre el suelo próximo a la falla permitiendo desplazamientos laterales y longitudinales. A distancias inferiores a 100 metros de la falla han de evitarse sujeciones rígidas (colzas y bloques de fijación) y han de usarse tuberías especiales. El espacio entre las válvulas ha de reducirse y las válvulas automáticas de corte no han de funcionar con electricidad. Para reducir el daño ha de realizarse un mantenimiento que limite la corrosión (debilita las tuberías).

Las curvas Intensidad-Daño para las líneas de transmisión de gas natural se basan en los datos de la ATC-13 para tuberías enterradas (curva FC31) Las líneas de transporte, típicamente tuberías de acero de gran diámetro, se espera que tengan un buen comportamiento sísmico, mejor que otros casos de tuberías enterradas. La ATC-25 bonifica la curva FC31 con un grado de intensidad cuando la aplica a California y otras zonas de Estados Unidos.

Para su aplicación en la Comunidad Autónoma de Aragón, la recomendación es situarnos en el lado conservador, sin bonificación (figura anterior) que presenta los puntos dados por la ATC-13 (mejor valor) y la curva ajustada que permite disponer de valores interpolados.

CONCLUSIÓN. Las características de estos tipos de conducciones y la moderada sismicidad de las zonas que atraviesan permiten tener un diagnóstico bueno de su comportamiento y se espera poco daño en las conducciones de gas.

Como se ha visto en la tabla de abastecimientos y depósitos, para la FC31, solo se esperan daños insignificantes (daños localizados. no requieren reparación para mantener la operatividad) en zonas de intensidad VIII (bpc de 0 indica muy poca probabilidad de daño).

2.10.3.2. Oleoductos

La infraestructura relacionada con los combustibles líquidos derivados del petróleo incluyen la refinería, conducciones de transmisión y depósitos o tanques de almacenamiento y distribución.

Por lo tanto un estudio completo requiere un estudio de todos los aspectos relacionados con la producción, refinado, transporte y almacenamiento. En este punto estudiaremos concretamente los oleoductos.

Las líneas de transmisión de combustibles líquidos están enterradas. Las tuberías son de acero y se encuentran sometidas a altas presiones.

En general, los puntos más débiles de las conducciones enterradas son las soldaduras y los codos, por la gran acumulación de tensiones que se concentran en caso de movimientos sísmicos intensos. Los terremotos de Kobe (Japón, 1995, intensidades X a XII), y Northridge (California, 1994, intensidades VII a IX), son ejemplos de estos tipos de daño en infraestructuras enterradas que se produjeron principalmente en las zonas donde se produjo la licuefacción del suelo. Por tanto, el comportamiento de las tuberías depende fuertemente de si falla el suelo en el que se apoyan. Las roturas ocurridas en series sísmicas pasadas, han coincidido con desplazamientos bruscos verticales o horizontales del suelo. Las tuberías también pueden "pandear" bajo fuerzas de compresión, especialmente en cruzar fallas de rotura. También se han producido daños como resultado de alargamiento causados por el movimiento relativo de dos subcapas de suelo adyacentes.

Los desplazamientos de compresores, bombas o de cualquier otra estructura instalada en la superficie y conectada con las tuberías son causas frecuentes de daño. Muchas de las roturas de tuberías se han atribuido a la combinación de los efectos de la corrosión con la aparición de picos de presión por causa del terremoto. Las roturas de tuberías en superficie suelen ser debidas a fallos en el soporte, fallo de la unión a la estructura de soporte, y a movimientos relativamente intensos del mecanismo de soporte. Las roturas de las tuberías pueden producir incendios y explosiones.

Se han seguido las recomendaciones del ATC-13 y se ha utilizado la curva Intensidad-Daño FC31. El ATC-25 cuando habla de la aplicación de la curva FC31

a líneas de transmisión enterradas para el caso de combustibles líquidos, reconoce que el diseño y construcción este tipo de conducciones permite suponer un comportamiento mucho mejor al esperado para una cañería convencional y aconseja utilizar una minoración de un grado en la intensidad. Para situarnos en el lado conservador, no se ha aplicado ninguna corrección.

En la figura siguiente se incluye la curva intensidad-daño utilizada. El daño se expresa en roturas por kilómetro (Breaks per kilometer BPK).

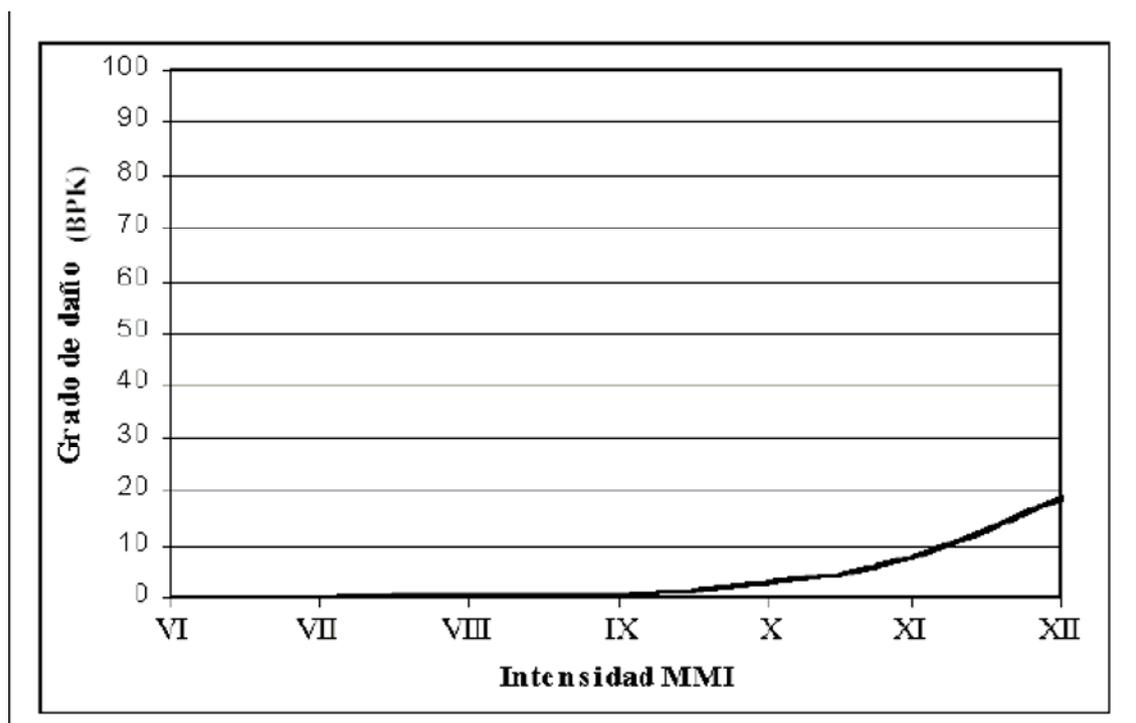


Figura. Curva de intensidad-daño en BPK's para tuberías enterradas. FC31 (ATC-13)

CONCLUSIÓN. Como vemos en la gráfica, hasta las áreas donde son previsibles sismos de intensidad VIII solo se esperan daños insignificantes (daños localizados. no requieren reparación para mantener la operatividad) (bpk de 0 indica muy poca probabilidad de daño). Para llegar a daño leve tendrían que ser localizaciones con intensidad esperada IX o superior, intensidad no esperada para ninguno de los municipios de la Comunidad Autónoma de Aragón

2.10.4 RED ELÉCTRICA

El abastecimiento eléctrico, es el servicio encargado de generar, transportar y distribuir a la población la energía eléctrica necesaria, energía que se revela como fundamental en nuestra sociedad, debido a la actual tecnificación.

La ATC-25 considera que la infraestructura relacionada con la electricidad se compone de los siguientes elementos:

- ✓ Plantas de producción. Térmicas, (de carbón, fuel, ciclo combinado o nuclear), o hidroeléctricas.
- ✓ Líneas de transmisión.
- ✓ Subestaciones de transmisión.
- ✓ Líneas de distribución.
- ✓ Subestaciones de distribución.

Por tanto, un estudio completo sobre el comportamiento sísmico de las instalaciones y servicios relacionados con la producción, transporte y consumo de electricidad, requiere información sobre estos 5 aspectos.

La ATC-13 distingue las líneas de transmisión de las de distribución por voltaje. En general, las líneas de transmisión transportan la energía eléctrica a altos voltajes (mayores de 64 kv.), mientras que se refiere a líneas de distribución cuando los potenciales son inferiores a 64 kv. La elevada altura de las torres (superior a los 30 m confirma el carácter de red de alta tensión (red de transmisión).

La experiencia ha demostrado que en una serie sísmica, la red eléctrica queda fuertemente afectada en los lugares de generación y transformación de energía, mientras que la red de transporte es menos vulnerable. Por tanto, en general, las subestaciones de transmisión y distribución muestran un mal comportamiento sísmico.

2.10.4.1. Líneas de transmisión

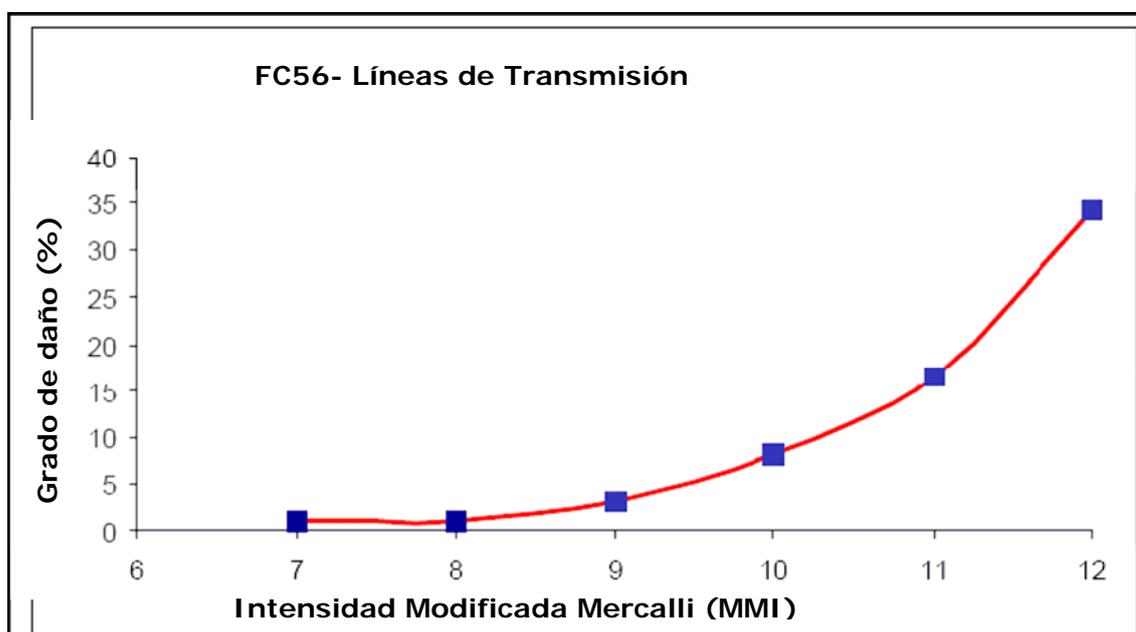
Las líneas de transmisión pueden ser enterradas o aéreas (apoyadas en torres). Las torres están construidas generalmente de acero y soportan diversos circuitos de alto voltaje (64 kv o más). Cada circuito esta formado por tres conductores, uno por cada fase. Las torres se apoyan en bases de hormigón reforzado y estas, a su vez, pueden estar apoyadas en pilotes. La mayoría de los sistemas de transmisión son de corriente alterna, pero algunas líneas de larga distancia pueden ser de corriente continua. Los sistemas de corriente continua requieren una estación transformadora al final de cada línea.

Los daños esperados en las torres de transmisión y las líneas que soportan, así como en las líneas enterradas, suelen ser causados por efectos secundarios inducidos por los terremotos: deslizamientos, caídas de rocas, licuefacción y

otras falladas del suelo. También es posible que los cables lleguen a golpearse entre ellos y fundirse. Los daños por deslizamientos son poco probables en las líneas enterradas (excepto que la línea cruce una falla activa) ya que las líneas de transmisión enterradas incluyen una cañería con una pared gruesa de acero soldado que actúa como cubierta protectora.

Las cargas sísmicas no tienen mucha influencia en el diseño de las líneas de transmisión y las torres. Las torres se diseñan para mantenerse en pie delante de cargas de viento y nieve, así como para carga debido a la rotura de los cables. La parte principal del diseño sismorresistente es colocar las torres y conductores en un lugar donde el suelo sea estable, o apoyadas en cimentaciones especiales diseñadas para soportar los fallos del suelo.

La curva de daño para las líneas de transmisión en el sistema eléctrico esta basada en los datos de la ATC-13 (FC 56), que corresponden a las torres de líneas de transmisión eléctrica mayor (mayor de 30 metros). La construcción estándar de las líneas de transmisión y las torres se supone que son típicas del estado de California, bajo condiciones normales. También se supone que no existe variación regional importantes en la calidad de la construcción existente, ya que son relativamente poco importantes las cargas sísmicas en el diseño de las torres de transmisión.



CONCLUSIÓN. Como vemos en la gráfica, las áreas donde son previsible sismos de intensidad VII solo se esperan daños insignificantes (daños localizados. no requieren reparación para mantener la operatividad). Para llegar a daño leve tendrían que ser localizaciones con intensidad esperada VIII (donde se empieza a producir el cambio de pendiente) o superior. En este casos podrían producirse daños significativos localizados en algunos elementos que no necesiten reparación para mantener la operatividad. Daños superiores no se

esperan en la Comunidad Autónoma de Aragón ya que en ninguno de sus municipios son previsible sismos de intensidad superior a VIII.

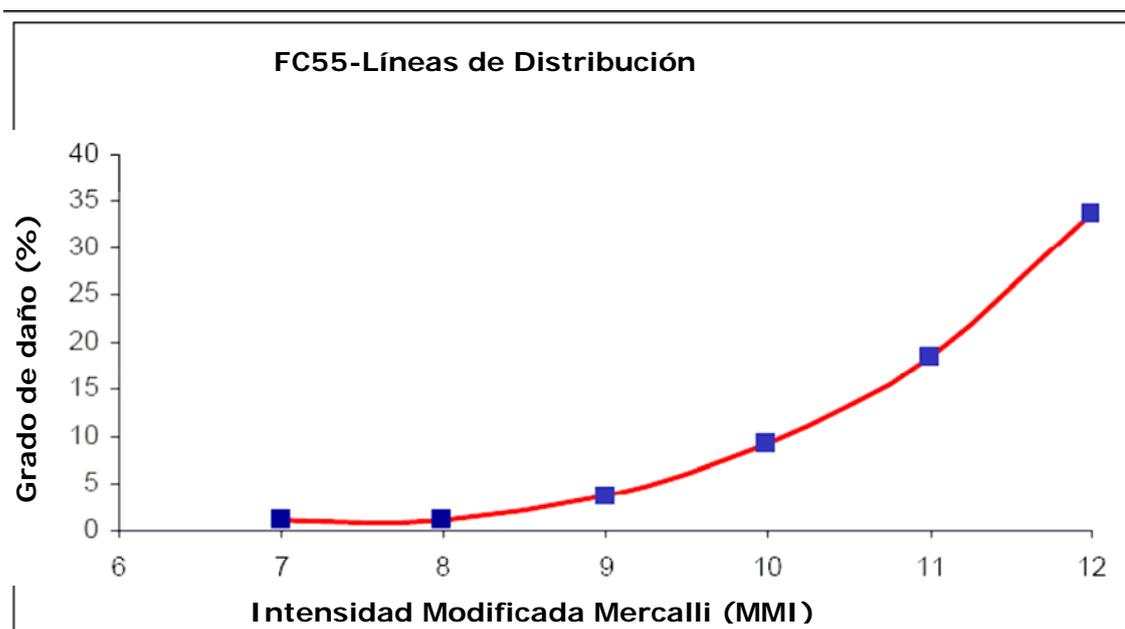
2.10.4.2. Líneas de distribución

También las líneas de distribución pueden estar enterradas o pueden ser aéreas (apoyadas por torres o postes). Las torres son mayoritariamente de acero, mientras que los postes son de madera tratada. Las torres están apoyadas en bases de hormigón reforzado, mientras que los postes pueden estar clavados directamente en el suelo. Las líneas de distribución, en la mayoría de las veces, operan a voltajes menores de 64 kv.

Los transformadores montados en los postes que no se encuentran anclados pueden caer y en algunos casos quemarse. Las torres de los postes generalmente no tienden a caerse, excepto por efectos secundarios como deslizamientos, licuefacción y otros daños del terreno. Las líneas de los conductores pueden oscilar y chocar causando posibles incendios. Los asentamientos relativos del suelo pueden causar que las líneas enterradas se rompan.

Las cargas sísmicas no tienen mucha influencia en el diseño de las torres de las líneas de distribución. Se diseñan generalmente para cargas de viento y la condición primordial es colocarlas en suelos firmes, para evitar daños por el fallo de estos.

La curva de daño empleada para las líneas de distribución está basada en los datos del ATC-13 (FC 55), correspondientes a las torres de distribución eléctrica convencional (menores a 30 metros). Como es lógico, se utiliza un criterio de diseño menos conservador para las líneas de distribución que para las líneas transmisión.



CONCLUSIÓN. A pesar de lo expuesto, vemos que en las áreas donde son previsibles sismos de intensidad menor de VIII (intensidad máxima esperada para cualquiera de los municipios de la Comunidad Autónoma de Aragón) solo se esperan daños insignificantes (daños localizados. no requieren reparación para mantener la operatividad). Para llegar a daño leve (daños significativos localizados en algunos elementos que no necesiten reparación para mantener la operatividad) tendrían que ser localizaciones con intensidad esperada VIII (Ver mapas de peligrosidad sísmica en el Anejo VI).

A continuación incluimos listado de las líneas de distribución que operan a voltaje igual o superior a 132 Kv existentes en los municipios con intensidades esperadas VII y VIII.

