

## Trabajo fin de Grado

La protección de la población y el territorio  
ante el riesgo tecnológico: análisis del caso  
de Monzón.

The protection of the population and the  
territory from technological risk: Analysis  
of the Monzón case.

Autor/es

Enrique Gascón Roche

Director/es

Eugenio Climent López

Grado en Geografía y Ordenación del Territorio

Curso 2018-2019



RESUMEN	9
PALABRAS CLAVE	9
INTRODUCCIÓN	11
ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN	12
Riesgos tecnológicos	12
Variables y criterios para medir la vulnerabilidad	13
Capacidad de resistencia	13
Capacidad de respuesta	13
Percepción de los riesgos	14
Mary Douglas, dimensiones de la teoría cultural	15
Elementos vulnerables del medio	17
Cartografía de usos de suelos	17
Análisis de los riesgos tecnológicos	17
Influencia del entorno	17
Modelo de dispersión atmosférica	18
Valoración de riesgos tecnológicos	18
Índice de riesgo tecnológico	18
Normativa	19
Directiva Seveso	19

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	20
Objetivos	20
Metodología.	20
Cartografía de riesgos tecnológicos	20
Encuestas	22
Entrevista	22
DESARROLLO ANALÍTICO	23
Objeto de estudio	23
INQUIDE S.A.U.	23
POLIDUX S.A.	23
QUÍMICAS DEL CINCA S.A.	24
Creación PEE	24
Organigrama general PEE	26
Clasificación de accidentes	27
Organigrama de avisos	28
Consideraciones de la zona de estudio	29
Monzón y su entorno	29
Distribución demográfica	30
Puntos vulnerables	33
Equipamientos sensibles	34
Fenómenos químicos peligrosos	37
Zonas objeto de planificación	38

Hipótesis incidentales planteadas y análisis de consecuencias	38
INQUIDE S.A.U.	38
Sucesos con cloro	39
Sucesos con ATCC	41
POLIDUX S.A.	43
Sucesos con estireno	43
Sucesos con pentano	43
Sucesos con propano	44
Sucesos con peróxido de benzoilo	44
QUÍMICAS DEL CINCA S.A.	46
Sucesos con cloro	46
Sucesos con dióxido de azufre	50
Sucesos con hidrógeno	53
Resultados en relación al objetivo primero	54
PGOU	54
Producto cartográfico	54
Vías de evacuación	56
ALARP	59
Resultados en relación al objetivo segundo	59
Análisis de las encuestas y la entrevista	59
Análisis folleto informativo	63
CONCLUSIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68

## Índice de Figuras, Gráficas, Imágenes, Tablas y Mapas.

Figura 1, Dimensiones de la teoría cultural, fuente: Blog Pablo Rodriguez pp. 15.

Figura 2. Línea de investigación de Riesgos Tecnológicos y posibilidades cartográficas. Fuente: Diaz-Diaz 2002 pp. 21.

Figura 3: Organigrama general del PEE. Fuente: PEE Monzón pp. 26.

Figura 4, Organigrama de avisos y movilizaciones del PEE de los polígonos industriales de Paúles y La Armentera en Monzón. Fuente: PEE Monzón pp. 28.

Figura 5, Rosa anual de frecuencias de vientos, indicando para cada rumbo la velocidad media en km/h, Fuente: PEE Monzón pp. 54.

Gráfica 1, Evolución de la población de la ciudad de Monzón en el periodo 1900-2011. Fuente foro-ciudad pp. 30.

Gráfica 2, Evolución de la población de la ciudad de Monzón en el periodo 2008-2018. Fuente: Foro-ciudad pp. 30.

Gráfica 3, “¿Está usted informado sobre los procedimientos a seguir en caso de peligro?” Fuente: Elaboración propia pp. 59.

Gráfica 4, “¿Quién es a su juicio el que difunde la información?” Fuente: Elaboración propia pp. 60.

Gráfica 5, “¿Sabe usted si existe algún dispositivo para hacer frente al riesgo en su municipio?” Fuente: Elaboración propia pp. 61.

Imagen 1, Portada del folleto informativo del año 2007. Fuente: Ayto. de Monzón pp. 60.

Imagen 2, Interior del folleto informativo del año 2007. Fuente: Ayto. de Monzón pp. 61.

Tabla 1, Distribución de la población en los círculos concéntricos. Fuente: PEE Monzón pp. 32.

Tabla 2, Dimensiones de las nubes tóxicas de cloro formadas. Fuente: PEE Monzón pp. 39.

Tabla 3, Dimensiones de nubes tóxicas de cloro formadas por degradación térmica de ATCC. Fuente: PEE Monzón pp. 41.

Tabla 4, Análisis de vulnerabilidad de explosiones químicas de peróxido de benzoilo. Fuente: PEE Monzón pp. 45.

Tabla 5, Dimensiones de las nubes de cloro formadas. Fuente: PEE Monzón pp. 46.

Tabla 6, Dimensiones de las nubes tóxicas de dióxido de azufre. Fuente: PEE Monzón pp. 50.

Mapa 1, Círculos concéntricos para la distribución demográfica de Monzón. Fuente: PEE Monzón pp. 33.

Mapa 2, Ubicación de los puntos vulnerables. Fuente: PEE Monzón pp. 36.

Mapa 3, Perforación de la cisterna en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón pp. 39.

Mapa 4, Perforación de la cisterna en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón pp. 40.

Mapa 5, Tubería de reactor en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón pp. 40.

Mapa 6, Tubería de reactor en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón pp. 41.

Mapa 7, Incendio ATCC en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón pp. 42.

Mapa 8, Incendio ATCC en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón pp. 43.

Mapa 9, Explosión química de benzoilo. Fuente: PEE Monzón pp. 45.

Mapa 10, Perforación del tanque en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón pp. 47.

Mapa 11, Perforación del tanque en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón pp. 47.

Mapa 12, Colapso de tanque de cloro en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón pp. 48.

Mapa 13, Colapso de tanque de cloro en condiciones meteorológicas extremas. Fuente PEE Monzón pp. 48.

Mapa 14, Rotura de tubería de cloro gas en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón pp. 49.

Mapa 15, Rotura de tubería de cloro gas en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón pp. 49.

Mapa 16, Perforación de un tanque en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón pp. 50.

Mapa 17, Perforación de un tanque en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón pp. 51.

Mapa 18, Apertura de una válvula de seguridad en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón pp. 51.

Mapa 19, Apertura de una válvula de seguridad en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón pp. 52.

Mapa 20, Rotura de una manguera de descarga en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón pp. 52.

Mapa 21, Rotura de una manguera de descarga en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón pp. 53.

Mapa 22, “Rumbo este para el polígono “La Armentera”, Fuente: PEE Monzón pp. 57.

Mapa 23, “Rumbo oeste para el polígono “La Armentera”, Fuente: PEE Monzón pp. 57.

Mapa 24, Rumbo oeste para el polígono “Paúles”, Fuente: PEE Monzón pp. 58.

Mapa 25, Rumbo este para el polígono “Paúles”, Fuente: PEE Monzón pp. 58.



## RESUMEN

El tratamiento de los riesgos tecnológicos conlleva la creación de planes específicos para su contingencia y tratamiento en caso de suceso crítico. Estos planes deben tener en cuenta, como elemento principal, a la población más cercana al foco del suceso, así como a los elementos singulares del territorio y a todo aquello susceptible de verse afectado.