Municipio	Intensidad esperada	Líneas de distribución
Canal de Berdún	VIII	220 Kv
Puente la Reina de Jaca	VIII	200 Kv
Sigües	VIII	220 Kv
Biescas	VII	132 Kv + 220 Kv
Bonansa	VII	220 Kv
Canfranc	VII	132 Kv
Castejón de Sos	VII	220 Kv
Jaca	VII	132 Kv + 220 Kv
Panticosa	VII	132 Kv
Las Peñas de Riglos	VII	132 Kv + 220 Kv
Puértolas	VII	220 Kv
Sabiñánigo	VII	132 Kv + 220 Kv
Sallent de Gállego	VII	132 Kv

Santa Cilia	VII	220 Kv
Tella Sin	VII	132 Kv + 220
Villanúa	VII	132 Kv
Manchones	VII	132 Kv
Murero	VII	132 Kv
Torla	VII	220 Kv

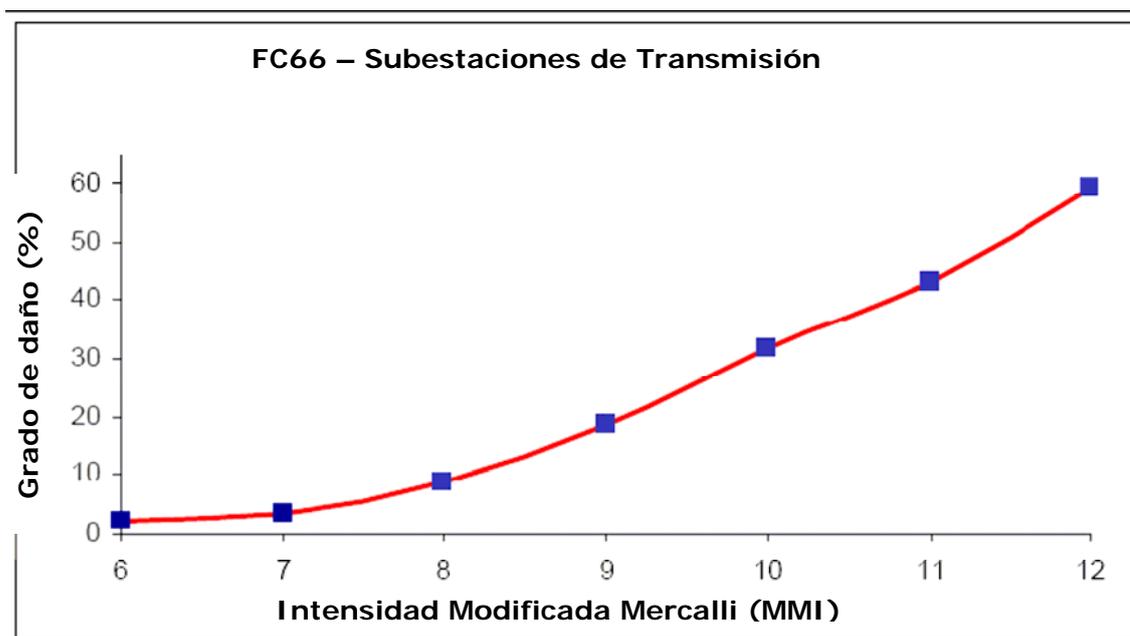
2.10.4.3. Subestaciones de transmisión

Las subestaciones de transmisión reciben energía a altos voltajes (más de 220 kv.) y la transforma en voltajes menores para las líneas de distribución. Las subestaciones suelen estar compuestas por uno o más edificios de control, torres de acero, conductores, cables de tierra, cables enterrados y equipo eléctrico amplio: Bancos de interruptores automáticos de circuitos, trampas de ondas, barra colectora, capacitadores, reguladores de voltajes y transformadores masivos, entre otros.

El daño que pueden sufrir los edificios de control puede ser desde la caída del techo, desprendimiento del revestimiento o grietas en las paredes hasta el colapso del edificio. El equipo de control mal anclado puede resbalar o levantarse y sufrir daños o causar que las líneas que tengan unidas fallen. Las torres generalmente se ven afectadas cuando se produce una falla en el suelo. Los aislantes de porcelana y los pararrayos son frágiles y vulnerables a los movimientos del terreno. Los transformadores en estaciones antiguas que están montados en raíles generalmente se desplazan o caen, si no están bien unidos.

La porcelana sufre daños cuando las estructuras se flexionen o se sometan a tensión. Los desarrollos recientes han mostrado que las bases aisladas, reforzadas o con amortecimiento reducen los problemas en el futuro. En el diseño sismorresistente de las subestaciones se incluye la instalación de dispositivos de amortecimiento para la porcelana; anclaje adecuado para el equipo; uso de conectores de arrancada para reducir las cargas en los aisladores de porcelana; y la sustitución de soporte de aisladores tipo "cantiliver".

La curva para las subestaciones del sistema eléctrico esta basada en los datos del ATC-13 (FC 66), correspondiente al equipo eléctrico. Los aislantes de porcelana de alto voltaje y los de apoyo son vulnerables aunque sus componentes han sido diseñados y calificados con criterios sismorresistentes. La construcción estándar se supone que representa subestaciones de transmisión típicas de California, bajo condiciones normales.



Elementos	INTENSIDAD				
	VI	VI-VII	VII	VII-VIII	VIII
Daño (%)	2,10	2,70	3,30	5,75	8,70
Número	0	7	50	16	7
% Dañadas		8,8	62,5	20	8,8

Tabla. Valores de daño para las subestaciones

CONCLUSIÓN. El daño esperado es como máximo leve, o sea, daños significativos localizados en algunos elementos que normalmente no necesitan reparación para mantener el operativo., en función de la ubicación de la subestación y la intensidad máxima esperada en el término municipal (Ver mapas de peligrosidad sísmica en el Anejo VI)

2.10.5. ABASTECIMIENTO DE AGUAS

La red de abastecimiento de agua es un sistema sensible y crítico a los desastres por el servicio básico que prestan.

Este tipo de red está constituida por una variedad de elementos esenciales (plantas, canales, pozos, depósitos, conducciones, tuberías, estaciones de bombeo, etc) fundamental para la distribución y aportación de agua a las poblaciones.

El ATC-25 considera que la red de abastecimiento se compone de los siguientes elementos esenciales: Plantas potabilizadoras, Red de distribución (tuberías, acueductos, arterias maestras), Depósitos y Estaciones de Bombeo.

Por lo tanto un estudio sobre el comportamiento sísmico de este tipo de infraestructura, requiere información sobre estos elementos.

La experiencia pasada ha demostrado que en episodios sísmicos de intensidad IX y X (no esperados en la Comunidad Autónoma de Aragón), la red de abastecimiento de agua (considerada como el conjunto de elementos que la componen) no es susceptible a sufrir daños de consideración, pues los daños máximos esperados son leves.

Así y todo vamos a ir analizando los diferentes elementos que componen la red de abastecimiento. En concreto:

- Plantas potabilizadora
- Red de distribución
- Depósitos
- Estaciones de bombeo

2.10.5.1. Plantas potabilizadoras

Son bastante complejas, al estar formadas por diferentes componentes (edificios, depósitos, instalaciones potabilizadoras, decantadores, filtros, equipamiento eléctrico y mecánico), necesarios para el tratamiento y potabilización de las aguas.

El daño más grave en este tipo de componentes es el causado por desplazamientos permanentes del suelo, que en algunos casos, pueden provocar asientos diferenciales en la cimentación de estructuras adyacentes.

Este mismo fenómeno se puede dar para tuberías, sobretodo en aquellos puntos de conexión con los diferentes equipamientos para el tratamiento del agua. Otros fenómenos como pueden ser deslizamientos o licuefacción también son causa de daño.

Solamente en caso de niveles extremos de intensidad sísmica, puede haber daños directos por la agitación, y estos son especialmente graves para los edificios y equipamiento mecánico de las plantas. Solo para intensidades elevadas, IX y X (intensidades no esperadas en la Comunidad Autónoma de Aragón) son susceptibles de tener daños significativos (leves y moderados respectivamente).

Las curva de daño empleada para las plantas potabilizadoras están basadas en los datos del ATC-13, correspondiente a soluciones adoptadas en California (USA). La aplicabilidad de esta curva para el caso de la Comunidad Autónoma de Aragón no requiere ninguna adaptación, en tanto que las soluciones constructivas de este tipo de elementos son similares.

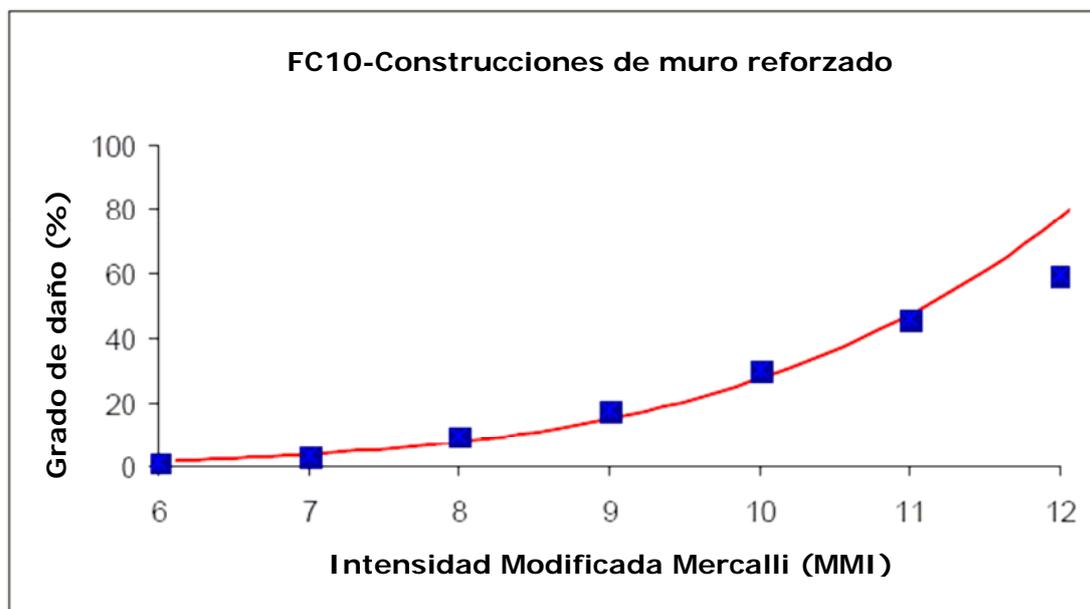


Figura. Curva de intensidad-daño para los componentes tipo edificios, (ATC-13 y ATC-25). Los puntos corresponden a los valores propuestos en el ATC-13 y la línea al ajuste propuesto.

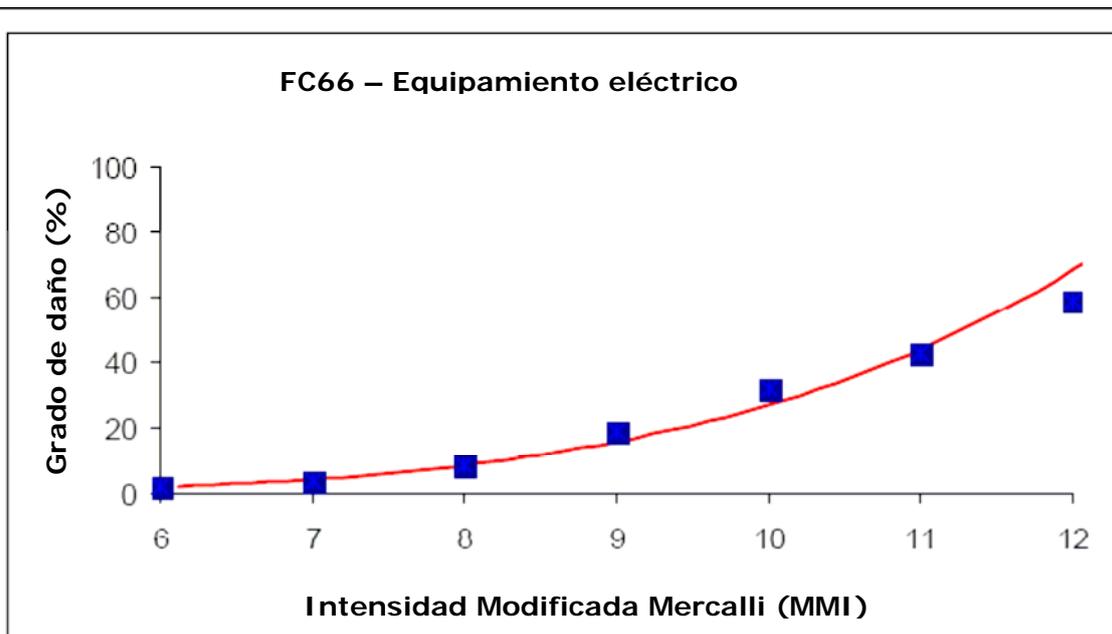


Figura. Curva de intensidad-daño para el equipamiento eléctrico, (ATC-13 y ATC-25).

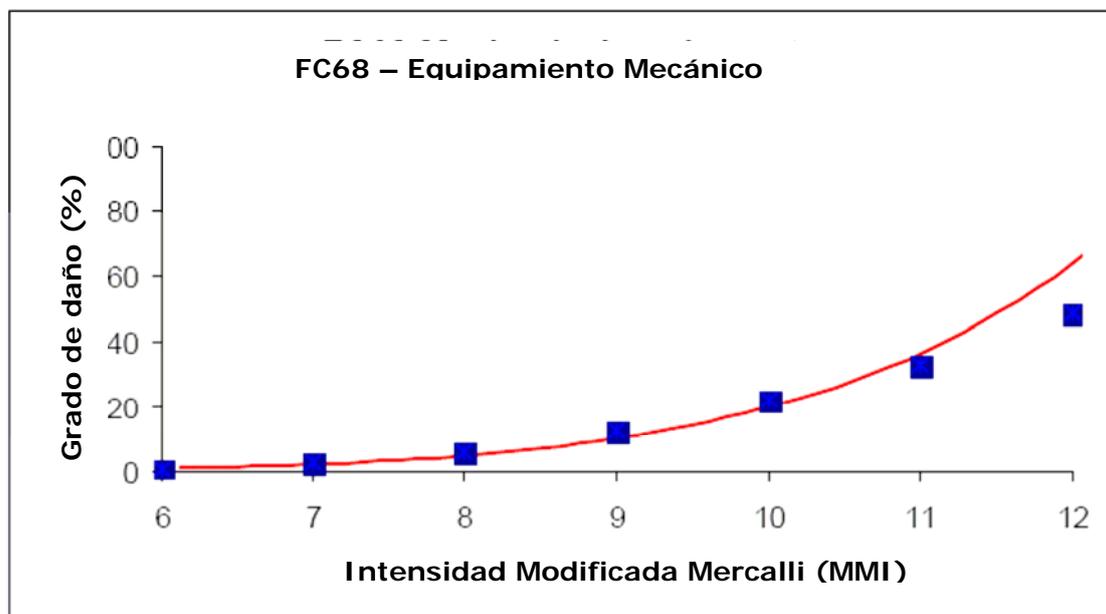


Figura. Curva de intensidad-daño para el equipamiento mecánico, (ATC-13 y ATC- 25).

CONCLUSIÓN. Para las máximas intensidades esperadas para la Comunidad Autónoma de Aragón, en ningún caso se alcanzarán daños moderados, siendo siempre el máximo daño esperado menor de 9 %, para municipios con intensidad sísmica esperada de VIII. Si analizamos el mapa de peligrosidad sísmica de Aragón, comprobamos que un alto porcentaje del territorio se encuentra en términos municipales con intensidad sísmica esperada <VI que equivaldría a un porcentaje de grado de daño 0 (Sin daños).

2.10.5.2. Red de distribución

En la Comunidad Autónoma de Aragón la red de distribución está constituida básicamente por túneles, canales y fundamentalmente por tuberías.

La mayor causa de daño es el desplazamiento de material en las zonas de cimentación, sobretodo en el caso de tuberías, aunque también se puede dar en los acueductos de solución canal (no para el caso de túnel). De este modo todos aquellos fenómenos de desplazamiento permanente (asientos diferenciales, deslizamientos, licuefacción, etc.) que afecten a la cimentación son causa de daño.

Los fenómenos de agitación en cambio no son de gran importancia. En general las soluciones canal y tubería serán más vulnerables que la solución túnel.

Las curvas de daño empleadas para la red de distribución están basadas en los datos del ATC-13, correspondientes a soluciones tipo galería, túneles y tuberías respectivamente.

Suponemos que la aplicabilidad de estas curvas para el caso de la Comunidad Autónoma de Aragón no requiere ninguna adaptación, en tanto que las soluciones constructivas de este tipo de elementos son similares.

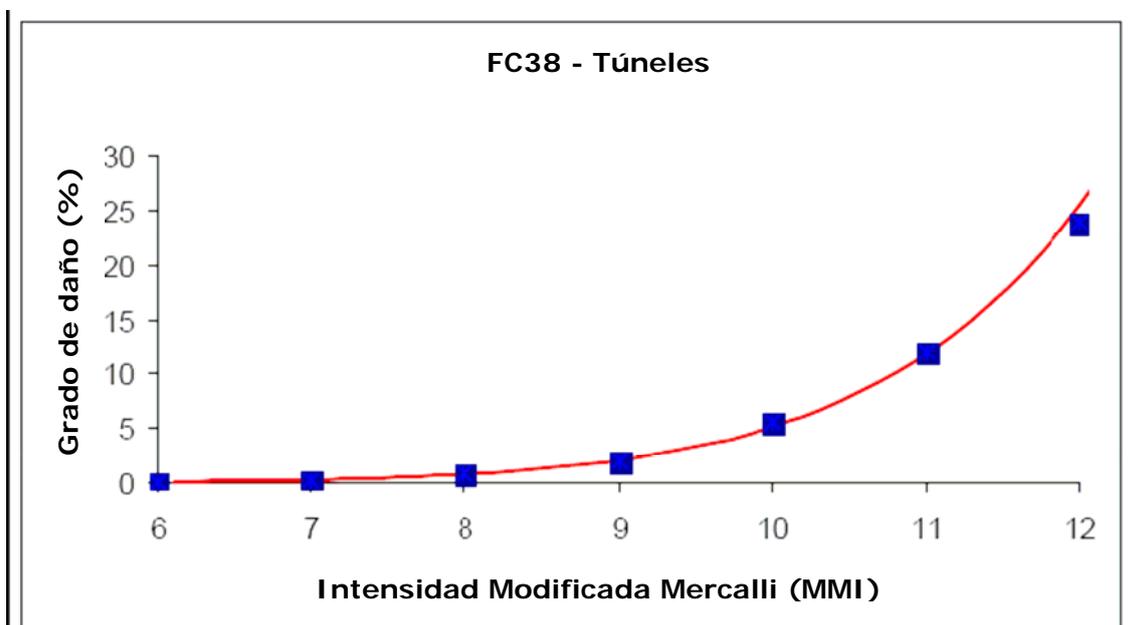
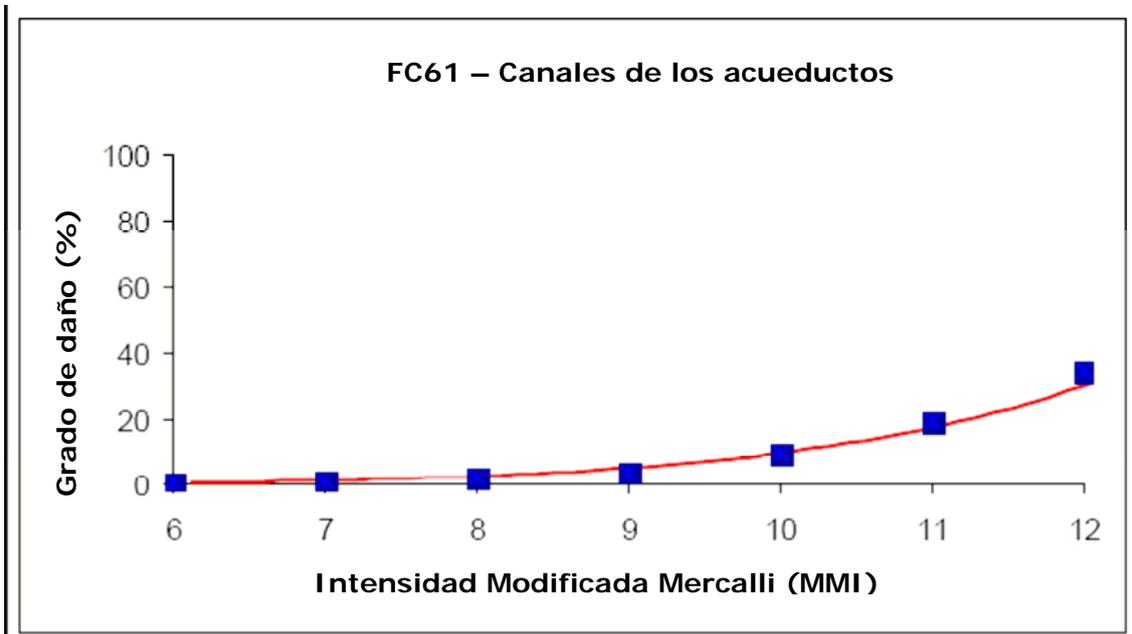


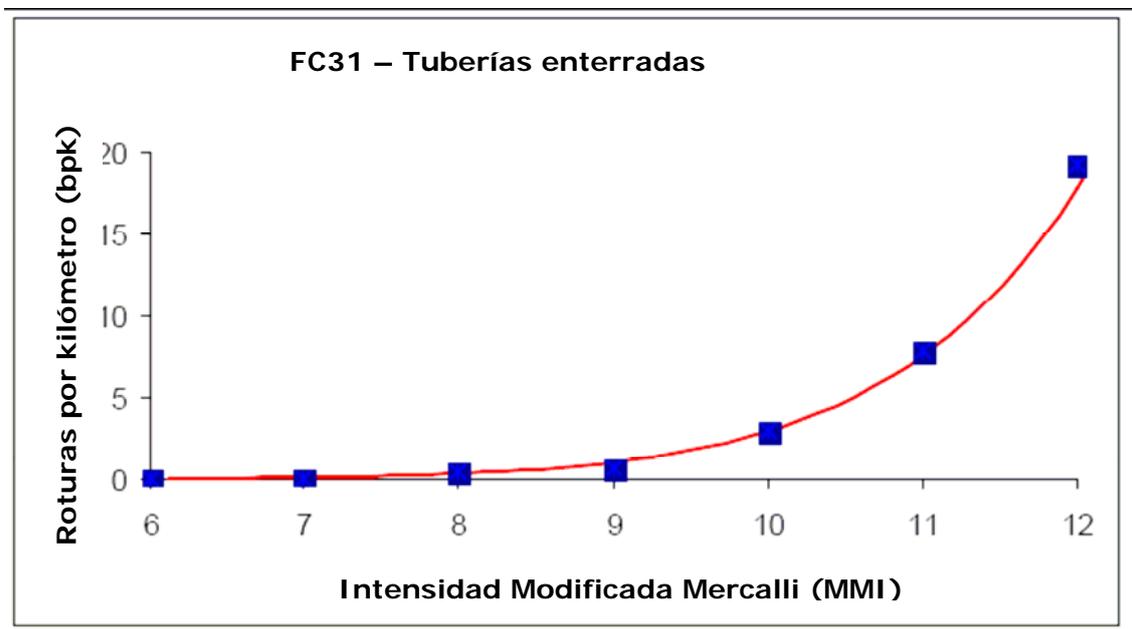
Figura. Curva de intensidad-daño para los túneles artificiales de los acueductos, (ATC-13 y ATC-25).

CONCLUSIÓN. Para intensidades menores de VII los daños como mucho serían insignificantes (Daños localizados. No requiere reparación para mantener la operatividad). Para intensidades entre VII y VIII (máximas intensidades esperadas en la Comunidad Autónoma de Aragón) se podrían llegar a daños

leves (Daños significativos localizados en algunos elementos que normalmente no necesitan reparación para mantener la operatividad).



Curva de intensidad-daño para los canales de los acueductos, (ATC-13 y ATC-25).



Curva de intensidad-daño para los canales de las tuberías, (ATC-13 y ATC-25)

CONCLUSIÓN Para las máximas intensidades esperadas para la Comunidad Autónoma de Aragón, en ningún caso se alcanzarán daños moderados. Solamente para los municipios con intensidad sísmica esperada (VII-VIII) podían llegarse a daños leves en el caso de los canales. En el resto de los casos (intensidades <VII y tuberías enterradas) solo se prevén daños insignificantes.

2.10.5.3. Depósitos

Pueden ser: elevados o aéreos, en superficie y subterráneos, de forma rectangular o circular. El material utilizado así como la técnica constructiva usada, suele ser de hormigón (en raras ocasiones metálicos, sobretodo en los elevados).

En cuanto a su volumen y tamaño, estos son bastante variables, dependiendo del número de habitantes a abastecer.

Según el tipo de depósito, el daño será diferente, de este modo los depósitos subterráneos, además de ser menos vulnerables, tendrán como causa mayor de daño la rotura o colapso del sistema de sostenimiento de la bóveda (columnas, vigas, pantallas, etc.) Los depósitos en superficie, en cambio, están sujetos a diferentes mecanismos de daño: fallo en la unión entre la base y la pared, rotura de la tubería por desplazamientos permanentes diferenciales, implosión por vaciado rápido del depósito (en caso de fuga repentina del agua acumulada), asientos diferenciales en las cimentaciones, fallo (colapso o grieta) en las paredes del depósito, etc. Los depósitos elevados, en cambio son los más vulnerables ya que los fallos en la cimentación de los sistemas en altura son más críticos.

Las curvas empleadas para los depósitos están basadas en los datos del ATC-13, correspondiente a: depósitos subterráneos, depósitos en superficie y a depósitos elevados o aéreos respectivamente. Se ha supuesto que la aplicabilidad de estas curvas para el caso de la Comunidad Autónoma de Aragón no requiere ninguna adaptación, en tanto que las soluciones constructivas de este tipo de elementos son similares.

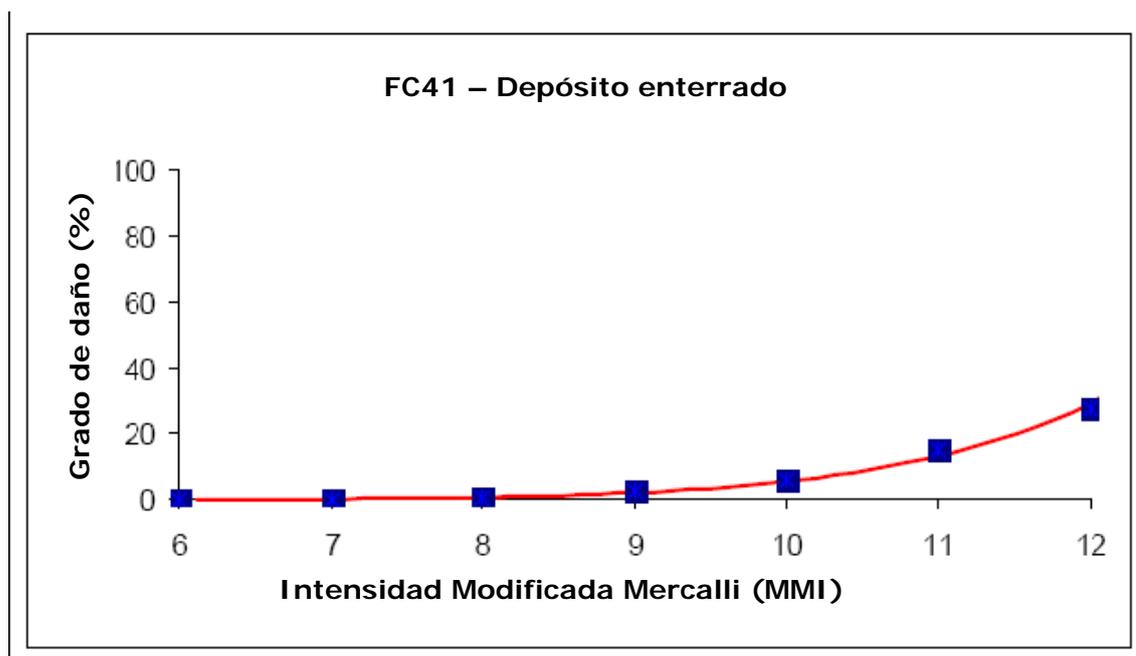
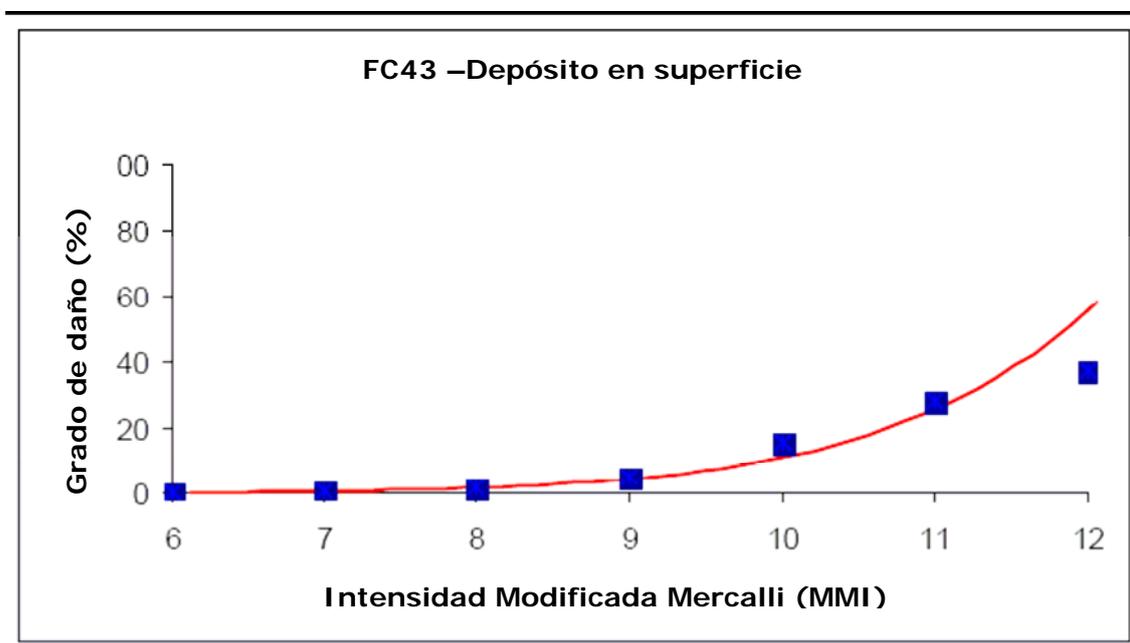
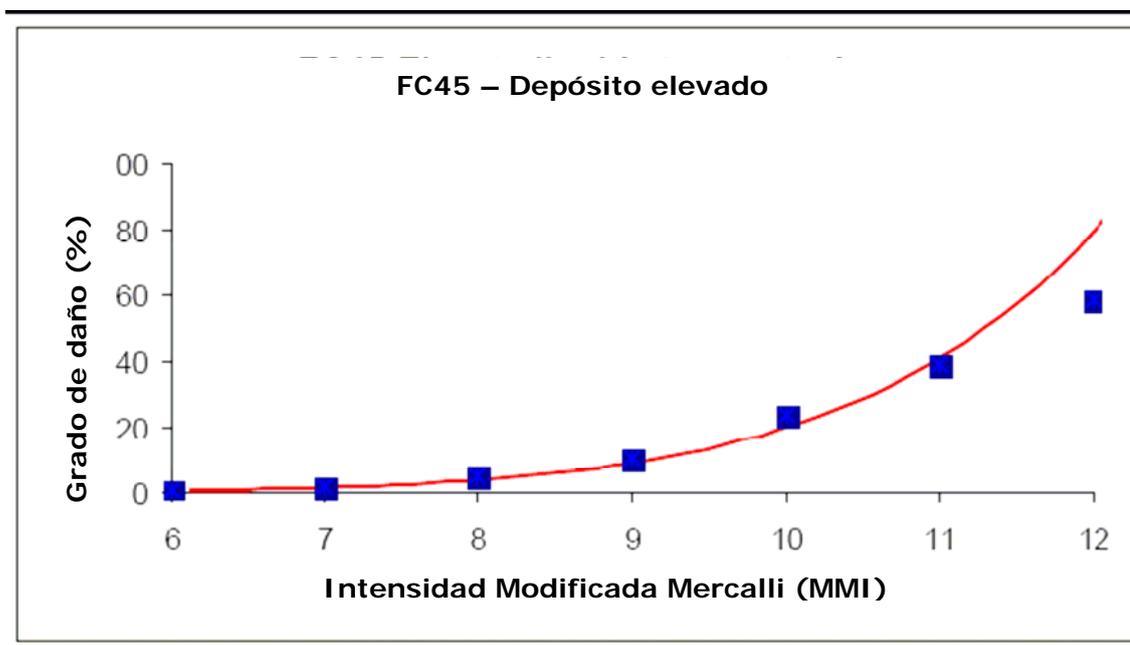


Figura. Curva de intensidad-daño para depósitos subterráneos, (ATC-13 y ATC-25).



Curva de intensidad-daño para depósitos en superficie, (ATC-13 y ATC-25)



Curva de intensidad-daño para los depósitos elevados o aéreos, (ATC-13 y ATC-25).

Solo para intensidades elevadas IX y X (intensidades no esperadas en la Comunidad Autónoma de Aragón) son susceptibles de tener daños significativos (leves y moderados respectivamente).

CONCLUSIÓN. Para las máximas intensidades esperadas para la Comunidad Autónoma de Aragón, en ningún caso se alcanzarán daños moderados, siendo

siempre el máximo daño esperado en torno al 4,7 % (depósitos aéreos en zonas con intensidad sísmica VIII), que corresponde a un nivel de daño leve (daños significativos localizados en algunos elementos que normalmente no necesitan reparación para mantener la operatividad). En el resto de los casos los daños esperados serían insignificantes.

2.10.5.4. Estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo son el elemento más crítico en el abastecimiento de agua por la alta vulnerabilidad de estos y porque garantizan el caudal mínimo necesario para el servicio de abastecimiento. Consisten en diferentes elementos: edificios (salas de bombas, centros de control, ...), equipamiento eléctrico (transformadores o generadores autónomos) y equipamiento mecánico (bombas, válvulas, etc.).

Los daños y las curvas de intensidad-daño son las mismas que las expuestas para las plantas potabilizadoras y al igual que las otras, solamente en caso de niveles extremos de intensidad sísmica, puede haber daños directos por la agitación, y estos son especialmente graves para el equipamiento eléctrico y el equipamiento mecánico de las estaciones, que son elementos bastante sensibles a este tipo de mecanismo.

Las curvas de daño empleada para las estaciones de bombeo están basadas en los datos del ATC-13, correspondiente a soluciones adoptadas en California. Se ha supuesto que la aplicabilidad de esta curva para el caso de la Comunidad Autónoma de Aragón no requiere ninguna adaptación, en tanto que las soluciones constructivas de este tipo de elementos son similares.

Para las máximas intensidades esperadas para la Comunidad Autónoma de Aragón, prácticamente en ningún caso se alcanzarán daños moderados, el daño sísmico esperado es insignificante o leve, no alcanzándose en ningún caso niveles por encima del 5% de daño.

CONCLUSIÓN. Afortunadamente los niveles de peligrosidad sísmica de la Comunidad Autónoma de Aragón no hacen esperable daños importante en las infraestructuras de abastecimiento por causa sísmica. Sin embargo hay que considerar que para niveles máximos de peligrosidad esperados (Intensidad VIII) cabe esperar daño del 8,7 % en equipamiento eléctrico, 6,1 % en equipamiento mecánico y del 13 % en equipamiento de alta tecnología. El daño esperado en el equipamiento eléctrico se halla cerca de la frontera entre daños leves y moderados (10 %) y el esperado en equipamiento de alta tecnología se halla por encima (13 % - daños moderados).

Los daños moderados se describen como daños significativos localizados en bastantes elementos y que no permiten mantener la operatividad y que es necesario reparar. Por lo tanto es aconsejable que los municipios que estén

dentro de las zonas de intensidad VIII, tengan presentes el mal comportamiento sísmico de este tipo de equipos.

En el Anejo VII se pueden ver los la red de abastecimiento y los depósitos que existen en la Comunidad Autónoma de Aragón.

2.10.6. CARRETERAS

El ATC-25 considera que la infraestructura relacionada con las carreteras incluye la calzada dividida en el pavimento, la base y la subbase, así como los terraplenes, las señales y las luces. La gran interdependencia de la red de carreteras hace muy necesario un estudio global de la red, sin embargo, como también está claro la diferente importancia que existe entre los diferentes tipos de vías, hemos realizado en este punto un estudio de las principales.

En general las carreteras incluyen: las autopistas, autovías y carreteras nacionales y comarcales; tramos urbanos y rurales, ocasionalmente las carreteras pueden presentar tramos de vías separadas, cada tramo puede constar de la calzada, los terraplenes, señales y luces.

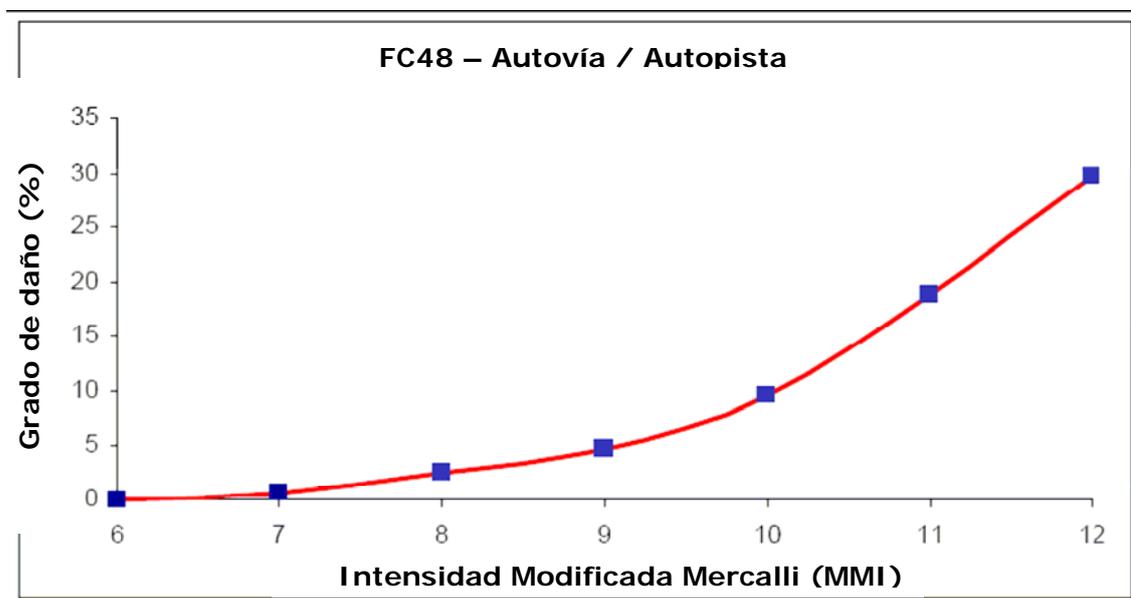
La calzada incluye el pavimento, la base y la subbase, en donde el tipo de pavimento puede ser de hormigón de cemento portland o de conglomerado asfáltico. Los materiales de la base y subbase incluyen agregados de cemento, agregados tratados, limos estabilizantes bituminosos y bases de suelo - cemento. El terraplén puede o no incluir muros de contención. El daño en la calzada puede resultar del fallo del firme o de fallos en el terraplén adyacente.