Este estudio nos plantea unos objetivos muy concretos, el análisis y la valoración del Plan de Emergencia Exterior (PEE) de Monzón y su entorno desde el punto de vista territorial y su suficiencia con respecto a la prevención del riesgo existente. La comprobación del grado de percepción y conocimiento de la población con respecto al riesgo, si están bien informados y si disponen de todos los elementos para actuar en caso de emergencia.

Para lograr desarrollar estos objetivos se ha llevado una metodología muy concreta. Por una parte, un análisis del contenido de las cartografías presentadas a lo largo del PEE y, por otra parte, una investigación cualitativa mediante el uso de encuestas y de una entrevista dirigida al responsable de Protección Civil.

Con la aplicación de la metodología sobre los objetivos presentados se han conseguido unos resultados bastante interesantes para la investigación. El PEE cubre todos los supuestos accidentales que puedan acontecer, tanto de manera teórica como práctica mediante las representaciones cartográficas. En los resultados obtenidos del estudio se han podido incluir la mejora de las cartografías como punto a tener en cuenta. Con respecto a la situación de la población, se puede determinar que viven en una situación de falsa seguridad. La mejora en la gestión de esta información por parte de las administraciones es fundamental para revertir esta situación.

**PALABRAS CLAVE:** Riesgo tecnológico, vulnerabilidad, Plan de Emergencia Exterior

## ABSTRACT

The treatment of technological risks entails the creation of specific plans for their contingency and treatment in case of a critical event. These plans must consider, as a main element, the population closest to the focus of the event, as well as the unique elements of the territory and everything that may be affected.

This study presents us with very specific objectives, the analysis and the evaluation of the Foreign Emergency Plan (PEE) of Monzón and its surroundings from the territorial point of view and its sufficiency with respect to the prevention of the existing risk. The control of the degree of perception and knowledge of the population regarding the risk, if they are well informed and if they have all the elements to act in case of emergency.

To achieve these objectives, a very concrete methodology has been used. On the one hand, an analysis of the content of the cartographies presented throughout the SEP and, on the other hand, a qualitative research through the use of surveys and an interview addressed to the person in charge of Civil Protection.

With the application of the methodology on the presented objectives, some interesting results have been obtained for the investigation. The PEE covers all the accidental assumptions that may occur, both theoretically and practically through cartographic representations. In the results obtained from the study it has been possible to include the improvement of the cartographies as a point to take into account. With regard to the situation of the population, it can be determined that they live in a situation of false security. The improvement in the management of this information by the administrations is fundamental to reverse this situation.

**KEY WORDS:** Technological risks, vulnerability, Foreign Emergency Plan

## INTRODUCCIÓN

Como paso inicial hay que establecer una definición de riesgo, siendo estas las más relevantes: «es la contingencia o proximidad del daño, y eventualmente el perjuicio derivado de ella y su intensidad» (Calvo García-Tornel, 2000); «todo fenómeno extremo y coyuntural que produce impactos negativos sobre el medio y la sociedad» (Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1999); «la pérdida o daño anual esperado medible en términos humanos, económicos o estructurales» (Ayala-Carcedo, 2002). Analizando estas definiciones podemos establecer un común denominador en todas ellas, se entiende riesgo como un suceso de carácter extremo e imprevisible y de su impacto sobre el medio, las estructuras y las vidas humanas.

Mediante la vulnerabilidad, que cuantifica los elementos que pudieran verse afectadas en caso de producirse un evento de índole extremo; y la peligrosidad como medida relacionada con la ocurrencia real y constatable del evento perjudicial o catastrófico en los últimos años (Aguirre 2005), y que hace referencia al conjunto de características que hacen más severo un peligro (Ayala-Carcedo, F. J., 2000).

A finales de los años noventa, la cartografía de riesgos tecnológicos empezó a cobrar importancia como respuesta a los efectos negativos de la sociedad industrializada. Entre los trabajos de la época, siempre en el ámbito de la cartografía, destacan los de Zimmerman, por su pionera representación de zonas sujetas a riesgos potenciales de accidentes tecnológicos. (Cuevas Suarez. A. 2009).

Haciendo una aproximación al área de estudio utilizada para este proyecto, nos encontraríamos ante la ciudad de Monzón. Esta ciudad se ubica a orillas del río Cinca en la provincia de Huesca, noreste de la comunidad de Aragón. Esta ciudad presenta las dos zonas industriales que vamos a estudiar, son los polígonos de Paúles y de la Armentera. Ambos contienen en su espacio industrias dedicadas a la transformación y almacenamiento de productos químicos, por lo que el estudio se va a centrar en ellas.

## ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### **Riesgos tecnológicos**

Los riesgos tecnológicos son aquellos «derivados del funcionamiento del aparato productivo, especialmente los que se refieren a la utilización de sustancias peligrosas y sistemas técnicos capaces de causar, mediante accidentes, daños a la población o al medio». (Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1999). Considerados como riesgos tecnológicos se encontraría el transporte de mercancías peligrosas por carretera, transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril, industrias gasolineras, almacenamiento de sustancias peligrosas, pasillos aéreos-aeropuertos, puertos comerciales, explotaciones mineras, instalaciones militares, oleoductos-gaseoductos, contaminación por fertilizantes, tendidos eléctricos y subestaciones, contaminación atmosférica....

El riesgo tecnológico hace referencia a la probabilidad de sufrir daños o pérdidas económicas, ambientales y humanas como consecuencia del funcionamiento deficiente o accidente de una tecnología aplicada en una actividad humana. En las investigaciones sobre los riesgos, comúnmente se considera que la magnitud del riesgo es una consecuencia de la interacción de tres factores: (Bosque et Al. 2004)

- Localización, volumen, probabilidad de ocurrencia de accidentes y características de peligrosidad de la actividad que se considera fuente de riesgo.
- Las dimensiones y características del área expuesta a un posible accidente.
- El grado de la vulnerabilidad de los posibles receptores del daño.

La exposición a los riesgos tecnológicos tiene dos aspectos bien diferenciados, uno tiene un contenido claramente geográfico, referido al ámbito territorial susceptible de sufrir daño como resultado de un desastre natural o un accidente tecnológico; y otro tiene un que ver con el contenido en ese espacio.

Las dimensiones del accidente están directamente ligados al volumen de población y a las actividades cercanas que son susceptibles de sufrir ese daño.

La vulnerabilidad es la posibilidad de una comunidad o un territorio para experimentar graves daños en caso de una catástrofe, como consecuencia de un bajo sistema de protección social y/ o una mala gestión del territorio. (Maskrey, 1993). La vulnerabilidad es un concepto complejo, en el que se advierten dimensiones sociales, económicas, políticas y culturales, cuya definición ha sido abordada también desde perspectivas epistemológicas muy diversas –ecología política, ecología humana, ciencias físicas, análisis espacial- (Cutter, 1996).

La distinción que hace Cutter (2000) entre vulnerabilidad social (indicadores socioeconómicos, percepción del riesgo, capacidad de respuesta individual o social) y biofísica (emplazamiento y situación, proximidad a la amenaza, estructura territorial, características del medio físico) pueda servir como una primera aproximación en el proceso de establecer los indicadores para medir la vulnerabilidad ante los riesgos en un caso concreto. (Bosque et Al. 2004).

Las investigaciones más recientes en cartografía de riesgos tecnológicos se han centrado en analizar la vulnerabilidad del territorio y/o la población expuestos a amenazas ambientales, como un factor determinante para valorar la magnitud del riesgo (Eastman y Hulina, 1997).

En el caso de la vulnerabilidad, la presencia de la población sobre el espacio varía en periodos temporales cortos (día/noche) -cuestión importante en la planificación de emergencias en países desarrollados, donde el espacio y el tiempo están muy especializados-, o en periodos largos (procesos de crecimiento urbano, mejor o peor controlados), que aproximan a la población a puntos peligrosos. Los procesos de crecimiento y densificación de los espacios construidos, con el consiguiente aumento de la presión de la población sobre el territorio, pueden hacer evolucionar de manera muy rápida el mapa de vulnerabilidad (Sengupta et al. 1996).

### **Variables y criterios para medir la vulnerabilidad**

La vulnerabilidad es un concepto complejo, por lo que la elección de variables para acercarse más a la materia de estudio debe ser de lo más precisa posible. En este sentido las variables que se utilizan con mayor frecuencia para medir la vulnerabilidad en su dimensión espacial son variables sociodemográficas, económicas, culturales, y territoriales (Bayo, Chicharro y Galve, 1995).

La concepción de vulnerabilidad más completa que se ha encontrado, aunque no para el territorio sino para sistemas industriales complejos (Einarsson y Rausand, 1998), tiene una perspectiva sistémica en la cual se contempla todo aspecto que suponga reducción de riesgos o de los efectos consecuencia de éstos. Introducen en la consideración de vulnerabilidad dos conceptos nuevos en esta cuestión: dependencia y complejidad. Toda relación de dependencia es un indicador de vulnerabilidad. Al igual interpretan el grado de complejidad de un sistema como un factor que le hace vulnerable.

Para realizar la cartografía se revisan las diferentes variables empleadas para crear una escala con la que graduar la vulnerabilidad del territorio en función de la zona. Se tiene a la población como principal receptor de los riesgos. La población objeto de estudio se puede medir de varias maneras:

- Medir el volumen de la población potencialmente expuesta: es una forma de cuantificar el riesgo en las entidades o unidades espaciales mediante cifras absolutas de residentes (utilizando fuentes de información estadística demográfica como censos o padrones), y/o valores relativos como la densidad de población, siendo ésta la opción más utilizada cartográficamente y más operativa dentro del SIG. Una mayor densidad demográfica indicará mayor vulnerabilidad (Díaz-Díaz 2002).
- Caracterizar la población en función de su capacidad de resistencia o la carencia de ésta: se trata de indagar sobre características para soportar impactos y riesgos o, al contrario, sobre características que impliquen sensibilidad como forma de máxima vulnerabilidad. Términos como debilidad, fragilidad, sensibilidad, susceptibilidad, y naturalmente vulnerabilidad, aparecen frente a otros como resistencia, fortaleza, tolerancia, asimilación, etc., que indican la predisposición o capacidad de elementos, en este caso seres humanos, frente a posibles efectos de contaminación por distintas vías como consecuencia de un accidente o fallo tecnológico (Díaz-Díaz 2002).

La capacidad de resistencia de las personas ante un suceso varía en función de varios factores, tomando la definición de Hewitt: la falta de resistencia como forma de vulnerabilidad indicaría la limitación para evitar, resistir o compensar, y recuperarse ante un accidente (Hewitt, 1997). Con esto se consideraría que la vulnerabilidad engloba las características físicas personales así como las habilidades sociales y la reacción ante los riesgos. Para medir la capacidad de resistencia de la población hay una variable básica, la edad. Esta variable demográfica nos indicaría el nivel de desarrollo físico de una persona, pudiendo establecer criterios para clasificar a la población por edades, siendo los ancianos y los más jóvenes la más vulnerable.

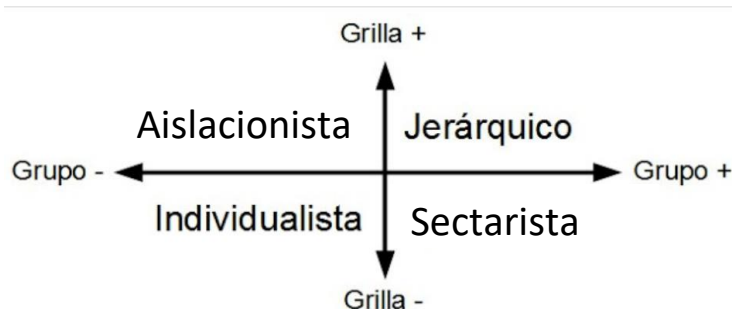
La capacidad de respuesta, por otro lado, englobaría las acciones, recursos y medios encaminados a la prevención y reducción de los riesgos. Una vez acontecido el suceso catastrófico, su cometido sería el de mitigación y auxilio a la población. Describir la población en función de su capacidad de respuesta: como tal capacidad se revisan los recursos o habilidades individuales o colectivos para evitar, superar y recuperarse ante un evento catastrófico (Rodríguez, 1993).

Las variables que mas suelen utilizarse son los datos socioeconómicos, los que indican el nivel de renta, para establecer criterios en función de los ingresos (Sánchez Ortega, 2001). Otros indicadores muy utilizados son los niveles de instrucción, las tasas de paro, la eventualidad en el trabajo, etc. (Bosque et al. 2001). Esto puede darnos detalles sobre la precariedad y las formas de vivir o trabajar.

El concepto de marginación puede aportar otras variables desde criterios sociales. Medidas de este tipo tratan de reflejar las constricciones sociales y económicas sobre las habilidades de determinados grupos para vivir y trabajar en lugares menos peligrosos. Son utilizadas, frecuentemente, en investigaciones llevadas a cabo en contextos de riesgos naturales y países poco desarrollados, en los cuales además los mecanismos socio políticos para asistir las necesidades y reconstruir los daños son más retardados en áreas pobres que en otras más prósperas. Se reconoce así el tópico: “la gente pobre generalmente es más vulnerable que la rica” (Rodrigue, 1993).

El estudio de la percepción de los riesgos, por parte de las instituciones y de los receptores potenciales, es una medida complementaria para la capacidad de respuesta. La percepción del riesgo puede ser considerada a su vez causa y consecuencia en la evolución de las relaciones entre hombre y medio, y en el desarrollo económico y tecnológico; puede ayudar a explicar cómo un colectivo o sociedad interpreta el riesgo para asumirlo (beneficios, costes) o cómo desarrolla estrategias para evitarlo (Díaz-Díaz 2002). Estas estrategias, preventivas o paliativas, pueden generar un sentimiento de falsa seguridad frente a los riesgos, o por el contrario la desconfianza y el rechazo de la sociedad frente a determinadas actividades peligrosas.

Para explicar este fenómeno, tanto de rechazo como de aceptación del riesgo, (Urteaga 2012) recogiendo la teoría cultural de Mary Douglas (gráfica 1), pone el énfasis en dos dimensiones fundamentales de cualquier organización social: el nivel de estructuración interna de un grupo y su integración con respecto al resto de la sociedad. Cruzando estas dos dimensiones, distingue cuatro tipos ideales organizacionales:



Grupo – nivel de estructuración interna

Grilla - integración de los grupos en la sociedad

Figura 1, Dimensiones de la teoría cultural. Fuente: Blog Pablo Rodríguez.

Como se puede apreciar en la figura 1, se ponen en el mismo plano las cuatro ideas organizacionales con las dos dimensiones expuestas, el nivel de estructuración de grupo (Grupo) y la integración de los grupos en las normas sociales, leyes o tradiciones (Grilla).