El daño en el firme puede tomar la forma de un hundimiento del suelo bajo el pavimento, y asentamiento, agrietamiento o levantamiento del pavimento. Los fallos del terraplén pueden ocurrir en combinación con la licuefacción, fallo de la pendiente o fallos en los muros de retención. Además este daño se manifiesta por la pérdida de alineación, agrietamiento en la superficie de la carretera, levantamiento o asentamiento local, pandeo u obstáculo de la calzada.

Los márgenes de inclinación de los rellenos en donde la compactación es pobre son en particular propensos a un fallo por deslizamiento. Otra causa de daño suele ser, la caída de pasos a nivel que pueden detener el tráfico y dañar las carreteras.

En la práctica de diseño sismorresistente se incluye la utilización de material graduado y compactado adecuadamente en la base y subbase de la calzada. Se debe intentar realizar los mínimos cortes y rellenos de la calzada y revisar las pendientes de los terrenos colindantes para determinar su potencial de fallo.

La curva de daño para las carreteras se basa en los datos propuestos por el ATC-13, específicamente en la curva FC48. La construcción estándar se supone que representa la construcción típica bajo las condiciones actuales.



Curva de intensidad-daño para las carreteras (ATC-13 y ATC-25). Los puntos corresponden a los valores dados en el ATC-13. La línea continua es el ajuste propuesto en el ATC-25.

En el plano incluido en el Anejo V se puede observar el trazado de las autopistas existentes en la Comunidad Autónoma de Aragón, las autovías, las nacionales y las distintas comarcales de primer y segundo orden.

Para los máximos niveles de peligrosidad esperados en la Comunidad Autónoma de Aragón (Intensidad VIII) y de acuerdo con la curva que relaciona intensidad y daño, el máximo daño esperado está en torno al 3%, por lo tanto se producirían daños leves, es decir daños mínimos y, eventualmente algunos daños significativos, localizados y que no necesitan reparación para mantener la operatividad.

Aún así, de la experiencia de sismos de intensidades parecidas en España puede esperarse interrupciones de la vialidad por causa de **pequeños desprendimientos en carreteras que transcurren por montaña con taludes importantes**. Esta circunstancia sí podría afectar negativamente a algunos de los municipios de la Comunidad Autónoma de Aragón, en concreto a los municipios donde son previsibles sismos con intensidad superior a VII.

Finalmente, por lo que respecta a infraestructuras de puentes y túneles, es esperable que existan daños en la frontera entre leves y moderados en los puentes de tipo articulado o de luces simples o vigas situados en zonas de intensidad VIII (daño esperado 8,8 %). Esto implicaría que eventualmente se podría producir algún daño significativo localizado en bastantes elementos del puente y que necesitaría reparación. No son esperables daños moderados en otros tipos de puentes ni daños leves en los túneles.

2.10.7. VÍAS DE FERROCARRIL

La infraestructura ferroviaria esta formada por todos los elementos esenciales, en la explotación de servicios de transporte vía ferrocarril.

El ATC-25 considera que la infraestructura ferroviaria se compone de los siguientes elementos: Tramos carriles-traviesas, Tramos puente y Tramos túnel.

Por lo tanto un estudio sobre el comportamiento sísmico de este tipo de infraestructura, requiere información sobre estos tres elementos.

La experiencia pasada ha demostrado que en episodios sísmicos de intensidad IX y X (niveles de intensidad no esperados en la Comunidad Autónoma de Aragón), los tramos puente son los más susceptibles a tener daño (daños importantes para intensidad IX y daños graves para intensidad X), en cambio los tramos túnel y los tramos carril-traviesa no superarían los daños moderados. Por lo tanto, los puentes de ferrocarril muestran un peor comportamiento sísmico que el resto de elementos de la infraestructura ferroviaria.

2.10.7.1. Tramos carriles-traviesas

En general incluyen carriles, traviesas, sujeciones, balasto y/o plataforma y base. Las traviesas pueden ser de madera o de hormigón armado (monoblock o biblock), los carriles son de acero, la base y balasto son de material seleccionado sobre terraplenes de material generalmente de la propia zona.

El daño más frecuente en este tipo de tramos es el causado por asientos diferenciales en la base y plataforma. Otros fenómenos como pueden ser deslizamientos o licuefacción también son causa de daño. Solamente en caso de niveles extremos de intensidad sísmica, puede haber daños directos por la agitación.

Sólo para intensidades elevadas (IX y X) son susceptibles de tener daños significativos (leves y moderados respectivamente).

La curva de daño empleada para los tramos carriles traviesas está basada en los datos del ATC-13 (FC 47), correspondiente a soluciones adoptadas en California (USA). Se ha supuesto que la aplicabilidad de esta curva para el caso de la Comunidad Autónoma de Aragón no requiere ninguna adaptación, y que las soluciones constructivas de este tipo de tramos son similares.

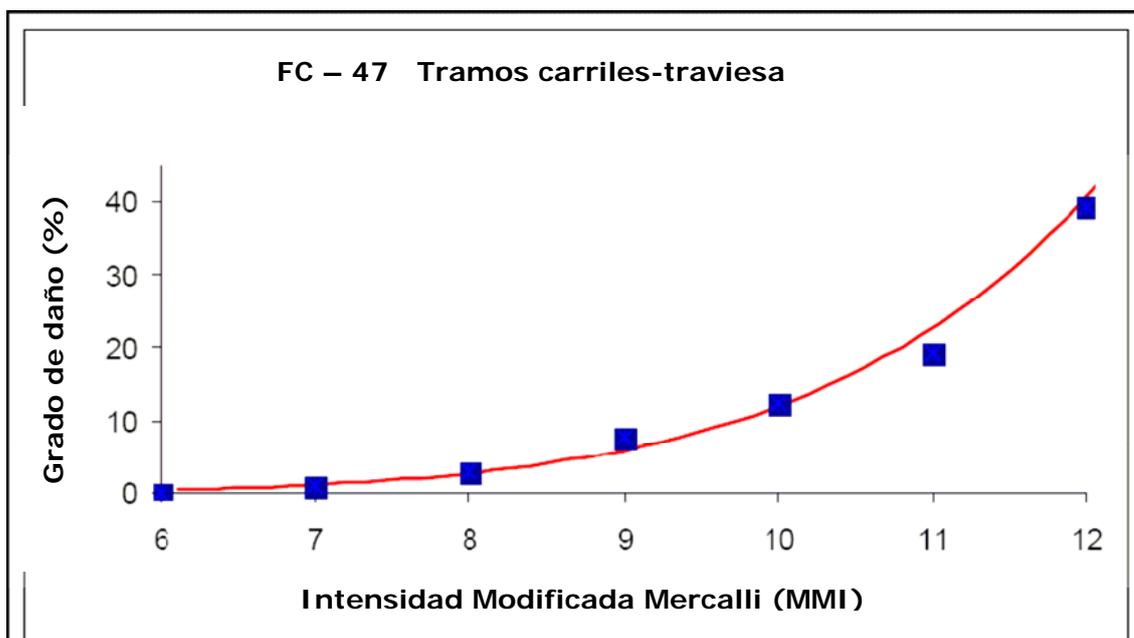


Figura. Curva de intensidad-daño para los tramos carriles-traviesa (ATC-13 y ATC-25). Los puntos corresponden a los valores dados en el ATC-13. La línea continua es el ajuste propuesto.

2.10.7.2. Tramos puente

En general, los puentes de ferrocarril pueden ser metálicos o de hormigón armado y/o prefabricado, la tipología es variada: articulados o de vigas, continuos o de losas, fabrica arcos, metálico Warren, metálico de alma llena, metálico Linville, metálico celosía, metálico viga cajón, metálico Pratt, etc.

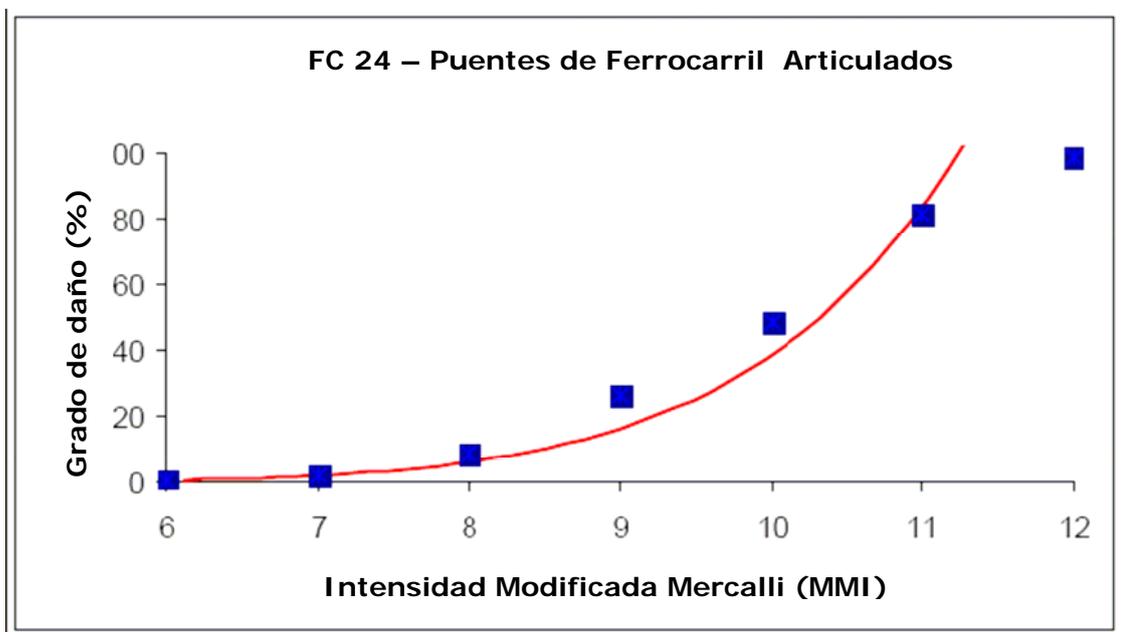
Se pueden incluir aquí los puentes más pequeños como pontones, alcantarillas, tajeas, etc.

La mayor causa de daño es el desplazamiento de material no consolidado en la zona de cimentación, provocando el movimiento de los pilares y estribos. De este modo todos aquellos fenómenos de desplazamiento permanente (asientos diferenciales, deslizamientos, licuefacción, etc.) que afecten a la cimentación son causa de daño. Los fenómenos de agitación en cambio afectan sobretodo a los propios pilares, estribos, y pueden producir daños.

Generalmente tipologías articuladas o de vigas son más vulnerables que otras soluciones. En zonas de aproximación a los puentes debido a la diferencia de rigidez suelo-estructura pueden darse asientos diferenciales que impidan el acceso al propio puente.

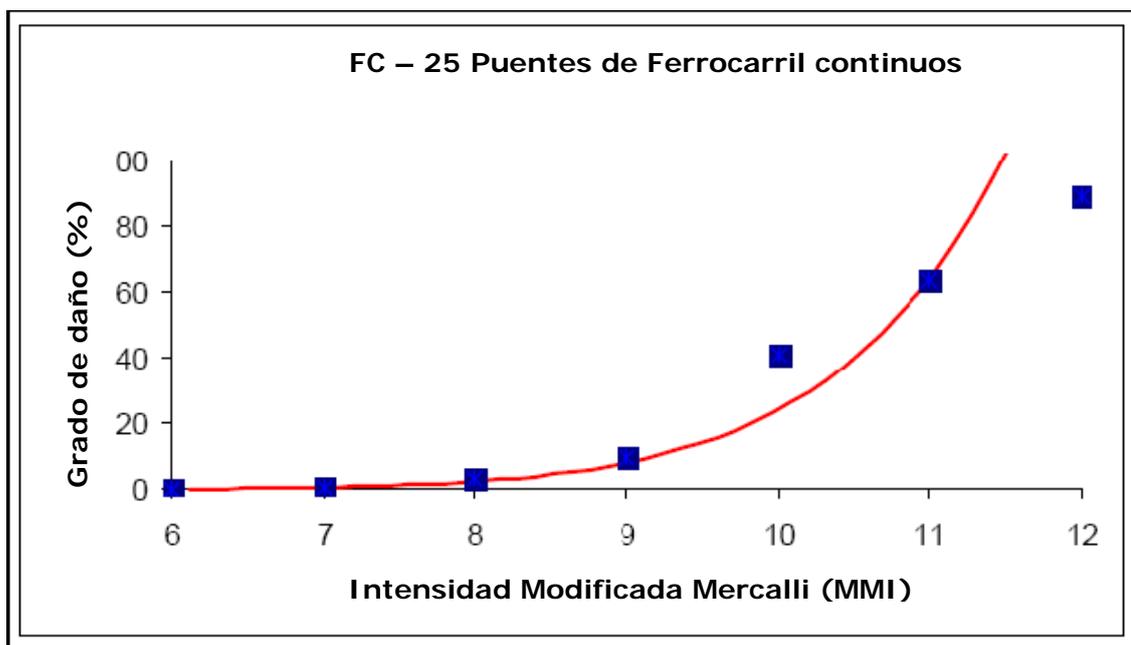
Las curvas de daño empleadas para los puentes de ferrocarril están basadas en los datos del ATC-13 (FC 24, FC-25 y FC-30), correspondientes a: puentes articulados o de vigas, puentes continuos, puentes importantes respectivamente.

Se supone que la aplicabilidad de estas curvas para el caso de Aragón no requiere ninguna adaptación y que las soluciones constructivas de este tipo de tramos son similares.

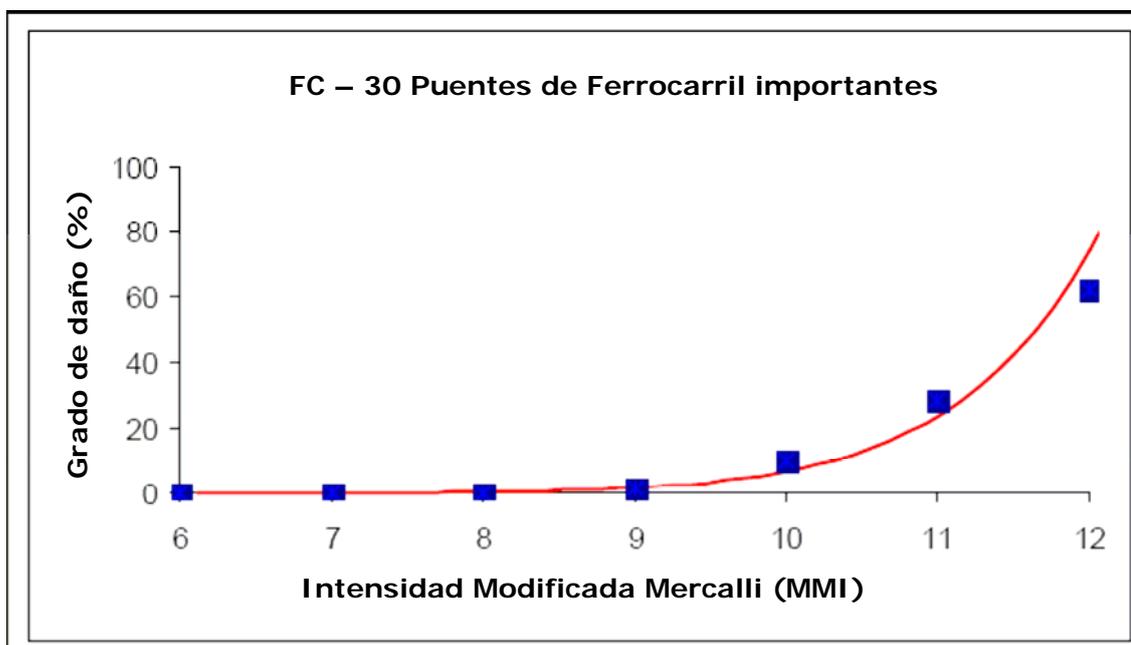


Curva de intensidad-daño para los puentes de ferrocarril articulados o de vigas (ATC-13 y ATC-25). Los puntos corresponden a los valores dados en el ATC-13. La línea continua es el ajuste propuesto.

Para intensidad VIII (máximas intensidad esperada en la Comunidad Autónoma de Aragón) los daños serán leves. Para intensidades mayores IX y X (intensidades no esperadas en la Comunidad Autónoma de Aragón) los daños serán moderados y fuertes respectivamente.



Curva de intensidad-daño para los puentes de ferrocarril continuos o de losas (ATC-13 y ATC-25). Los puntos corresponden a los valores dados en el ATC-13. La línea continua es el ajuste propuesto.



Curva de intensidad-daño para los puentes de ferrocarril importantes (ATC- 13 y ATC-25). Los puntos corresponden a los valores dados en el ATC-13. La línea continua es el ajuste propuesto.

2.10.7.3. Tramos túnel

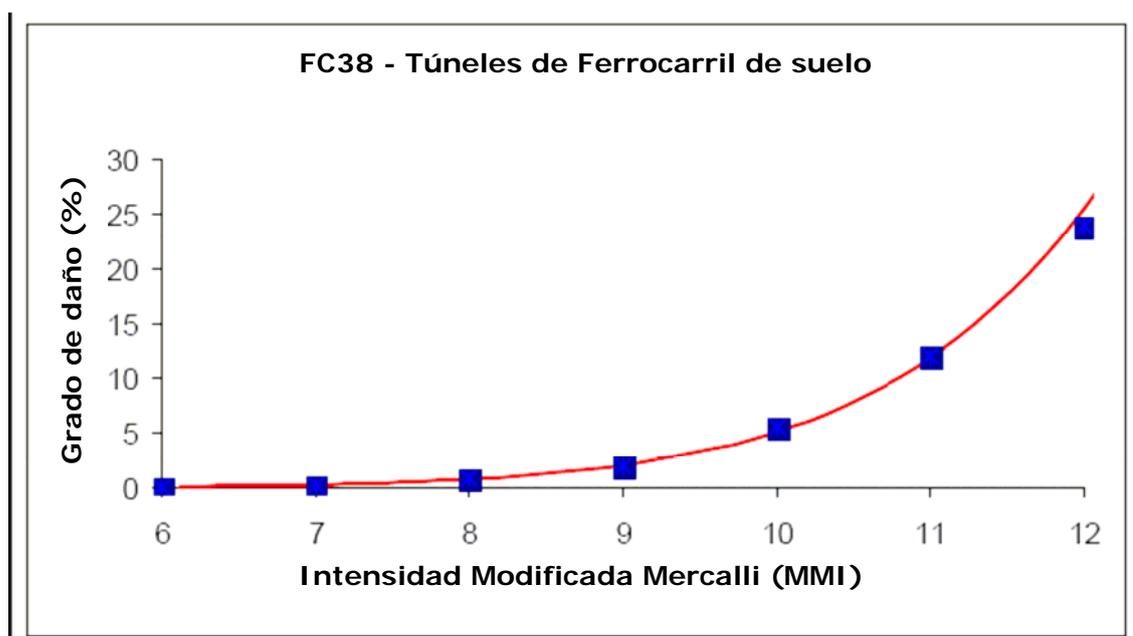
Los túneles de ferrocarril pueden ser en roca o en suelo, con soluciones constructivas de perforación (clásica) o falso túnel (cut-cover). Asimismo pueden estar o no revestidos y su longitud es variable.