- La estructura jerárquica, organizada por la burocracia, caracterizada por una frontera marcada entre grupos sociales e incluso dentro del grupo, por las relaciones jerarquizadas y una diferenciación de los estatus y de los roles. Constituye habitualmente el núcleo duro de cualquier sociedad. En el seno de los tipos jerárquicos e igualitarios, la presión del grupo sobre los miembros es a menudo fuerte, lo que genera unas concepciones homogéneas del conocimiento. En la estructura jerárquica, los miembros respetan el saber científico institucional poseído y producido por los sabios legitimados por las autoridades. Conciben este saber como el resultado complejo de un largo y paciente trabajo colectivo de acumulación. Se fiarán de las opiniones expresadas por los expertos instaurados y tendrán cierta tendencia a conformarse a las recomendaciones oficiales frente a las conclusiones del experto externo (Urteaga 2012).
- El individualismo, corresponde a una organización poco estructurada cuyas fronteras están poco marcadas. Por ejemplo, en un mercado, en situación de competencia perfecta, los empresarios forman un colectivo no estructurado, sin jerarquía ni frontera. El individualista se fía del saber oficial, elegirá igualmente un experto acreditado, pero preferentemente un experto emprendedor, es decir que se halla en la punta de su rama. Además de avalar los expertos oficiales, está muy atento a las últimas innovaciones. (Urteaga 2012).
- El sectarismo igualitario alude a unos pequeños grupos cerrados, aislados del resto de la sociedad, que instauran entre sus miembros unas relaciones igualitarias. Puede tratarse de sectas religiosas, de movimientos ecologistas o de organizaciones sindicales (Douglas, 1992). El tipo sectario se define, al contrario, por su desconfianza hacia el saber validado por la estructura jerárquica. Además, tiene cierta tendencia a movilizar sus propias fuentes de saber, que no deben depender de las autoridades. Ese tipo adopta más fácilmente unos conocimientos que la estructura jerárquica considera como poco creíbles o no serios (Urteaga 2012).
- El aislamiento define una situación en la cual unos individuos padecen una situación de subordinación muy marcada hacia el resto de la sociedad, sin ser capaces de organizarse, ni de desarrollar un sentimiento identitario que podría contribuir a fijar la frontera que los separa. Esta situación corresponde a los pequeños campesinos tal como los define Karl Marx y a los excluidos de las sociedades contemporáneas. El excluido no tiene una opinión determinada sobre la ciencia ni sobre sus depositarios legítimos. Sus opiniones son a menudo volátiles y fantasiosas. En los sondeos de opinión, un escaso nivel escolar constituye a menudo un buen indicio de pertenencia al tipo excluido (Urteaga 2012).



Cada uno define unas modalidades particulares de vida en sociedad y por lo tanto una cultura específica. La estructura jerárquica está asociada al orden, al respeto de las reglas de urbanidad y a las tradiciones. El individualismo valoriza el espíritu emprendedor, la libre competencia y el éxito individual. El tipo sectario está muy vinculado a la igualdad y desconfía de los dos primeros tipos que sospecha de colusión, sabiendo que esta desconfianza nutre el sentimiento identitario de sus miembros. En cuanto al excluido, se define de manera negativa por unos valores mal determinados, poco estructurados, así como por un cierto fatalismo ante su situación (Urteaga 2012).

Otros elementos del medio urbano considerados de gran vulnerabilidad serían las infraestructuras, los equipamientos y las actividades sensibles. Su vulnerabilidad aumenta en función de su valor, tanto cultural como ecológico y social:

- Equipamientos: considerando los equipamientos sanitarios, educativos, deportivos, comerciales, de ocio, incluso pueden considerarse espacios naturales protegidos, incluso elementos del patrimonio artístico.
- Infraestructuras: De transporte, de comunicaciones, hidráulicas, energéticas, las llamadas líneas vitales, tendido eléctrico, canalización de agua potable.

Existe un tipo de cartografía muy a tener en cuenta, esta sería la referida a la de usos de suelo, en la que podemos encontrar los elementos integradores del suelo. El territorio en esta variable puede ser objeto de análisis como:

- Soporte espacial para la población: entidades físicas, o espacios homogéneos que albergan a las comunidades y sus actividades.
- Funcionalidad: actividades, infraestructuras y equipamientos.
- Valor ambiental: singularidad de sistemas naturales, elementos de calidad ambiental, patrimonio cultural, etc.

### **Análisis de los riesgos tecnológicos**

Desde la Unión Europea se elaboró la directiva Seveso, en la que se plantea la necesidad de un control sobre la planificación de usos de suelo. Su objetivo es evitar la proximidad entre los núcleos de población y las actividades consideradas peligrosas y que generan un gran riesgo en

caso de accidente. Esta directiva establece cuatro tipos de zonas a proteger, núcleos poblacionales, zonas de gran afluencia, zonas naturales de interés y zonas de sensibilidad espacial.

Aunque las condiciones del entorno sean indiferentes para la materialización de un fallo tecnológico, una localización mal elegida para una actividad peligrosa puede acentuar las consecuencias de un accidente.

Se tiene que tener en cuenta la influencia de todos los elementos que componen el medio en el que se encuentra la infraestructura, no solo su suelo, sino también el ambiente que lo rodea. Hay que tener en cuenta la influencia e intensidad territorial de los fenómenos que se transmiten por el aire:

- Emplear la cuenca visual de la instalación que origina el peligro para establecer el área afectada por la emisión.
- La distancia desde la instalación.
- Los vientos dominantes: Dentro de la cuenca visual

Modelo de dispersión atmosférica a partir de buffers con el método de las cuencas visuales y con el método en cuña o Risk Wedge (Tzemos y Burnett, 1994). Todos estos procedimientos son comparados, aunque se desarrolla con más detalle aquel que, para medir el área expuesta, parte de un Modelo de Dispersión Atmosférica (Budiño, 2002).

### **Valoración de riesgos tecnológicos.**

Mediante una fórmula sencilla y directa, el índice de riesgo, capaz de dar respuesta a las incertidumbres y problemas surgidos en las fases previas de la ordenación del territorio (Aguirre 2005)

$$\text{Índice de Riesgo Tecnológico} = (p_i * V_i) + N_1 * N_2$$

Donde:

- $P_i$  es el peso del Riesgo Tecnológico
- $V_i$  es el valor que presenta dicho riesgo
- $N_1$  es la Peligrosidad
- $N_2$  es la Vulnerabilidad

Dentro de esta ecuación se asignan unos valores diferenciados en función de cada índice. Al peso del Riesgo Tecnológico se le asignan los valores 1-2-3, siendo 1 el menor y 3 el mayor; al valor que presenta el riesgo se le asignan los valores 1-2-3-4-5, siendo el 1 el menor y 5 el mayor; a la peligrosidad se le asignan los valores 1-1,25-1,5, siendo 1 el menor y 1,5 el mayor; a la vulnerabilidad se le asignan los valores 1-1,25-1,5, siendo 1 el menor y 1,5 el mayor.

La asignación de los valores de peligrosidad (N1) y vulnerabilidad (N2) no se realiza de manera aleatoria, sino que se tiene en cuenta la ocurrencia de los fenómenos catastróficos similares acontecidos en los últimos años. Esto generará que se pueda actuar como factor de corrección, incrementando la vulnerabilidad y peligrosidad del riesgo calculado a partir del análisis de las diferentes fuentes consultadas. En el caso del peso ( $P_i$ ) y del valor ( $V_i$ ) variará en función del lugar donde ocurra el suceso, las infraestructuras que lo rodeen y la cantidad de población presente en el mismo.

## **Normativa**

Desde la Unión Europea se elaboró la directiva Seveso, Directiva 82/501/CEE, en la que se plantea la necesidad de un control sobre la planificación de usos de suelo. Su objetivo es evitar la proximidad entre los núcleos de población y las actividades consideradas peligrosas y que generan un gran riesgo en caso de accidente. Esta directiva establece cuatro tipos de zonas a proteger, núcleos poblacionales, zonas de gran afluencia, zonas naturales de interés y zonas de sensibilidad espacial.

Esta directiva nació hace 30 años tras el grave accidente en Seveso (Italia) en la que se produjeron unas emisiones contaminantes enormes, afectando a la población y en una gran medida a todo el medio que la rodeaba. Tal fue la magnitud del suceso, que generó la creación de esta directiva para generar la creación de sistemas de seguridad y poder así llegar a evitar estos sucesos o minimizar, en la medida de lo posible su impacto.

En 1996, y tras una revisión, se publicó en diario oficial de la comunidad europea la directiva, 96/82/CE - SEVESO II. En 2012 se produjo una nueva revisión de la norma, dando lugar a la Directiva 96/82/CE SEVESO III. Con estas revisiones se pretende endurecer y actualizar la norma ante los nuevos posibles riesgos, estableciendo mayores controles.

La integración de esta normativa europea a España supuso la creación de los Planes de Emergencia Interiores (PEI) y los Planes de Emergencia Exteriores (PEE). La elaboración de estos planes recayó sobre Protección Civil, las autoridades de los municipios, las comunidades afectadas y sobre las empresas generadoras de este riesgo.

## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### Objetivos

Los PEE a los que obliga la directiva Seveso pueden tener un efecto directo en los planes urbanísticos y de ordenación del territorio de las áreas afectadas. Esto justifica que se identifiquen dichas áreas y que se analicen en profundidad dichos PEE desde la óptica territorial, teniendo en cuenta el riesgo tecnológico para la población y las actividades económicas. En esta línea se desarrolla el presente trabajo de fin de grado.

Es por esto que nos planteamos las siguientes preguntas de investigación ¿Es el plan suficiente para prevenir razonablemente dichos riesgos?, ¿Cuáles serían los elementos de mejora a incorporar? y ¿Se están cumpliendo sus previsiones?

Siendo la calidad de vida de las personas el objetivo central de la ordenación del territorio, la prevención de los riesgos a que la población está sometida es un factor primordial. Por ello nos planteamos las siguientes preguntas de investigación ¿Percibe la población el riesgo al que está expuesta?, ¿Está bien informada al respecto?

Los objetivos de este estudio del PEE de Monzón podrían resumirse en dos:

- Objetivo primero: analizar y valorar el PEE de Monzón y su entorno desde el punto de vista territorial y su suficiencia con respecto a la prevención del riesgo existente.
- Objetivo segundo: comprobar el grado de percepción y conocimiento de la población con respecto al riesgo, si están bien informados y si disponen de todos los elementos para actuar en caso de emergencia.

### Metodología

En la elaboración de estos Planes de Emergencias Exteriores, el producto cartográfico tiene un papel fundamental y debe cumplir un doble objetivo: definir las fuentes del riesgo y su representación en la cartografía y realizar la caracterización de las áreas expuestas, además de estimar la intensidad y la posibilidad espacial de que un fenómeno catastrófico ocurra.

Una vez conocido esto se elabora una cartografía de riesgos, que pretende delimitar la zona en la que las personas y el medio serán receptores del posible suceso. Comprende tres aspectos

fundamentales (BOSQUE et al., 2000): La identificación de la fuente de riesgos, el área y la trayectoria que pueden alcanzar mediante el alcance y la forma (Bosque et al. 2004) y los receptores sensibles al mismo, la vulnerabilidad, que aumenta en función de la capacidad de resistencia y la capacidad de adaptarse al cambio (Calvo García-Tornel 1997).

Los mapas de vulnerabilidad forman parte de la cartografía de riesgos y estos se basan en la fragilidad, susceptibilidad de los receptores y en las medidas para paliarlo, clasificando también los diferentes niveles de peligrosidad. La dimensión espacial del receptor pasa a ser representada en el mapa como vulnerabilidad en el territorio (Bosque et al. 2000). El análisis de vulnerabilidad sobre el territorio y/o población expuestos es una de las aplicaciones más frecuentes para valorar la magnitud del riesgo (Eastman y Hulina, 1997). En el cuadro 1, se resalta el componente espacial de cada uno de ellos y sus posibilidades cartográficas (Díaz-Díaz 2002).

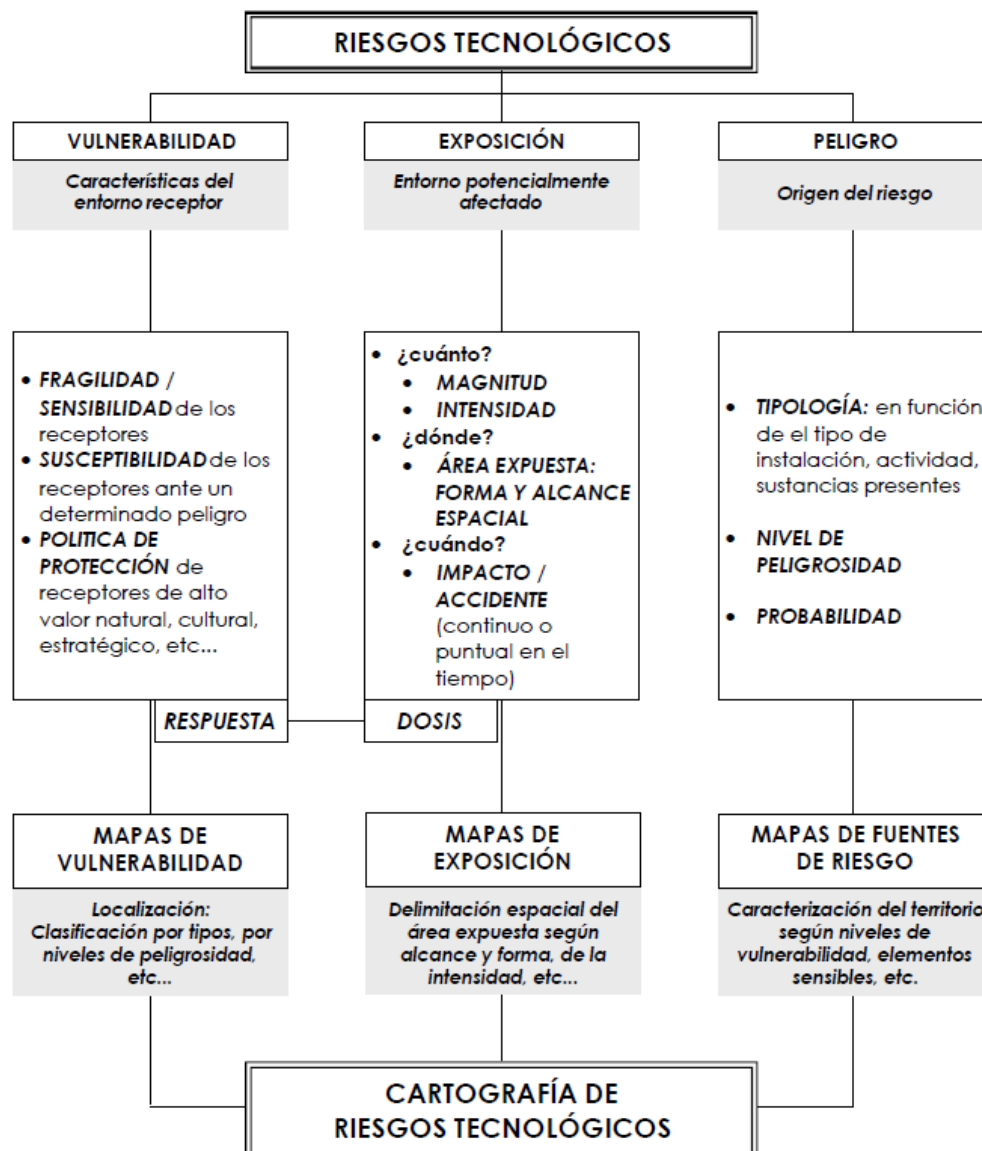


Figura 2, Línea de investigación de Riesgos Tecnológicos y posibilidades cartográficas. Fuente: Díaz-Díaz 2002