Los túneles de ferrocarril pueden sufrir daños de cierta consideración en zonas de peligrosidad por desplazamientos permanentes (deslizamientos de terreno y fallas activas). Raramente sufren daños significativos causados solamente por la agitación.

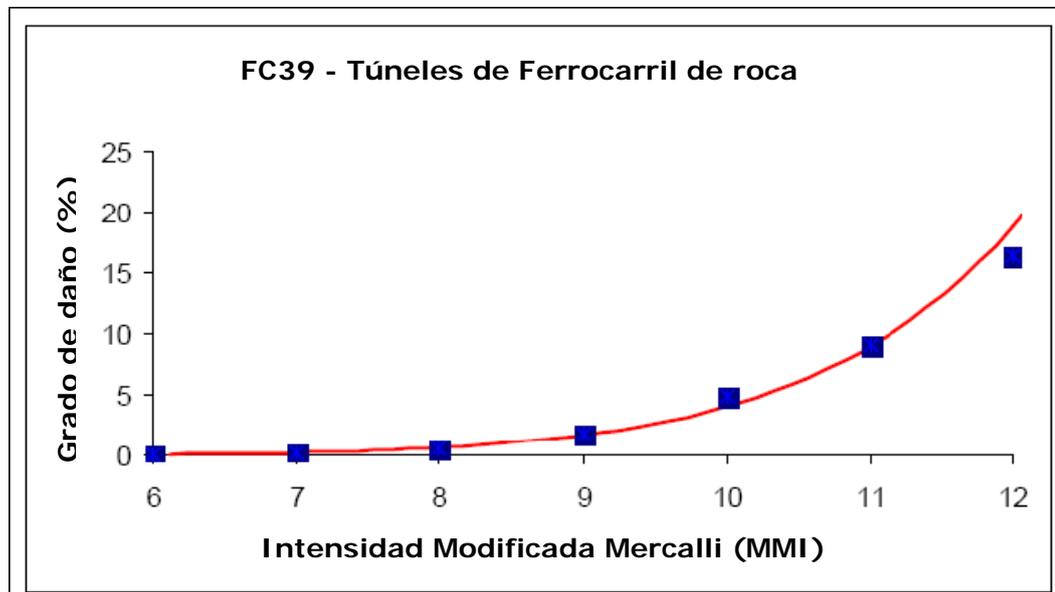
Sólo para intensidades elevadas IX y X (intensidades no esperadas en la Comunidad Autónoma de Aragón) son susceptibles de tener daños leves.

Las curvas empleadas para los túneles de ferrocarril están basadas en los datos del ATC-13 (FC 38, FC-39, FC-40) correspondiente a túneles en suelo, túneles en roca, y falsos túneles respectivamente. Análogamente, se supone que la aplicabilidad de estas curvas para el caso de la Comunidad no requiere ninguna adaptación y que las soluciones constructivas de este tipo de tramos son similares.

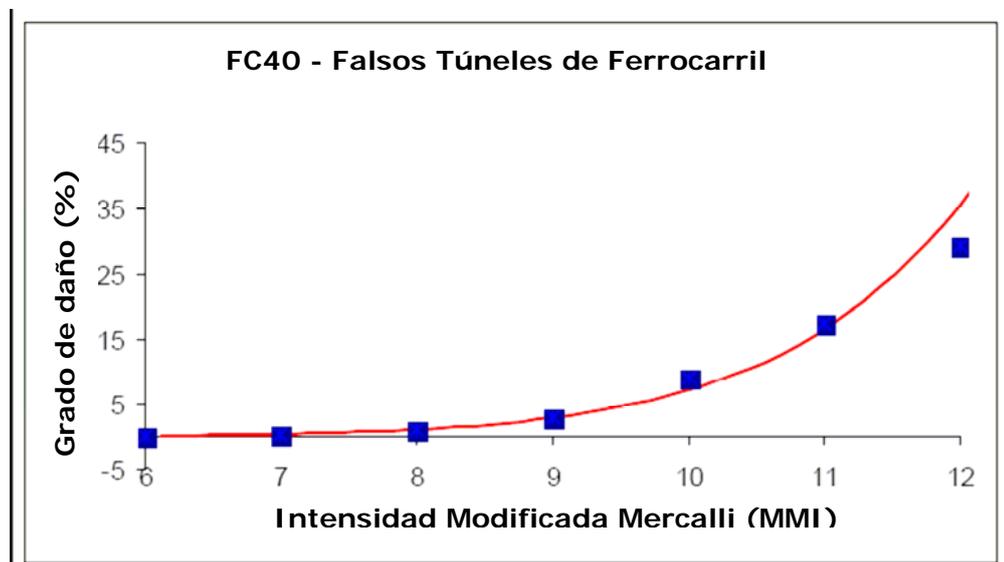
Aunque en la información facilitada por Renfe se comenta que “se ha aplicado la norma correspondiente a la instrucción en vigor durante la fecha de construcción, que corresponde en general a la de la línea en la que están inmersos” en este estudio se ha considerado que no se ha aplicado diseño sismorresistente alguno dada la dificultad adicional de particularizar los tramos, puentes y túneles con tal diseño, situándonos del lado conservador.



Curva de intensidad-daño para los túneles de ferrocarril de suelo (ATC-13 y ATC-25). Los puntos corresponden a los valores dados en el ATC-13. La línea continua es el ajuste propuesto.



Curva de intensidad-daño para los túneles de ferrocarril de roca (ATC-13 y ATC-25). Los puntos corresponden a los valores dados en el ATC-13. La línea continua es el ajuste propuesto.



Curva de intensidad-daño para los falsos túneles de ferrocarril (ATC-13 y ATC-25). Los puntos corresponden a los valores dados en el ATC-13. La línea continua es el ajuste propuesto.

En el Anejo V se pueden ver las distintas líneas existentes de ferrocarril en la Comunidad Autónoma de Aragón. Los daños de la red general de ferrocarril están en torno al 3 %.

2.10.8. INSTALACIONES AFECTADAS POR LA NORMATIVA DE ACCIDENTES GRAVES EN LOS QUE INTERVENGAN SUSTANCIAS PELIGROSAS

La Comunidad Autónoma de Aragón tiene una importante industria del sector químico.

Algunas de estas instalaciones están afectadas por la normativa europea de accidentes graves (SEVESO). Esta normativa establece una catalogación de las empresas que contienen sustancias peligrosas en base a la tipología y cantidad de productos que puedan llegar a disponer. Las empresas quedan divididas en 2 niveles en base a la cantidad de producto: nivel superior (artículo 9) y nivel inferior (artículos 6 y 7).

La aplicación de la metodología de la ATC en el caso de instalaciones que pueden provocar un accidente grave presenta bastantes limitaciones, se pueden señalar:

- son instalaciones muy singulares
- porcentajes de daño pequeños no son una garantía que no se produzca un accidente, ya que basta una pequeña rotura en conducciones o depósitos para provocarlo. Tomaremos un porcentaje de daño pequeño como una probabilidad pequeña de que se produzcan accidentes.
- Las curvas de vulnerabilidad que se aplican no están pensadas específicamente para este tipo de instalaciones.

Dentro de estas limitaciones, sin embargo, tendremos una primera visión que se deberá afinar y completar en un futuro con una metodología más específica.

Los elementos que hemos seleccionado para su análisis, entre los que nos posibilita la ATC son los siguientes:

- depósitos de superficie (FC 43)
- tuberías de superficie (FC 32)
- equipamiento mecánico (FC 68)

La selección de estos elementos se ha realizado teniendo en cuenta los elementos cuya avería puede dejar libre una importante cantidad de sustancia peligrosa y dentro de estos los que presentan una mayor vulnerabilidad.

Las curvas de vulnerabilidad utilizadas son las que se indican en la siguiente tabla:

	Intensidad						
	Grado de daño en %						
Infraestructura	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tuberías de superficie (FC 32)	0.0	0.0	0.5	1.1	2.3	5.1	14
Depósitos de superficie (FC 43)	0.1	0.5	1.7	4.6	16	28	37
Equipamiento mecánico (FC 68)	0.5	2.5	6.1	13	22	33	49

La ATC recomienda una serie de penalizaciones cuando se aplican fuera de California. Para el caso de tuberías y depósitos se recomienda 2 grados de penalización y en el caso del equipamiento mecánico 1 grado. Por tanto, la sismicidad de las entidades de población, a partir del mapa de peligrosidad para un período de retorno de 500 años, se elevara en 2 grados y en 1 grado respectivamente.

En la tabla siguiente resumimos los resultados:

ESTABLECIMIENTO	NIVEL AFECC	MUNICIPIO	I	% daños en depósitos de superficie	% daños en tuberías de superficie	% daños en equipamiento mecánico
AGUAS DE PANTICOSA	Nivel inferior	Panticosa	VII	4.6	1.1	6.1
AISCONDEL, S.A.	Nivel superior	Monzón	V	0.5	0	0.5
ERCROS SABIÑÁNIGO	Nivel superior	Sabiñánigo	VII	4.6	1.1	6.1
COOPERATIVA LOS MONEGROS DE SARIÑENA S.C.L.	Nivel inferior	Sariñena	V	0.5	0	0.5
DDP DESIMPACTO DE PURINES ALTORRICON S.A.	Nivel inferior	Altorricón	V	0.5	0	0.5
DESARROLLO QUIMICO INDUSTRIAL S.A. (DEQUISA)	Nivel Superior	Sabiñánigo	VII	4.6	1.1	6.1
GAS ARAGÓN, S.A.	Nivel inferior	Fraga	V	0.5	0	0.5
(HEXION SPECIALITY CHEMICALS)	Nivel inferior	Barbastro	V	0.5	0	0.5
MONTECINCA S.A.	Nivel inferior	Monzón	V	0.5	0	0.5
PAPELES Y CARTONAJES DE EUROPA S.A.	Nivel inferior	Alcolea de Cinca	V	0.5	0	0.5
CERAMICAS DOBON	Nivel inferior	Alcolea de Cinca	V	0.5	0	0.5
GAS NATURAL SDG, S.A.	Nivel inferior	Alcolea de Cinca	V	0.5	0	0.5
POLIDUX S.A	Nivel superior	Monzón	V	0.5	0	0.5

Plan Especial de Protección Civil ante sismos en la Comunidad Autónoma de Aragón

ESTABLECIMIENTO	NIVEL AFECC	MUNICIPIO	I	% daños en depósitos de superficie	% daños en tuberías de superficie	% daños en equipamiento mecánico
QUIMICA DEL CINCA,S.A.	Nivel superior	Monzón	V	0.5	0	0.5
ENERGY WORKS S.L.	Nivel inferior	Fonz	V	0.5	0	0.5
GAS BARBASTRO S. COOPERATIVA	Nivel inferior	Barbastro	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A.	Nivel inferior	Sariñena	V	0.5	0	0.5
INQUIDE SAU	Nivel superior	Monzón	V	0.5	0	0.5
CINCA VERDE S.C.P.A.	Nivel inferior	Aliaga	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A.	Nivel inferior	Castelserás	V	0.5	0	0.5
GRUPO AGRIMARTÍN	Nivel inferior	Teruel	V	0.5	0	0.5
ALFALFAS HERMANOS MARQUEZ S.L.	Nivel inferior	La Joyosa	V	0.5	0	0.5
CEYDI DISTRIBUCIONES Y SERVICIOS	Nivel inferior	Alagón	V	0.5	0	0.5
CEPSA ELF GAS S.A.	Nivel superior	Zuera	V	0.5	0	0.5
CLH, S.A.	Nivel superior	Zaragoza	V	0.5	0	0.5
COMUNIDAD DE PROPIETARIOS DE LA URB. EL ZORONGO	Nivel inferior	Villanueva de Gállego	V	0.5	0	0.5
COPO FERHER, S.A.	Nivel inferior	Fuentes de Ebro	V	0.5	0	0.5
FMC FORET, S.A.	Nivel superior	Zaida, La	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A.	Nivel inferior	Borja	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A.	Nivel inferior	Caspe	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A. PLANTA GLP DE CRISALIDA I	Nivel inferior	Maria de Huerva	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A. PLANTA GLP DE CRISALIDA II	Nivel inferior	Maria de Huerva	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A.	Nivel inferior	La Almunia de Doña Godina	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A. – PLANTA LATEXCO	Nivel inferior	La Almunia de Doña Godina	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A.	Nivel inferior	Zaragoza	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A.	Nivel inferior	Alagón	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGÓN, S.A.	Nivel inferior	Calatayud	V	0.5	0	0.5
GAS ARAGON, S.A.	Nivel inferior	Ejea de los Caballeros	V	0.5	0	0.5
GAS NATURAL SDG, S.A.	Nivel	Muel	V	0.5	0	0.5

ESTABLECIMIENTO	NIVEL AFECC	MUNICIPIO	I	% daños en depósitos de superficie	% daños en tuberías de superficie	% daños en equipamiento mecánico
	inferior					
GAS NATURAL SDG, S.A.	Nivel inferior	Zaragoza	V	0.5	0	0.5
ITALPANNELLI IBERICA S.A.	Nivel inferior	La Almunia de Doña Godina	V	0.5	0	0.5
JAMCAL ALIMENTACION S.A.	Nivel inferior	Calamocha	V	0.5	0	0.5
KOMPRI TEC, S.L.	Nivel inferior	Cuarte de Huerva	V	0.5	0	0.5
REPSOL BUTANO S.A	Nivel superior	María de Huerva	V	0.5	0	0.5
S.E.A. TUDOR, S.A.	Nivel inferior	Zaragoza	V	0.5	0	0.5
TORRASPAEL, S.A. (FACTORÍA LA MONTAÑANESA)	Nivel inferior	Zaragoza	V	0.5	0	0.5
UNIÓN DERIVAN, S.A.	Nivel superior	Zuera	V	0.5	0	0.5

Como se puede ver, el equipamiento mecánico (tan importante en este tipo de instalaciones) es que el tiene un peor comportamiento comparado con las tuberías y los depósitos.

Puntualmente, para los grados de sismicidad más alta, los depósitos tienen un peor comportamiento (recordemos que presentan una sismicidad de 2 grados de penalización mientras que el equipamiento mecánico solo tiene 1)- Esta circunstancia afectaría a industrias ubicadas en municipios donde son previsibles sismos de intensidad VIII o superior, circunstancia que en la actualidad no se da en ninguna industria afectada por la normativa de accidentes graves, en la Comunidad Autónoma de Aragón.

En Aragón vemos que las industrias con un mayor porcentaje de daño serían: Aguas de Panticosa (Panticosa), y Ercros y Desarrollo Químico Industrial (Dequisa) en Sabiánigo.

En estos casos los máximos porcentajes de daños están sobre el 6.1 % (equipamiento mecánico), que corresponde a daños "leves" ("daños significativos localizados en algunos elementos que normalmente no necesitan reparación para mantener la operatividad"), pero eso es difícil traducirlo de forma concreta a posibilidad de tener un accidente grave.

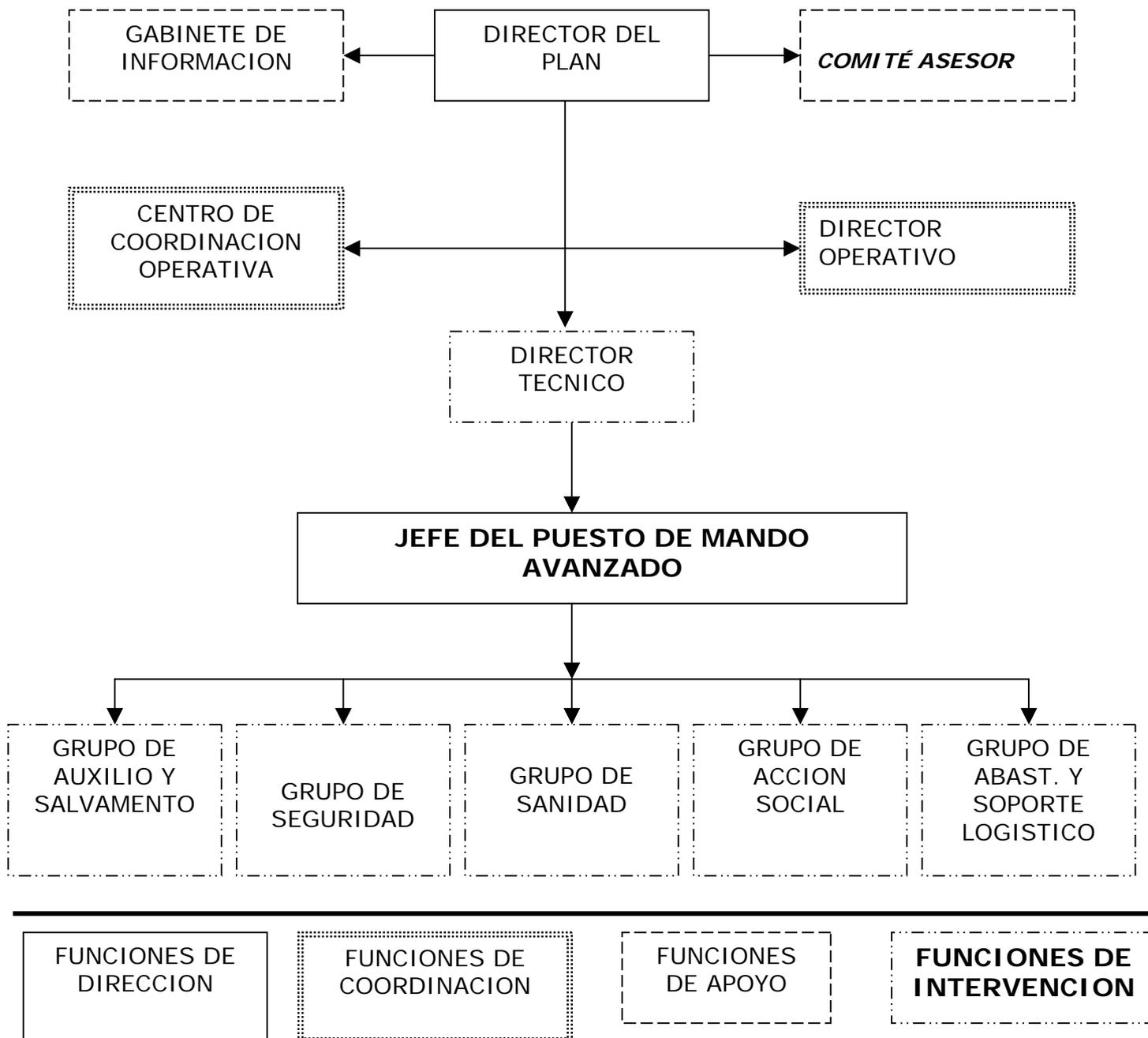
3. ESTRUCTURA, ORGANIZACION Y FUNCIONES

En la estructura organizativa del Plan Especial de Protección Civil ante el riesgo sísmico en Aragón, se diferencian cuatro órganos que agrupan a todos los participantes en el Plan, dependiendo de las acciones que deben llevar a cabo, agrupadas en labores de dirección, coordinación, intervención directa o asesoramiento.

- a) Son Órganos de Dirección los que tienen capacidad ejecutiva en el desarrollo de las acciones propias del Plan y están constituidos por el Director del Plan y el Jefe del Puesto de Mando Avanzado.
- b) Los Órganos de Apoyo y Asesoramiento tiene como función principal el estudio y análisis de las diversas situaciones que vayan produciéndose durante la emergencia, sus circunstancias y el asesoramiento a la dirección en la toma de decisiones. Se concretan en el Comité Asesor y el Gabinete de Información del Plan.
- c) Como Órganos de Coordinación tenemos los centros encargados de la gestión de las operaciones de emergencia, así como de la información generada. Esta actividad de coordinación requiere una comunicación fluida entre los Órganos de Dirección y los de Intervención. Además de los centros de coordinación, forma parte de este grupo el Director Operativo.
- d) En los Órganos de Intervención Operativa o Grupos de Acción se encuadran los servicios cuyas funciones se centran en la intervención directa en la emergencia tanto desde el punto de vista operativo o logístico. Lo componen el Director Técnico del Plan y los Grupos de Acción.

La siguiente figura presenta el esquema estructural del Plan.

ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA DEL PLAN DE PROTECCION CIVIL ANTE EL RIESGO DE SISMOS EN ARAGON



4. ÓRGANOS DE DIRECCIÓN

4.1. DIRECTOR DEL PLAN

El Director del Plan Especial de Protección Civil ante el riesgo sísmico en Aragón es el Consejero de Política Territorial, Justicia e Interior del Gobierno de Aragón quién podrá delegar todas o algunas de sus funciones en personas de su Departamento u otras autoridades.

Son funciones del Director del Plan las siguientes:

- Declarar la activación del Plan y las diferentes situaciones de emergencia previstas en el Plan.
- Convocar al Comité Asesor en su totalidad o parcialmente, en función de la magnitud de la emergencia.
- Constituir el CECOPI
- Analizar y valorar, con la información disponible, las situaciones provocadas por la emergencia
- Decidir las actuaciones mas convenientes para hacer frente a la emergencia.
- Dirigir y coordinar las actuaciones de emergencia. Para la toma de decisiones se asesorará por el Comité Asesor y para hacerlas ejecutivas, podrá transmitir sus órdenes al Director Técnico.
- Determinar y coordinar la información a facilitar a la población afectada, su forma de difusión y la información oficial a los medios de comunicación y a las distintas administraciones, a través del Gabinete de Información.
- Coordinar las actuaciones de los Alcaldes de los municipios afectados, estableciendo las directrices a seguir y administrando los medios y recursos que considere necesarios.
- Informar de la emergencia y su evolución a los Organismos competentes de la Administración General del Estado.
- Declarar la desactivación del Plan y el fin de la emergencia.
- Velar por el mantenimiento de la operatividad, revisión y actualización del Plan.
- Participar en la evaluación de los simulacros que se puedan llevar acabo.

4.2. COMITÉ DE DIRECCIÓN

Cuando en una emergencia por sismos lo solicite la Comunidad Autónoma y, en todo caso, cuando la emergencia sea declarada de interés nacional, las funciones de dirección y coordinación serán ejercidas dentro de un Comité de Dirección, a

través del Centro de Coordinación Operativa que corresponda, quedando constituido a estos efectos como Centro de Coordinación Operativa Integrado (CECOPI).

En ese caso, el Comité de Dirección estará formado por el Consejero de Política Territorial, Justicia e Interior y un representante del Ministerio de Interior, y contará para el desempeño de sus funciones con la asistencia de un Comité Asesor y un Gabinete de Información.

En el Comité Asesor se integrarán representantes de los órganos de las diferentes Administraciones, así como los técnicos y expertos que en cada caso considere necesario el Comité de Dirección.

Corresponderá al representante de la Comunidad Autónoma en el Comité de Dirección, el ejercicio de las funciones de dirección que, para hacer frente a la situación de emergencia le sean asignadas en el Plan de la Comunidad Autónoma.

El representante del Ministerio de Interior dirigirá las actuaciones del conjunto de las Administraciones Públicas cuando la emergencia sea declarada de interés nacional, de conformidad con lo establecido en el apartado 9 de la Norma Básica de Protección Civil. A estos efectos habrá de preverse la posibilidad de que ante aquellas emergencias que lo requieran el Comité de Dirección sea de ámbito provincial.

4.3. JEFE DEL PUESTO DE MANDO AVANZADO.

Este Puesto asume la coordinación de las actuaciones "in situ" para luchar contra la emergencia, además de coordinar las comunicaciones que se necesitan para una buena información entre los diferentes servicios que intervienen en la emergencia. Está en coordinación permanente con el Director del Plan, a través del CECOP, con el CECOPAL y con todos los Servicios que puedan actuar.

El Jefe del Puesto será generalmente el Responsable del Grupo de Auxilio y Salvamento que esté actuando en la zona y dirige todas las actuaciones de los grupos operativos en el lugar de la emergencia. Decide la ubicación de éste y la transmite con celeridad al CECOP. No obstante, si las circunstancias lo requieren, el Directo Técnico podrá designar a otro Jefe de Puesto de Mando Avanzado.

El Puesto de Mando Avanzado (PMA) debe de estar en lugar seguro y cerca de la zona afectada por la emergencia y desde él se dirigen y coordinan las operaciones directas de los Grupos Operativos.

El Jefe del PMA, en coordinación con el Director Técnico, será el máximo responsable sobre el terreno de la emergencia, así como del resto de actuaciones que puedan llevar asociadas, tales como el control y reducción de la situación de emergencia, el salvamento de víctimas, la protección de bienes, el

establecimiento de zonas de intervención, alerta, el establecimiento de prioridades, etc.

El Director Técnico podrá decidir establecer uno o varios Puestos de Mando Avanzado, en función del ámbito territorial que abarque la emergencia.

EN CASO DE CONSTITUIRSE VARIOS PUESTOS DE MANDO AVANZADO, EL DIRECTOR TÉCNICO ESTABLECERÁ EL MECANISMO DE COORDINACIÓN ENTRE ELLOS Y CON EL CECOP.

5 ORGANOS DE APOYO Y ASESORAMIENTO

5.1. COMITÉ ASESOR

5.1.1. Definición

Es un órgano formado por representantes de las distintas entidades afectadas por la emergencia, especialistas, representantes de los Grupos de Acción del Plan y personas que sean convocadas al efecto por el Director del Plan para su asesoramiento en la toma de decisiones en función de su experiencia ante la situación de emergencia declarada.

5.1.2. Composición básica del Comité Asesor

El Comité Asesor lo formarán, siempre según la determinación que tome el Director del Plan, las personas que se citan a continuación:

- Jefes de los Grupos de Acción
- Representantes del Departamento de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte del Gobierno de Aragón.
- Representantes del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.
- Representantes del Departamento de Salud y Consumo del Gobierno de Aragón.
- Representantes de los municipios y comarcas afectados.
- Representantes del Instituto Geográfico Nacional.
- Representantes del Instituto Tecnológico Geominero de España
- Técnicos de Protección Civil de las diferentes administraciones implicadas.
- Expertos designados por el Director del Plan en función de su idoneidad ante la emergencia. Entre éstos cabe la pena citar como ejemplos:
 - Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado.

- Demarcación de Carreteras del Estado.
- Personal técnico de entidades privadas
- Otros Organismos necesarios que determine el Director del Plan.

5.1.3. Funciones del Comité

Las funciones que deberán asumir los miembros que forman el Comité Asesor son los siguientes:

- Asesoramiento al Director del Plan en cuestiones estratégicas, tácticas y técnicas.
- Propuesta de medidas concretas para neutralizar la emergencia declarada.
- Emisión de informes y dictámenes en todas aquellas cuestiones que le sean solicitadas por el Director del Plan.

5.2. GABINETE DE INFORMACIÓN

El Gabinete de Información es el órgano a través del cual se canalizará y difundirá toda la información de carácter oficial a la población y a los medios de comunicación durante la emergencia. Se recopilarán y procesarán los datos relacionados con el incidente y se difundirán a los medios de comunicación, organismos, autoridades y público en general.

El Gabinete de Información será el único órgano autorizado para emitir los datos oficiales relativos a la situación de emergencia. La información se considera como información oficial de la Dirección del Plan.

El Responsable del Gabinete de Información será nombrado por el Consejero de Política Territorial, Justicia e Interior y estará constituido por:

- Personal del Gabinete de Comunicación del Gobierno de Aragón
- Personal de apoyo del Centro de Emergencia 112 SOS Aragón
- Personal de apoyo de los ayuntamientos y comarcas afectados.
- Cuando la emergencia sea declarada de interés nacional, podrán incorporarse a este Gabinete los miembros que a tal efecto designe el representante de la Administración General del Estado en el Comité de Dirección.

Las funciones que debe desarrollar el Gabinete son:

- Difundir las orientaciones y recomendaciones establecidas por el Director del Plan.
- Centralizar, coordinar y preparar la información general sobre la emergencia y su evolución.

- Informar sobre la emergencia a cuantas personas u organizaciones lo soliciten.
- En colaboración con el Grupo de Acción Social obtener, centralizar y facilitar toda la información relativa a posibles afectados, facilitando contactos familiares y la localización de las personas.
- Establecer y organizar los contactos necesarios con los medios de comunicación social, quienes solo tendrán relación directa con este Gabinete.
- Preparar la intervención de las autoridades en cualquier momento de la emergencia, para informar a la opinión pública.
- Elaborar y difundir los avisos a la población para que se adopten, si fuera necesario, medidas de protección. Para la ejecución de estos avisos se utilizará megafonía fija o móvil, medios de comunicación social, fundamentalmente las radios, etc.

6. ORGANOS DE COORDINACION

6.1. DIRECTOR OPERATIVO DEL PLAN.

El Director Operativo del Plan de Protección Civil ante sismos, será el Jefe de Servicio de Protección Civil de la Diputación General de Aragón.

En su ausencia actuará como tal, el técnico de Protección Civil responsable en ese momento del Centro de Coordinación Operativa (CECOP).

Funciones:

- Ejecutar las disposiciones del Director del Plan relativas al ejercicio de sus funciones.
- Dirigir las actuaciones del Centro de Coordinación Operativa de Aragón.
- Facilitar los medios logísticos que precise el Comité Asesor

6.2. CENTRO DE COORDINACIÓN OPERATIVA (C.E.C.O.P./C.E.C.O.P.I)

El Centro de Coordinación Operativa (CECOP) es la base instrumental para la coordinación y la transmisión de comunicaciones entre el Director del Plan, el Comité Asesor, el Puesto de Mando Avanzado y los jefes de los diferentes Grupos de Acción. Se encuentra ubicado en el Centro de Emergencias 112 SOS Aragón, que es el centro permanente de comunicaciones e información de emergencias, que tiene por objeto facilitar la coordinación y las comunicaciones entre los distintos servicios que actúan en caso de urgencia y de emergencia, así como atender las demandas de auxilio y activar los recursos necesarios en cada caso.

Habitualmente el Centro de Emergencias 112 SOS Aragón está dirigido administrativamente por un Director y depende orgánicamente del Servicio de Seguridad y Protección Civil del Gobierno de Aragón. En el momento en que se declare activado el Plan Especial de Protección Civil ante sismos, pasa a actuar

como Centro de Coordinación Operativa (CECOP) y la dirección recae sobre el Director del Plan.

Por último, cuando se declaren situaciones especiales de interés nacional, según se recoge en la Directriz básica, actuará como centro de Coordinación Operativa Integrado (CECOPI).

Como Centro de Coordinación operativa (CECOP) facilitará a los responsables de las administraciones que integran el Comité de Dirección, las labores de dirección y coordinación de la emergencia.

Los organismos implicados en la emergencia deberán transmitir al CECOP toda la información que dispongan sobre las consecuencias iniciales de la emergencia y su evolución, así como las peticiones de ayuda, evitando derivar la información a otros organismos.

Las funciones del CECOP son:

- Centro de recepción de alarmas.
- Centro de comunicación con los Organismos implicados, tanto del Gobierno de Aragón, de la Administración Central del Estado, Provincial o Local, como de Organizaciones Privadas que puedan verse afectados.
- Centro de Coordinación de la emergencia.
- Centro que asesora técnicamente al Director del Plan en los siguientes puntos.
 - Información sobre bases de datos, cartografías necesarias, medios y recursos e información que se refiera al Plan.
 - Asesoramiento al Consejo Asesor sobre posibilidades y actuaciones del Centro.
 - Gestión del desarrollo del Plan; en primer lugar activación de éste, procedimiento para desactivarlo y el seguimiento necesario.
- Centro de coordinación con los Centros de Coordinación Operativa Municipal.

Aunque el fenómeno sísmico producido no haya afectado directamente a Aragón, a petición de la Dirección General de Protección Civil del Ministerio del Interior, podrá constituirse un C.E.C.O.P.I. con el fin de facilitar la activación de medios y recursos destinados a ser enviados a colaborar en la gestión de la emergencia.

6.3. LOS CENTROS DE COORDINACIÓN OPERATIVA MUNICIPAL (CECOPAL).

El CECOPAL es el centro de dirección y coordinación del Plan de Actuación Municipal. Tiene la misión de dirigir las acciones incluidas en los Planes de Emergencia locales, ya sean municipales o comarcales.

El CECOPAL vigilará la buena coordinación que se debe lograr en la gestión de los recursos y medios municipales, integrados en los Grupos de Actuación.

El Presidente de la Comarca, Alcalde o la persona en la que deleguen, será el máximo responsable del CECOPAL.

7. ORGANOS DE INTERVENCION OPERATIVA O GRUPOS DE ACCION

7.1. DIRECTOR TÉCNICO

La principal misión del Director Técnico está dirigida a la adecuada ejecución de las órdenes establecidas por la Dirección del Plan, desarrollando la dirección operativa y coordinación de los distintos efectivos implicados, para la mejor aplicación de las necesarias medidas de actuación.

Las funciones que desarrollará el Director Técnico son las siguientes:

- Ejecutar las instrucciones del Director del Plan, desde el lugar de la emergencia.
- Coordinar con el Jefe del Puesto de Mando Avanzado las actuaciones a realizar por los Grupos Operativos.
- Designar al Jefe del Puesto Mando Avanzado, si las circunstancias de la emergencia aconsejan sustituir al previsto inicialmente.
- Proponer al Director del Plan el establecimiento de varios Puestos de Mando Avanzado si las circunstancias de la emergencia lo aconsejan.
- Coordinar el funcionamiento de los Puestos de Mando Avanzado en caso de que sea necesario establecer varios.
- Realizar el seguimiento y evaluación de la situación e informar y asesorar de forma permanente al Director del Plan.
- Promover el abastecimiento de los Grupos Operativos.

7.2. LOS GRUPOS OPERATIVOS

Son aquellas unidades de acción a través de las cuales se organiza la intervención y acción efectiva en situaciones de emergencia. Estos dispositivos constituyen un conjunto de medios humanos y materiales llamados a intervenir en la emergencia, con unas responsabilidades y actuaciones claramente definidas para cada uno de ellos.

Se definen los siguientes:

- Grupo de Auxilio y Salvamento.
- Grupo de Seguridad.

- Grupo de Sanidad.
- Grupo de Acción Social.
- Grupo de Abastecimiento y Soporte Logístico.

7.2.1. Grupo de Auxilio y Salvamento

Funciones:

- Llevar a cabo el rescate y salvamento de las personas y bienes afectados por la emergencia.
- Realizar la búsqueda de las personas desaparecidas con motivo de la emergencia.
- Controlar, reducir y neutralizar las causas y los efectos de los siniestros, mediante su actuación directa y en apoyo del personal especializado en caso que haya sido movilizado.
- Determinar el área de intervención.
- Evaluar y controlar los riesgos latentes y los riesgos asociados.

Ámbito de actuación:

El ámbito de actuación del Grupo de Auxilio y Salvamento será la zona afectada propiamente dicha, en la que los demás Grupos de Acción estarán en función suya.

Dirección del Grupo:

El Responsable del Grupo de Auxilio y Salvamento será el Jefe del Servicio de Bomberos de mayor graduación actuante en la zona asignada a ese Puesto de Mando Avanzado.

Componentes:

- Los Servicios de Extinción de Incendios y Salvamento de Aragón.
- Las Agrupaciones de Bomberos voluntarios incorporados a los Servicios anteriores.
- Los Agentes de Protección de la Naturaleza del Gobierno de Aragón.
- Las agrupaciones de voluntarios de Protección Civil, Cruz Roja, etc.
- Las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado (Guardia Civil, Policía Nacional) y las Policías Locales pueden considerarse integrados en este Grupo en lo referente al rescate y localización de personas desaparecidas y a la salvaguarda de la seguridad de los bienes en la zona de la emergencia.

7.2.2. Grupo de Seguridad

Funciones:

- Colaborar con el Grupo de Abastecimiento y Soporte Logístico, en las primeras fases de la emergencia, en la evaluación inicial de las consecuencias del sismo.
- Mantener el orden, especialmente en el área inmediata a la zona de intervención y área de influencia con el objeto de salvaguardar la actuación de los otros Grupos de Acción.
- La ordenación del tráfico en las zonas próximas a fin de garantizar la accesibilidad de los vehículos de los Servicios de los Grupos de Acción.
- Salvaguardar la integridad de personas y bienes.
- Colaborar en las tareas de evacuación.
- Ejecutar las órdenes de expropiación temporal y/o la movilización de recursos privados decretados por el Director del Plan.
- Instruir diligencias e identificar cadáveres.

Ámbito de actuación:

El ámbito de actuación del Grupo de Seguridad será el área de emergencia, el perímetro de la zona afectada y toda el área de influencia de la catástrofe.

Dirección del Grupo:

El Responsable del Grupo de Seguridad será designado por el Delegado del Gobierno en Aragón o bien por el Subdelegado correspondiente si la emergencia afecta a una sola provincia.

Componentes:

- Los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado: Cuerpo Nacional de Policía y Guardia Civil.
- Policía Local.

7.2.3. Grupo de Sanidad

Funciones:

En las situaciones de emergencia sus actuaciones deben de permitir alcanzar los siguientes objetivos:

- Organizar, dirigir, y efectuar la asistencia sanitaria de urgencia en la zona inmediata al siniestro, ordenando la prioridad de la atención y el traslado de los heridos.
- Prestar los primeros auxilios a las personas afectadas por la emergencia.
- Organizar y efectuar el traslado de los heridos a los centros hospitalarios, controlando la adecuada explotación de las camas disponibles, así como el destino de cada uno de los traslados.
- Desencadenar, en caso necesario, planes de emergencia en los hospitales a fin de que puedan ampliar su capacidad de recepción y atención de heridos.
- Prever en la entrada de los hospitales un área de información del estado de los heridos a los familiares.
- Recuperar y mantener la salud pública.
- Realizar las tareas necesarias a fin de controlar posibles focos epidemiológicos.
- Llevar el control sanitario del abastecimiento alimentario y de agua potable a la población.
- Dar pautas individuales y colectivas de conducta de autoprotección sanitaria adecuadas a la situación, tanto a los afectados como a los Grupos de Acción.
- Mantener, en lo posible, los servicios sanitarios mínimos asistenciales a la población, tanto médicos como hospitalarios y farmacéuticos.
- Coordinar el destino de los cadáveres y el servicio funerario.