Una vez definido el análisis cartográfico para el estudio, se realiza el análisis sobre la población, para este caso se realizarán una serie de encuestas. Uno de los objetivos de este trabajo es medir la percepción, que tiene la población, del riesgo con el que convive. Para medirlo se ha echado mano de unas encuestas que fueron realizadas en el año 2016 en las que se formulaban preguntas con gran valor para este trabajo<sup>1</sup>. Se realizaron un total de 50 encuestas, cantidad poco representativa para el tamaño total de la muestra, de las cuales se obtuvieron datos interesantes que arrojan información sobre la realidad de la información ante el riesgo (Formulario de encuesta adjuntado en Anexo 1). Estas entrevistas se realizaron de dos maneras, una de ellas se llevó a cabo de manera personal, desplazándose al municipio y encuestando a la población en la calle y la otra manera fue de manera telefónica.

Las preguntas realizadas en las encuestas van desde los inconvenientes que perciben al vivir en esa zona, hasta la percepción que ellos tienen de los riesgos y el conocimiento sobre el PEE. Según la teoría y lo acordado en el PEE, la población debe tener un conocimiento pleno sobre cómo actuar en caso de emergencia, estando obligadas las autoridades en acuerdo con las empresas a realizar simulacros y campañas de concienciación.

Como objeto complementario a estas encuestas se realizó también, por el grupo de trabajo antes mencionado, una entrevista semiestructurada (Guion adjuntado en el Anexo 2) realizada al responsable de Protección Civil del año 2016, en la que se pretendía obtener el máximo de información a través de este sistema de entrevista.

En esta entrevista semiestructurada las preguntas iban enfocadas a conocer la opinión cualificada del jefe de Protección Civil con respecto al riesgo al que está expuesta la población y su nivel de información. Preguntas como “¿A qué nivel de riesgo está expuesta la población de Monzón?” o si “¿Existen más riesgos ahora o antes?”. También se realizaron preguntas claves, en la línea de nuestros objetivos, como “¿Está bien informada la población?” o ¿Percibe la población el riesgo al que está expuesta?”.

---

<sup>1</sup> Estas encuestas y la entrevista, a la que se hará referencia más tarde, fueron realizadas por el equipo de investigación español asociado al proyecto “Accompagner le changement vers des territoires résilients” (ACTER). Dicho equipo estuvo dirigido por el director del trabajo de fin de grado. La información de la encuesta no había sido procesada hasta ahora y sus resultados no han sido publicados.

## DESARROLLO ANALÍTICO

### Objeto de estudio

En nuestra comunidad existen numerosos espacios en lo que la industria química está presente, pero no todas las industrias químicas generan los riesgos tecnológicos a los que se refiere la directiva Seveso. De estos existen en Aragón cuatro, que son Sabiñánigo, La Zaida, Monzón y Monzalbarba. De entre estos cuatro enclaves La Zaida y Monzalbarba están muy próximos a la ciudad de Zaragoza y disponen de un solo establecimiento generador de riesgo. Los enclaves de Sabiñánigo y Monzón tienen varios establecimientos de este tipo además de ubicarse en enclaves de mayor valor ambiental. Entre estos dos espacios, el municipio de Monzón fue el escogido debido a que este presenta una mayor complejidad, mayor número de empresas y mayor población.

La ubicación escogida para la realización de este proyecto se debe, en cierta medida, al carácter estratégica de esta zona industrial de Aragón. Su elección, a efectos personales, se basa en la estrecha relación que me une al Pirineo y al interés propio por su desarrollo. Se trata de una zona especialmente sensible, por su ubicación, pero también, al tratarse de una zona rural, la seguridad de la población es indispensable para fijarla y evitar el abandono.

Como se ha comentado anteriormente, el objeto de estudio está ubicado en Monzón, más concretamente en sus dos polígonos industriales, Armentera y Paules, y más concretamente afectando directamente a las empresas Inquide S.A.U., Polidux S.A. y Químicas del Cinca S.L.U.

La empresa INQUIDE S.A.U. pertenece al grupo Fluidra, se trata de una empresa multinacional dedicada a la fabricación de piscinas y todos los productos que giran en torno a ellas. El establecimiento de Inquide S.A.U. forma parte del polígono industrial La Armentera, y tiene una superficie total de 83.871 m<sup>2</sup>. La principal actividad que se desarrolla en el establecimiento es la fabricación de ácido tricloroisocianúrico (ATCC). La factoría también dispone de una nave para la transformación y envasado del ácido en tabletas, compactos o pastillas de distintas medidas. En el establecimiento también se encuentra una instalación de cogeneración propiedad de INQUEVAP, así como un concentrador y una eliminación de efluentes salinos. La clasificación de la actividad según el código CNAE es 2014 “Fabricación de otros productos básicos de química orgánica”.

La empresa POLIDUX S.A. filial de la petrolera Repsol, Las instalaciones de POLIDUX S.A. se encuentran repartidas en dos zonas: la Zona I (7.400 m<sup>2</sup> de superficie) se encuentra en el polígono

industrial Paúles y la Zona II (71.986 m<sup>2</sup> de superficie) en el polígono industrial La Armentera, separadas entre sí un kilómetro. Como medio de separación natural entre ambas zonas discurre el Río Cinca, a una distancia aproximada de unos 200 metros de cada una de ellas, quedando la Zona II al oeste y la Zona I al este. La actividad desarrollada en la planta consiste en la fabricación de polímeros y copolímeros, estando contemplada dentro de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), dentro del grupo 24.16: "Fabricación de primeras materias plásticas".

La empresa QUIMICAS DEL CINCA S.L.U., perteneciente al grupo Iberclor S.L. El establecimiento que Química del Cinca S.L.U. posee en Monzón forma parte del polígono industrial Paúles y tiene una superficie de 33.832 m<sup>2</sup>. La actividad que se desarrolla en el establecimiento es, por un lado, la producción de cloro, hidróxido de sodio, hidrógeno, hipoclorito sódico, ácido clorhídrico, cloruro férrico y bisulfito sódico (División Electroquímica), y por otro la obtención de parafinas cloradas y parafinas sulfocloradas (División de Parafinas). La clasificación, por tanto, de ambas actividades según el código CNAE es: Productos químicos inorgánicos 24.130. Productos químicos orgánicos 24.142.

Estas empresas son las partícipes del objeto directo de análisis. El desarrollo del PEE de Monzón atendió tanto a una necesidad real, como a un cambio en la normativa anteriormente mencionada, en la que exigía de la elaboración de estos planes de emergencias exteriores para las empresas que presentasen mayor riesgo.

En el año 2004 se produjo una fuga en la fábrica de Inquide, se generó una pequeña nube tóxica de cloro debido a la explosión en uno de los hornos. Esto generó, que mediante el aviso al 112 por parte de la ciudadanía y posterior confirmación de la empresa se puso en marcha el protocolo de protección civil. Hasta el recinto se acercaron, de acuerdo con el protocolo establecido equipos de protección civil, bomberos, policía municipal y agentes del Seprona. El viento facilitó la disolución de la nube tóxica y sólo se vieron afectados dos operarios.

Este acto marcó un precedente, y en el año 2006 se instaló un sistema acústico para alertar a la población en caso de que se produjese algún escape tóxico. Un año después, fue aprobado, inicialmente mediante el DECRETO 280/2007 de 6 de noviembre, la creación de un plan de acción exterior para las empresas Inquide S.A.U., Polidux S.A. y Químicas del Cinca S.L.U.

Para la creación de este plan especial para las mencionadas empresas se ha tomado como base la Directriz básica de protección civil para el control y la planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, aprobada por REAL DECRETO 1196/2003, de 19 de septiembre.



Con estas consideraciones previas se desarrolló el DECRETO 280/2007, de 6 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de Emergencia Exterior de las empresas aragonesas Industrias y Energía S. A.; Industrias Químicas Derivado S. A.; Montecinca S. A.; Polidux S. A. y Química del Cinca S. A., de Monzón.

Posteriormente el DECRETO 280/2007 fue revisado y actualizado en el año 2013. Actualmente es el DECRETO 131/2013, de 23 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprobó el Plan Especial de Protección Civil de emergencia exterior de las empresas INQUIDE, S.A.U., POLIDUX, S.A. y QUÍMICA DEL CINCA, S.A., de los Polígonos Industriales de Paúles y La Armentera de Monzón (Huesca).

El Plan de Emergencia Exterior (PEE) de los polígonos industriales de Paúles y La Armentera en Monzón, provincia de Huesca, es un Plan Especial de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Aragón, que tiene por objeto establecer el marco orgánico y funcional, las medidas de prevención e información, así como la organización y los procedimientos de actuación y coordinación de los medios y recursos asignados con el objeto de prevenir y, en su caso, mitigar las consecuencias de los accidentes graves que se puedan producir en este establecimiento y en su entorno inmediato. (BOA, 131/2013)

Este PEE, contempla un pacto de ayuda mutua verbal en el cual se dispone que las empresas que lo subscriben se comprometen a llevarlo a cabo y disponer siempre de los elementos necesarios. Esta subscrito, además de por las empresas directamente aceptadas por el DECRETO 131/2013, por empresas anexas a estas. Se han generado acuerdos entre ellas para establecer la ubicación de los medios de actuación, como hidrantes, rociadores, puntos de comunicación y de quién es responsable de su mantenimiento.

Además, este PEE establece un organigrama general:

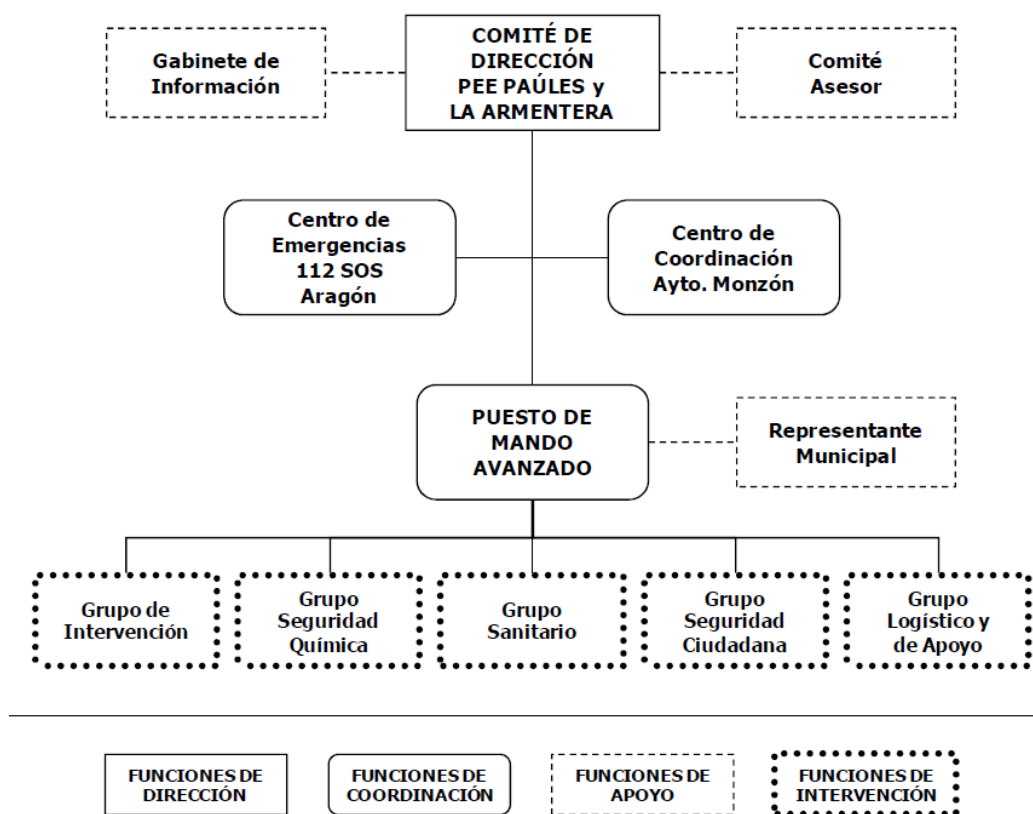


Figura 3, Organigrama general del PEE. Fuente: PEE Monzón.

El Comité de Dirección es el impulsor del plan y dirige y coordina las actuaciones y participación de las distintas administraciones, está integrado por diferentes cargos de las administraciones. El Consejero de Política Territorial, Justicia e Interior del Gobierno de Aragón, en representación de la Administración Autonómica, el delegado del Gobierno en la Comunidad Autónoma de Aragón, en representación de la Administración General del Estado, el Presidente de la Comarca del Cinca Medio, en representación de la Comarca y el Alcalde de Monzón, en representación de la Administración Local. Las funciones de este comité, en colaboración con los asesores y el gabinete de información, será la de declarar la emergencia y tomar las decisiones pertinentes con respecto a la gravedad de la emergencia.

El jefe del Puesto de Mando Avanzado es la persona física de carácter técnico dependiente del Comité de Dirección responsable de las tareas de intervención, control del incidente y coordinación de medios materiales y humanos en el lugar donde esté ocurriendo el siniestro. Este puesto corresponde al jefe de protección civil y bomberos de la comarca del Cinca Medio.

El PEE está dotado de un sistema de calificación de accidentes, el cual establece el nivel de riesgo que presenta el accidente, estableciendo los medios necesarios para cada categoría en función de las necesidades que presente. Las categorías se plantean del 1 al 3:

- Categoría 1: Aquellos accidentes que tengan como única consecuencia daños materiales en la instalación accidentada. No hay daños de ningún tipo en el exterior de la instalación.
- Categoría 2: Aquellos accidentes que tengan como consecuencias posibles víctimas y daños materiales en la instalación. Las repercusiones exteriores se limitan a daños leves o efectos adversos sobre el medio ambiente en zonas limitadas.
- Categoría 3: Aquellos accidentes que tengan como consecuencias posibles víctimas, daños materiales graves o alteraciones graves del medio ambiente en zonas extensas, en el exterior de la instalación industrial.