Ámbito de actuación:

El ámbito de actuación del Grupo de Sanidad será el área inmediata a la zona afectada en cuanto a la recepción y atención de los heridos y toda la zona afectada y áreas de influencia en cuanto a la restauración y mantenimiento de la salud pública.

Dirección del Grupo:

El Responsable del Grupo de Sanidad será el experto designado por el Consejero de Salud y Consumo del Gobierno de Aragón.

Componentes:

- El Servicio Aragonés de Salud del Departamento de Salud y Consumo.

- Gerencia de Urgencias y Emergencias Sanitarias de Aragón del 061
- La Dirección Territorial del Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Los Organismos competentes en materia de sanidad y salud pública de las Diputaciones Provinciales, Ayuntamientos, Comarcas y sus Servicios de Emergencia.
- Hospitales privados de Aragón.
- Centros de Asistencia Primaria.
- Organizaciones de voluntarios con capacidad de atender sanitariamente a la población y de efectuar traslados de tipo sanitario: Cruz Roja Española en Aragón u otras agrupaciones de voluntarios.
- Las empresas de ambulancias radicadas en Aragón.
- Las empresas distribuidoras de productos farmacéuticos.
- Las empresas que prestan servicios funerarios.

7.2.4. Grupo de Acción Social

Funciones:

Se distinguen dos ámbitos de actuación:

✓ En la zona de emergencia.

- Identificar, atender, confortar a la población afectada, gestionando su traslado a los centros de acogida.
- Atender al auxilio material y el socorro alimentario de la población y de los integrantes de los Grupos de Acción.
- Llevar el control sobre los datos, estado y ubicación de las personas afectadas.
- Organizar a la población afectada en orden a su evacuación cuando sea necesaria, derivando a los evacuados a domicilios de familiares, amistades, voluntarios o hacia albergues o centros de acogida creados al efecto.
- Organizar el voluntariado a medida que se vaya incorporando a la zona de emergencia.

✓ En los Centros de Acogida.

- Atender a los evacuados, identificarlos y valorar su situación (reunificar familias).
- Organizar los albergues o centros de acogida en lo referente a la atención a los desplazados.
- Llevar el control sobre los datos, estado y ubicación de las personas albergadas.
- Organizar y controlar el voluntariado que se vaya sumando a los centros de acogida.

Ámbito de actuación:

El ámbito de actuación del Grupo de Acción Social será la población afectada y los miembros de los Grupos de Acción intervinientes.

Dirección del Grupo:

El Responsable del Grupo de Acción Social será el experto designado por la Consejera de Servicios Sociales y Familia del Gobierno de Aragón.

Componentes:

- El personal adscrito al Departamento de Servicios Sociales y Familia del Gobierno de Aragón que se determine.
- El Organismo competente en materia de acción social de las Diputaciones Provinciales, Ayuntamientos o Comarcas afectadas (Servicios Sociales de Base).

- Los Organismos No Gubernamentales (ONG) con actividad social tales como Cruz Roja Española en Aragón, Cáritas, etc.
- Los asistentes sociales de entidades públicas y privadas no pertenecientes a los Organismos citados anteriormente como hospitales, geriátricos, etc.
- Se podrán encuadrar en este Grupo personal de enseñanza y voluntario (Psicólogos, Educadores, Colegios Profesionales de Asistentes Sociales, Psicólogos, Trabajadores Sociales, etc.).

7.2.5. Grupo de Abastecimientos y Soporte Logístico.

Funciones:

- Delimitar, junto con el Grupo de Seguridad, el área afectada, informando a mayor brevedad posible al Director del Plan sobre:
 - Daños en viviendas, red hospitalaria y otros equipamientos esenciales
 - Estado de las infraestructuras, vías de comunicación, redes eléctricas y telefónicas.
 - Fenómenos asociados, tales como incendios, fugas y derrames de sustancias tóxicas o peligrosas, deslizamientos del terreno, inundaciones, etc.
 - Estimación del número de víctimas
- Diagnosticar sobre el estado de afectación de infraestructuras, edificios, servicios, industrias y bienes, identificando los servicios susceptibles de ser rehabilitados.
- Determinar y llevar a cabo las medidas urgentes para la restauración de daños en aras a la seguridad y su rehabilitación de urgencia.
- Dirigir y realizar los trabajos y obras de: desescombros, limpieza, apuntalamiento y rehabilitación de urgencia que determine el Director del Plan.
- Habilitar y poner en funcionamiento, con carácter de urgencia, equipamientos que puedan requerir otros grupos de acción para el desarrollo de su labor.
- Coordinar y realizar el restablecimiento de los servicios de suministros esenciales. Gestionar el suministro de servicios esenciales a la población y a los servicios actuantes con medios provisionales, mientras éstos no puedan ser atendidos normalmente. Con especial atención al suministro de agua potable a la población y de combustible a los Grupos de Acción.
- Gestionar y proporcionar medios de transporte de personas y materiales que requieran los Grupos de acción bajo las directrices del Director del Plan.

Ámbito de actuación:

El ámbito de actuación del Grupo de Abastecimiento y Soporte Logístico es el territorio, las infraestructuras, las instalaciones y los edificios del área afectada, así como los medios de transporte necesarios.

Dirección del Grupo:

El Responsable del Grupo de Abastecimiento y Soporte Logístico será el experto designado por el Consejero de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte del Gobierno de Aragón.

Componentes:

- El personal del Departamento de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes que se designe del Gobierno de Aragón.
- Personal del Departamento de Agricultura y Alimentación.
- Los organismos competentes en materia de infraestructuras, servicios, obras y transportes de las Diputaciones Provinciales, Ayuntamientos y Comarcas.
- Empresas de suministro de servicios: agua, electricidad, gas, combustible, teléfono, etc.
- Empresas públicas y privadas de transporte de personas y materiales.
- Empresas de la construcción, instalaciones y montajes.

8. DETERMINACION DE FASES Y SITUACIONES

El Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de sismos en la Comunidad Autónoma de Aragón regula la actuación de los diferentes elementos de la estructura establecida, en función de cada una de las fases y situaciones de emergencia.

Se distinguirán las fases y situaciones siguientes:

A) Fase de intensificación del seguimiento y la información.- En esta fase los fenómenos sísmicos se producen sin ocasionar víctimas ni daños materiales relevantes, por lo que, desde el punto de vista operativo, está caracterizada fundamentalmente por el seguimiento instrumental y el estudio de dichos fenómenos y por el consiguiente proceso de información a los órganos y autoridades competentes en materia de protección civil y a la población en general.

En esta fase se considera la siguiente situación específica.

Situación 0: Estará motivada por la ocurrencia de fenómenos sísmicos ampliamente sentidos por la población que será informada sobre las circunstancias de dichos fenómenos.

B) Fase de emergencia.- Esta fase tendrá su inicio con la ocurrencia de un terremoto que haya producido daños materiales o víctimas y se prolongará hasta que hayan sido puestas en práctica todas las medidas necesarias para el socorro y la protección de personas y bienes y se hayan restablecido los servicios básicos en las zonas afectadas.

En esta fase se distinguirán las siguientes situaciones:

Situación 1: Se han producido fenómenos sísmicos, cuya atención, en lo relativo a la protección de personas y bienes, puede quedar asegurada mediante el empleo de los medios y recursos disponibles en las zonas afectadas.

Situación 2: Se han producido fenómenos sísmicos que por la gravedad de los daños ocasionados, el número de víctimas o la extensión de las áreas afectadas, hacen necesario, para el socorro y protección de personas y bienes, el concurso de medios, recursos o servicios ubicados fuera de dichas áreas.

Situación 3: Emergencias que, habiéndose considerado que está en juego el interés nacional, así sean declaradas por el Ministro de Interior.

C) Fase de normalización.- Fase consecutiva a la de emergencia que se prolongará hasta el restablecimiento de las condiciones mínimas imprescindibles para el retorno a la normalidad en las zonas afectadas por el terremoto.

Durante esta fase se realizarán las primeras tareas de rehabilitación en dichas zonas, consistentes fundamentalmente en el reforzamiento o, en su caso, demolición de edificios dañados, reparación de los daños más relevantes sufridos por las infraestructuras de los transportes, de las telecomunicaciones y del suministro de agua, electricidad y combustibles, realojamiento provisional de las personas que hubieran perdido su vivienda, etc.

9. OPERATIVIDAD

La actuación de los diferentes elementos que componen la estructura del Plan, en cada una de las fases y situaciones establecidas será la siguiente:

9.1. FASE DE INTENSIFICACIÓN DEL SEGUIMIENTO Y LA INFORMACIÓN

9.1.1. SITUACION 0

Se ha producido un fenómeno sísmico ampliamente percibido por la población de una determinada zona de Aragón, sin producir víctimas ni daños materiales considerables.

Las actuaciones en esta situación, considerada como SITUACION DE PREALERTA se centrarán en:

a) Desde el Centro de Emergencias 112 SOS Aragón:

Notificación del suceso a:

- Director del Plan.
- Servicios de emergencias de la zona afectada, principalmente los de Auxilio y Salvamento, Sanidad y Seguridad.
- Autoridades locales y estatales.
- Medios de comunicación

b) Los servicios de emergencias de la zona afectada atienden los incidentes puntuales que se hayan producido.

c) Desde el Centro Nacional de Información Sísmica del Instituto Geográfico Nacional se realiza un seguimiento instrumental del fenómeno sísmico producido, informando al Centro de Emergencias del Gobierno de Aragón de su evolución.

9.2. FASE DE EMERGENCIA

9.2.1. Situación 1

Se han producido fenómenos sísmicos en una determinada zona de Aragón, con daños materiales significativos o víctimas que pueden ser atendidos con los recursos humanos y materiales de la zona afectada.

La activación del Plan en esta Situación 1 supondrá, además de las actuaciones señaladas en la Situación 0, las siguientes:

a) Director del Plan

- A la vista de las consecuencias del fenómeno sísmico, declara activado el Plan en Fase de Emergencia y Situación 1
- Constituye el C.E.C.O.P.

b) Desde el Centro de Emergencias 112 SOS Aragón:

- Convocar al Comité Asesor y al Gabinete de Información.
- Activación de todos los Grupos de Acción.
- Se mantiene a disposición del Director del Plan para realizar las tareas que se le asignen.

c) Gabinete de Información

- Elabora y difunde los avisos a la población sobre la evolución del suceso y las normas de autoprotección a seguir.

d) Grupo de Auxilio y Salvamento

- Ataca los posibles incendios u otros fenómenos asociados que se hayan producido.
- Notifica al CECOP la localización inicial del Puesto/s de Mando Avanzado.
- Realiza la localización y salvamento de los posibles fallecidos, heridos y atrapados.
- Establece las medidas de auxilio a la población.
- Establece perímetros de seguridad en las zonas afectadas.
- Evita la aparición de riesgos asociados.

e) Grupo Sanitario

- Colabora con el Grupo de Auxilio y Salvamento en el rescate de las víctimas
- Realiza el triaje de los heridos.
- Proporciona los primeros auxilios sanitarios a los heridos
- Gestiona la evacuación de las víctimas.

- Activa, en caso necesario, los planes de emergencia de los centros hospitalarios.
 - Controla posibles focos epidemiológicos, así como el control higiénico-sanitario de agua y alimentos.
- f) Grupo de Seguridad
- Colabora con el Grupo de Abastecimiento y Soporte Logístico en la evaluación inicial de los daños producidos.
 - Mantiene el orden público
 - Regula el tráfico, facilitando la circulación de los vehículos de emergencias.
 - Asegura los perímetros de seguridad establecidos.
 - Ejecuta las órdenes de expropiación temporal y la movilización de recursos privados que ordene el Director del Plan.
 - Evita acciones de pillaje protegiendo los bienes públicos y privados.
 - Establece las medidas de identificación y custodia de los fallecidos.
- g) Grupo de Acción Social.
- Identifica, conforta y atiende a la población, gestionando si es necesario su traslado a los centros de acogida.
 - Gestiona el abastecimiento de agua, alimentos y ropa de la población afectada y de los componentes de los Grupos de Acción.
 - En caso necesario, organiza a la población para su evacuación, controlando la ubicación de cada desplazado y su estado.
 - Organiza los centros de acogida para la población reubicada.
 - Mantiene el control sobre la ubicación de las personas evacuadas y facilita la reunificación familiar.
 - Organiza a los voluntarios que puedan incorporarse en la zona afectada o en los centros de acogida.
- h) Grupo de Abastecimiento y Soporte Logístico.
- Evaluar lo más rápidamente posible las consecuencias del siniestro tales como: estimación del número de víctimas; área geográfica afectada; daños en viviendas, red hospitalaria y otros equipamientos esenciales; estado de las vías de comunicación, redes eléctricas y telefónicas; presas y cualquier otra instalación cuyo deterioro pudiera suponer un nuevo riesgo.
 - Realizar los trabajos de desescombro, apuntalamiento y primera rehabilitación de los edificios que decida el Director del Plan.
 - Inspección y clasificación de edificios en función de los daños sufridos.
 - Restablecer los servicios esenciales que se hayan visto afectados, tales como comunicaciones telefónicas, agua potable, energía eléctrica, gas y combustibles.
 - Reparación lo mas urgente posible de los daños ocasionados en carreteras, líneas de ferrocarril y aeropuertos con vistas a las actuaciones propias de la gestión de la emergencia.

- Tratar de evitar los peligros que puedan generarse por los daños sufridos en las redes o centros de transformación de energía eléctrica, conducciones de gas, etc.
- Facilitar medios de trabajo y transporte a los Grupos de Acción
- Colaborar en el abastecimiento de víveres a la población afectada y a los Grupos de Actuación.
- Garantizar las comunicaciones entre centros operativos, los Grupos de Acción y dónde decida el Director del Plan.
- Colaborar en el establecimiento de los centros de acogida.

9.2.2. Situación 2.

Los fenómenos sísmicos acaecidos han producido un número significativo de víctimas y daños materiales de gran envergadura de manera que se hace necesario, para el socorro y protección de personas y bienes, el concurso de medios, recursos o servicios de fuera de las zonas afectadas.

En esta Situación², las actuaciones a realizar, además de las reseñadas para las Situaciones anteriores, serán las encaminadas a activar los recursos de la Comunidad Autónoma de Aragón, necesarios para completar todas las funciones encomendadas a los distintos Grupos de Acción para gestionar la emergencia.

Las actuaciones en esta Situación 2 serán:

a) Director del Plan

A la vista de las consecuencias del fenómeno sísmico, declara activado el Plan en Fase de Emergencia y Situación 2

b) Desde el Centro de Emergencias 112 SOS Aragón.

- Activar todos los recursos necesarios para la atención de la emergencia, a medida que vayan siendo solicitados por el Director del Plan o el/los Jefe/s de Puesto/s de Mando Avanzado.

c) Grupos de Acción.

- Van incrementando sus actuaciones a medida que sus recursos humanos y materiales se vayan completando hasta controlar la emergencia.

9.2.3. Situación 3.

Se ha producido una emergencia ocasionada por un fenómeno sísmico, que el Ministro del Interior considera afecta al interés nacional.

a) Director del Plan

- Constituye el Comité de Dirección, al incorporarse el representante del Ministerio del Interior.

Corresponderá al representante designado por la Comunidad Autónoma de Aragón en este Comité de Dirección el ejercicio de las funciones de dirección que, para hacer frente a la situación de emergencia, le son asignadas en el Plan.

El representante del Ministerio del Interior dirigirá las actuaciones del conjunto de las administraciones públicas

- Constituye, junto con el representante del Ministerio del Interior el C.E.C.O.P.I.

b) Comité Asesor y Gabinete de Información

Completan su composición con representantes de las diferentes administraciones así como los técnicos y expertos que en cada caso considere necesario el Comité de Dirección.

c) Grupos de Acción

Incorporan los recursos aportados por la Administración General del Estado y continúan sus actuaciones hasta la finalización de la emergencia.

9.3. FASE DE NORMALIZACIÓN

Esta fase, consecutiva a la emergencia, se prolongará hasta el establecimiento de las condiciones mínimas imprescindibles para recuperar la normalidad en las zonas afectadas por el sismo, lo que supone el reforzamiento o en su caso demolición de los edificios dañados, reparación de los daños relevantes de las infraestructuras de transportes, telecomunicaciones, suministro de agua electricidad, combustibles, realojamiento provisional de las personas que hayan perdido su vivienda, etc.

10. PROCEDIMIENTOS DE INFORMACION SOBRE FENOMENOS SISMICOS

10.1. SISMOS NOTIFICABLES Y CARACTERÍSTICAS A NOTIFICAR

El sistema de información sobre fenómenos sísmicos está constituido por el Centro Nacional de Información Sísmica del Instituto Geográfico Nacional (IGN), que cuenta con una Red Sísmica Nacional.

Para la rápida activación de este Plan tras el acaecimiento de movimientos sísmicos que así lo requieran o la adopción, en otros casos, de las medidas que procedan, es necesario conocer las características fundamentales del terremoto de la forma más inmediata y con la mayor precisión posible.

Estas características fundamentales a transmitir desde el IGN al Centro de Emergencias 112 SOS Aragón son:

- Fecha y hora en que ha ocurrido el terremoto
- Parámetros focales, con latitud, longitud, profundidad, magnitud y estimación de intensidad.
- Estimación del área afectada
- Estimación de intensidades en municipios de área afectada

10.2. MEDIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN Y DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE FENÓMENOS SÍSMICOS.

El procedimiento establecido para la recepción de la información procedente del Instituto Geográfico Nacional, es el aviso vía fax del IGN al Centro de Emergencias 112 SOS Aragón.

Por este procedimiento se están recibiendo las notificaciones sobre los movimientos sísmicos que se producen en el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón o que pueden tener repercusiones en la misma, que contienen la información mencionada en el punto anterior.

Recibido un aviso del IGN, desde el Centro de Emergencias 112 SOS Aragón se activa de modo inmediato el protocolo correspondiente, procediendo a recabar información vía telefónica de la zona posiblemente afectada, para conocer las repercusiones del fenómeno, actuando posteriormente de acuerdo con la información que se reciba.

Para obtener esta primera información, se contacta con Ayuntamientos, parques de bomberos, policías locales, Guardia Civil, agrupaciones de voluntarios, etc. de

las zonas posiblemente afectadas, con lo que se consigue por una parte, tener una primera información sobre las repercusiones del sismo acaecido y por otra, informar con prontitud a estas instituciones y servicios del fenómeno producido.

Paralelamente, de tratarse de un sismo percibido por la población, es esperable que se reciban en el Centro de Emergencias 112 SOS Aragón notificaciones de particulares informando del suceso y de las repercusiones que hayan podido sufrir.

De toda la información que se recaba, se informa posteriormente al IGN.

11. MEDIOS Y RECURSOS.

El Catálogo de Medios y Recursos está formado por la base de datos donde se reúne toda la información posible de los medios y recursos movilizables frente a las emergencias producidas por los terremotos, ya sean de titularidad pública o privada.

De esta forma, se puede conocer de forma rápida y concisa, con qué medios y recursos se cuenta para resolver una emergencia, dónde están ubicados y a quién hay que dirigirse para activarlos.

Son medios todos los elementos humanos y materiales, de carácter esencialmente móvil, que se incorporan a los Grupos de Acción ante las emergencias.

Son recursos todos los elementos naturales y artificiales, de carácter esencialmente estático, cuya disponibilidad hace posible o mejora las labores de los Grupos de Acción ante las emergencias.

Para una mejor coordinación en situaciones de emergencia, la Dirección General de Protección Civil del Ministerio del Interior, elaboró una base de datos denominada "Catálogo Nacional de Medios y Recursos" que estimamos debe ser utilizada en todos los procesos de catalogación de ámbito autonómico o local.

El Centro de Coordinación Operativa de Aragón centraliza la base de datos del Catálogo de Medios y Recursos en caso de emergencia. Los Centros de Coordinación Operativa Local y los servicios técnicos de Protección Civil, desde sus respectivos ámbitos, participarán en la elaboración, mantenimiento y actualización de dicho catálogo.

Para la asignación de medios y recursos de titularidad estatal a PROCISIS se estará a lo dispuesto en el Acuerdo de Consejo de Ministros de 6 de mayo de 1994 sobre criterios de asignación de medios y recursos de titularidad estatal a los planes territoriales de Protección Civil.

Los recursos de los organismos contemplados en el PROCISIS podrán ser movilizados desde el Centro de Coordinación Operativa y, según el nivel de activación del Plan, desde los Centros de Coordinación Operativa Local.

En el caso de que sea necesario movilizar otros medios y recursos no pertenecientes a ningún organismo contemplado en el presente Plan, el Director del Plan procederá a la requisa temporal de todo tipo de bienes, así como la intervención de los que sean necesarios. Quienes como consecuencia de estas actuaciones, sufran perjuicios en sus bienes tendrán derecho a ser indemnizados de acuerdo con lo dispuesto en las leyes.

12. IMPLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO

12.1. IMPLANTACIÓN

La Implantación del Plan comprende el conjunto de acciones que deben llevarse a cabo para asegurar su correcta aplicación.

Para que el Plan sea realmente operativo, será necesario que todos los actuantes previstos tengan un pleno conocimiento de los mecanismos y las actuaciones planificadas y asignadas.

Para asegurar la correcta implantación del PROCISIS, será necesario al menos:

- 1.- Concretar la infraestructura necesaria de medios humanos y materiales capacitados para hacer frente a las emergencias producidas por los terremotos y determinar los sistemas para la localización de los responsables.
- 2.- Establecer protocolos, convenios, acuerdos necesarios con los organismos y entidades participantes, tanto para clarificar actuaciones como para la asignación de medios y/o asistencia técnica.
- 3.- Mantener permanentemente actualizada la designación de los componentes del Consejo Asesor y Gabinete de Información y modo de localización de los mismos.
- 4.- Mantener permanentemente actualizada la designación de los mandos (y sus sustitutos), componentes y medios que constituyen los Grupos de Acción y los sistemas para su movilización.
- 5.- Comprobar la eficacia del modelo implantado, el adiestramiento del personal y la disponibilidad de medios, mediante la realización de los simulacros que el Director Técnico considere necesarios.

La formación de las personas con responsabilidades en el Plan se inicia con el conocimiento del Plan por los mismos, mediante su difusión, total o parcial, adecuada a las acciones que cada uno le compete.

12.2. MANTENIMIENTO.

Se entiende por Mantenimiento del Plan el conjunto de actuaciones encaminadas a garantizar que los procedimientos de actuación previstos en el Plan sean plenamente operativos y que su actualización y adecuación a modificaciones futuras en el ámbito territorial sean objeto de planificación.

El Servicio de Protección Civil del Gobierno de Aragón, establecerá una planificación de las actividades de acuerdo con los organismos implicados, para la implantación y mantenimiento que deban desarrollarse, tales como: divulgación, simulacros, actualización y revisión periódica de información.

12.3. DIVULGACIÓN Y FORMACIÓN.

Cuando se produzca la aprobación del Plan, se editará en formato papel y en formato digital el contenido del Plan con todos sus Anexos y se enviará a todos los organismos que participen en el PROCISIS, así como a todos los organismos de Protección Civil de las Comunidades Autónomas.

El contenido del PROCISIS se colocará en la página web de la Dirección General de Interior.

Una vez homologado, el PROCISIS y con objeto de asegurar su conocimiento por todas las personas que intervienen en el mismo, se establecerán jornadas técnicas formativas, que en función de los distintos niveles operativos darán a conocer la estructura, organización y operatividad del Plan.

Asimismo se establecerá un programa de cursos de formación tanto para mejorar las técnicas de actuación, como para reciclaje de conocimientos, de tal forma que a ser posible, nadie pueda participar en el Plan sin la adecuada formación.

La formación del personal implicado, contemplada en la fase de implantación, debe ser una labor continuada ya que se trata de un documento vivo sujeto a constantes revisiones y actualizaciones.

12.4. EJERCICIOS DE ADIESTRAMIENTO.

Los ejercicios de adiestramiento forman parte de la formación permanente y consisten en la movilización parcial de los recursos y medios asignados o no al Plan, a fin de familiarizar a los diferentes Grupos de Acción con los equipos y técnicas que deberán utilizar en caso de una emergencia real.

Tras los ejercicios y simulacros, se evaluará la eficacia de las actuaciones con el intercambio de experiencias, impresiones y sugerencias de todos los miembros de cada Grupo de Acción que participe, a fin de mejorar la operatividad del Plan. Así como en el simulacro se plantea como una comprobación de la operatividad del Plan en su conjunto, el ejercicio se entiende más como una actividad tendente a familiarizar a los distintos grupos con los equipos y técnicas que deberían utilizar en caso emergencia. Por otra parte, al realizarse en grupos más reducidos, constituye un elemento de mayor agilidad que el simulacro para la verificación parcial del funcionamiento del Plan.

Cada organismo participante en el Plan, preparará en su plan anual de actividades, al menos un ejercicio en el que los miembros del mismo deban emplear todos o parte de los medios necesarios en caso de emergencia.

Los ejercicios se realizarán en las fechas y horas especificadas, procediéndose a continuación a la evaluación de la eficacia de las actuaciones. Tras los ejercicios, los miembros de cada grupo intercambiarán impresiones y sugerencias con objeto de mejorar la operatividad del Plan. Aquellas que, a juicio del Jefe del grupo pudieran constituir una mejora sustancial, serán incorporadas tan pronto como sea posible.

12.5. SIMULACROS.

Se entiende por simulacro, la activación del Plan ante una emergencia simulada, con el fin de comprobar, tanto el correcto funcionamiento de las transmisiones y canales de notificación, como la rapidez de respuesta, en la organización y puesta en escena de los distintos Grupos de Acción, todo ello al objeto de evaluar los posibles fallos o errores para que puedan ser corregidos.

Su finalidad es la de evaluar la operatividad del Plan respecto a las prestaciones previstas y tomar las medidas correctoras pertinentes o revisar la operatividad del Plan si fuese necesario. En este sentido, deben establecerse criterios para la evaluación de la coordinación de las actuaciones y la eficacia de éstas.

Se establece que como mínimo deberá realizarse un simulacro cada doce meses, y cada tres años como máximo se efectuará un simulacro nocturno.

12.6. CAMPAÑAS DE INFORMACIÓN A LA POBLACIÓN.

Con objeto de que el Plan sea conocido por los ciudadanos que se pueden ver afectados por este riesgo, se establecerán campañas de información a la población, en las que se especificarán los procedimientos de notificación, con indicación clara de las normas, formatos o canales donde efectuar el aviso.

Asimismo y dada la importancia que tiene el hecho, de que la población potencialmente afectada, conozca claramente qué medidas ha de adoptar ante la notificación de estas emergencias, se promoverán campañas de sensibilización entre la población, que con carácter periódico, y con información escrita, indicarán las recomendaciones de actuación y medidas de autoprotección ante el potencial aviso.

12.7. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN DEL PLAN.

Con la misma periodicidad que los simulacros, es decir cada doce meses, como máximo, y de acuerdo tanto con la evaluación efectuada de los mismos, como de las nuevas tendencias en la gestión de emergencias por parte del Servicio de Protección Civil, se efectuarán revisiones de los procedimientos de notificación y activación, actuación de las figuras operativas y grupos de acción y, en general, de la operatividad del Plan.

Asimismo y con la misma periodicidad se actualizará el catálogo de medios y recursos, para lo cual, las posibles modificaciones se notificarán al Servicio de Protección Civil de la Dirección General de Interior.

Asimismo, los organismos responsables con participación en el Plan, realizarán la actualización del directorio telefónico del Centro de Emergencias 112 SOS Aragón cuando se produzca algún cambio.

Cada persona o entidad, pública o privada, susceptible de intervenir con sus medios y recursos en la atención de las emergencias producidas por riesgos sísmicos, deberá realizar comprobaciones periódicas de sus equipos y medios, tanto humanos como materiales, que puedan intervenir en caso de activación del Plan.

Como se ha indicado en los puntos 12.4 y 12.5, se realizarán periódicamente ejercicios de adiestramiento y simulacros con el objetivo de familiarizar a los distintos grupos actuantes con los equipos y técnicas a utilizar en caso de activación del Plan, y comprobar la eficacia del modelo implantado, el adiestramiento del personal y la disponibilidad de medios, mediante la realización de los simulacros que el Director considere necesarios.

Aquellos aspectos que, tras la realización de los simulacros, se demuestre que no son eficaces, serán modificados, incorporándose dichas variaciones al texto del Plan.

Se deberán llevar a cabo programas de formación destinados a los órganos y servicios actuantes y a la población en general.

Con todo ello, se realizará una revisión ordinaria completa del Plan como mínimo cada cinco años. Se realizarán revisiones extraordinarias cuando ello se estime necesario, para adaptar el Plan a la realidad del momento en la Comunidad Autónoma de Aragón.

13. DIRECTRICES PARA LA PLANIFICACIÓN A NIVEL LOCAL Y COMARCAL.

Este Plan será directriz de la planificación territorial de ámbito inferior frente a este riesgo.

En los municipios y comarcas se considera que la activación de su propio Plan de Actuación garantizará la coordinación de los recursos municipales y comarcales.

Los Planes de Actuación de Ámbito Local o Comarcal serán homologados por el Servicio de Protección Civil del Gobierno de Aragón y aprobados por el Pleno del Ayuntamiento o del Consejo Comarcal.

Por todo ello, el municipio o comarca afectada, movilizará los recursos propios de acuerdo con lo establecido en su Plan, requiriendo del Centro de Coordinación Operativa (CECOP) la movilización de recursos contemplados en el presente Plan.

El presente Plan estima conveniente prever que los órganos competentes de los municipios o entidades locales y comarcales, elaboren y aprueben planes de actuación específicos para el riesgo sísmico, por lo que se facilitan algunas directrices para la organización municipal de la Protección Civil orientadas a la intervención ante posibles terremotos, sin perjuicio de la necesaria elasticidad de interpretación y de actuación que las circunstancias en cada caso requieran, así como de la estructura operativa y directiva que el propio PROCISIS active.

13.1. MUNICIPIOS OBLIGADOS A ELABORAR UN PLAN DE ACTUACIÓN MUNICIPAL.

Están obligados a elaborar un Plan de Actuación Municipal los 11 términos municipales de la Comunidad Autónoma de Aragón incluidos en la Resolución de 17 de septiembre de 2.004, por la que se modifica la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico, a los que se añade Gistaín, en los cuales son previsibles sismos de intensidad igual o superior a VII para un período de retorno de 500 años, según el mapa de "Peligrosidad sísmica en España" del Instituto Geográfico Nacional.

13.2. OBJETO Y FUNCIONES DE LOS PLANES DE ACTUACIÓN MUNICIPAL O COMARCAL.

El objeto básico de un Plan de Actuación Municipal o Comarcal ante terremotos es que los ayuntamientos o consejos comarcales y la población de los municipios radicados en zonas potencialmente afectadas, se guíen por un dispositivo de actuación ante estas emergencias con capacidad de proteger a la población amenazada y, en lo posible, evitar y al menos reducir los daños que puedan

producir a los bienes y servicios esenciales, de acuerdo con los medios y recursos locales disponibles plenamente integrados en la organización del Plan.

Las funciones básicas de los planes de actuación municipales y comarcales serán las siguientes:

- Prever la estructura organizativa y los procedimientos para la intervención en emergencias por terremotos que ocurran dentro del territorio de municipio o comarca que corresponda, en coordinación con los grupos de acción previstos en el PROCISIS.
- Especificar procedimientos de información y alerta a la población, en coordinación con los previstos en el PROCISIS, poniendo especial atención en los elementos vulnerables situados en las zonas de mayor riesgo.
- Prever la organización necesaria para la puesta en práctica, en caso de daños, de medidas orientadas a la disminución de la exposición de la población a los fenómenos peligrosos que puedan producirse. Esto implica la coordinación de la evacuación, el alojamiento, o el confinamiento de la población de acuerdo con las indicaciones del Director del Plan.
- Catalogar los medios y recursos específicos para la puesta en práctica de las actividades previstas: disponer de una relación actualizada de los recursos y medios municipales, comarcales o privados, de los que se puede disponer para la evacuación, asistencia sanitaria, defensas, etc.
- Completar y actualizar el catálogo de los elementos en riesgo dentro de su ámbito de competencia.
- Determinar las instalaciones que, por su actividad y por su implantación en áreas de mayor riesgo, deben dotarse de un Plan de autoprotección.

Establecer las medidas de prevención y la adecuada organización de los medios y recursos disponibles para hacer frente a las emergencias asociadas a los terremotos.

14. CONCLUSIONES

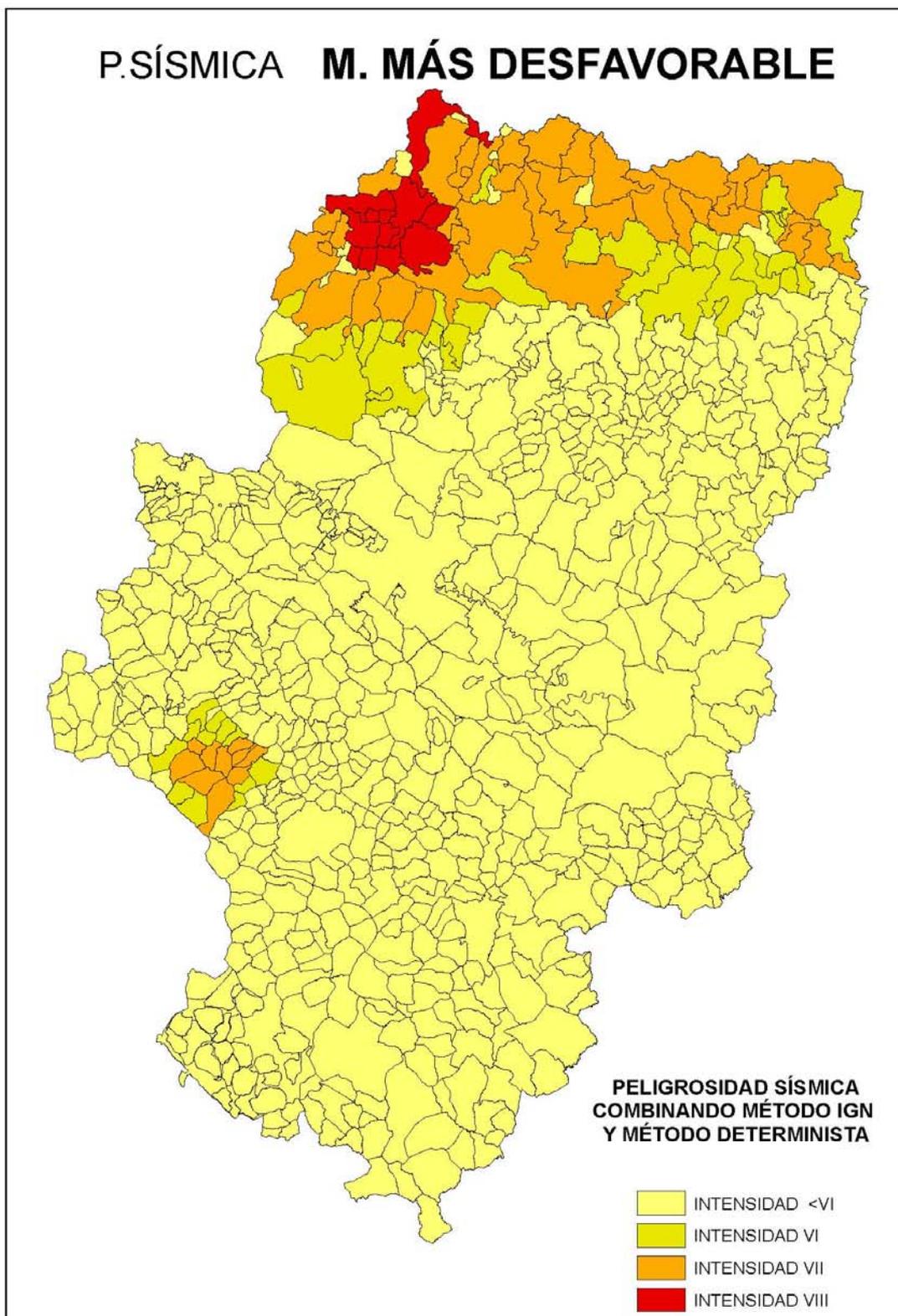
Una vez concluido el documento principal que da soporte a este Plan Especial de Protección Civil ante sismos en la Comunidad Autónoma de Aragón, incluimos unos comentarios a modo de conclusiones del alcance que puede llegar a tener el riesgo sísmico en Aragón.

Hemos visto que los datos de peligrosidad sísmica que adoptamos en este Plan Especial de Protección Civil ante sismos, se derivan de la combinación de los resultados obtenidos por estudios previos de incuestionable nivel:

- Por un lado los datos aportado por la aplicación informática "Simulación de Escenarios Sísmicos SES 2002" desarrollada por la Dirección General de Protección Civil del Ministerio del Interior, que utilizamos para calcular la intensidad estimada para cada municipio, a partir de parámetros de terremotos ocurridos. (En concreto los de Used, Martes y Castanesa en Aragón, y Laruns y Lourdes en Francia)
- Por otro la asignación de peligrosidad sísmica aportada por el propio IGN,

De la combinación de estos dos resultados obtenemos unos datos de peligrosidad que incluyen las intensidades máximas esperadas aplicando la situación más desfavorable de las obtenidas. Esto explica que haya municipios que aparecen con intensidades VII y VIII, fuera de los 12 municipios que contempla la Directiva.

Aún así, podemos comprobar que en torno al 85,6 % del territorio aragonés (toda la provincia de Teruel y la práctica totalidad de la zona centro de la Comunidad Autónoma) está formado por municipios con intensidad esperada menor de seis, un 6,2% intensidad VI, un 6,5% intensidad VII y sólo un 1,7 % de los municipios podrían alcanzar sismos de intensidad VIII:



Esta circunstancia se refuerza con el hecho de que las zonas donde son previsibles sismos de intensidad mayor son municipios con escasa entidad poblacional, aunque, en contrapartida, la zona norte de Aragón incluye zonas muy turísticas con unos incrementos de población muy importantes, lo que podría dificultar una óptima actuación de los recursos en una emergencia real.

A pesar de todo, como conclusión, los datos y mapas presentados indican que la Comunidad Autónoma de Aragón es una Comunidad Autónoma en la que se generan relativamente pocos terremotos, generalmente de muy baja o baja magnitud, y que no es probable que tenga lugar un movimiento sísmico de carácter destructivo.