En los accidentes de categoría 1 no se activará el PEE, sino el PEI o Plan de Emergencia Interno, poniendo en prealerta al Comité de Dirección del PEE. El PEI está basado en la contención del accidente en el interior de la instalación mediante el uso de los equipos propios. En el supuesto de un accidente de categoría 2 y 3 el PEE y el PEI serían activados de manera conjunta.

El PEE está abierto a actualizaciones a cualquier nivel para poder adaptarse a las nuevas necesidades en caso de producirse algún cambio dentro del ámbito de aplicación. Este PEE obliga a la realización de un mantenimiento y revisión de todos los equipos que intervienen para asegurar su correcto funcionamiento en caso de accidente.

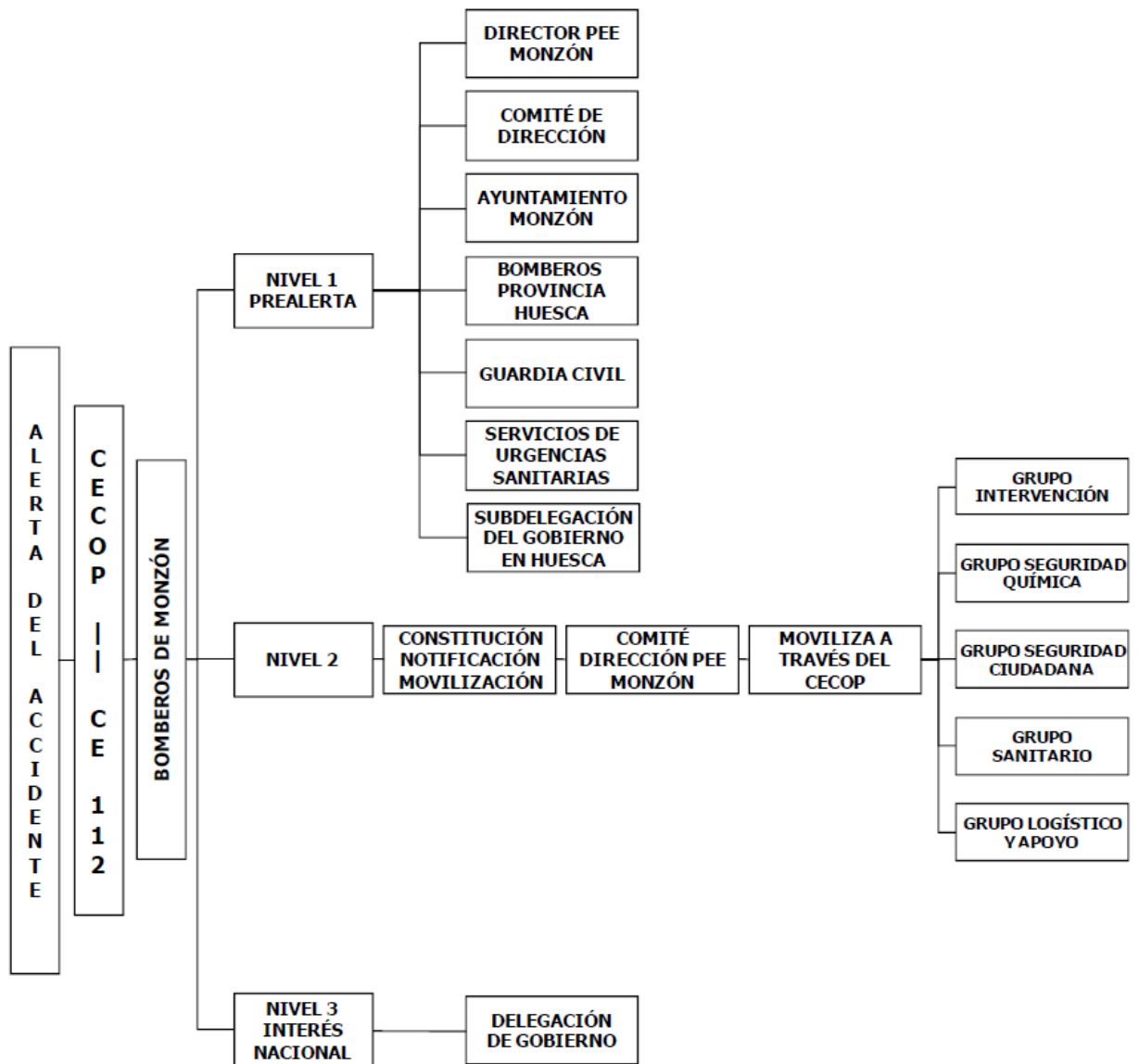


Figura 4, Organigrama de avisos y movilizaciones del PEE de los polígonos industriales de Paúles y La Armentera en Monzón. Fuente: PEE Monzón.

## **Consideraciones de la zona de estudio**

El término municipal de Monzón, con una extensión aproximada de 15.544 Ha, situado en el Somontano oriental, limita con los términos municipales siguientes: al norte con Castejón del Puente, al sur con Pueyo de Santa Cruz, al este con la Almunia de San Juan, al sureste con Binéfar y al oeste con Ilche.

El municipio está surcado por los ríos Cinca y Sosa; el primero regulado por el pantano del Grado, que atraviesa el término entre la población de Monzón y Conchel; y el segundo, atraviesa el municipio de este a oeste pasando por el interior de la localidad de Monzón, desembocando en el río Cinca, aproximadamente a un kilómetro de dicha localidad, por el término municipal pasa también el Canal de Aragón y Cataluña.

El término municipal de Monzón cuenta con una población de 17.042 habitantes, asentados en distintos núcleos urbanos: Monzón, Selgua, Conchel, Poblado de Monsanto y La Estación de Selgua.

La actividad económica de la comarca del Cinca Medio ha estado determinada por el desarrollo industrial de su cabecera, la ciudad de Monzón, que se inicia en 1925 con la instalación de la azucarera, lo que favoreció la creación de los cimientos de una importante plataforma industrial que se ha extendido también a los municipios cercanos, que se han beneficiado de ella.

Una segunda fase en el proceso industrializador se produce entre 1946 y 1952 con la transformación de la estructura productiva de la zona, que va dejando su carácter fundamentalmente agrario para transformarse y generar un importante tejido industrial que atrajo a empresas con dimensión comercial nacional e incluso internacional.

La expansión industrial de Monzón se produjo en torno a unas empresas que dinamizaron la actividad productiva local y convirtieron la comarca del Cinca Medio en un espacio fundamentalmente industrial, que se vio siempre favorecido por su estratégica situación geográfica en el eje País Vasco-Pamplona-Huesca-Lleida. Tanto el ferrocarril en lo que a comunicaciones se refiere, como la existencia de abundante agua procedente del Canal de Aragón y Cataluña, del río Cinca y del río Sosa han favorecido el desarrollo industrial de Monzón.

Entre las empresas que se instalaron entonces habría que destacar a «Hidro-Nitro [que] se dedicó a la producción de carburo cálcico, cianamida, ferrosilicio, dicianamida, melamina y amoniaco líquido; Etino-Química a la de cloro, sosa cáustica, y más tarde a la de cloruro de vinilo y

poliestireno y últimamente a la fabricación de ferroaleaciones; Monsanto Ibérica dedicándose a la elaboración de cloruro de polivinilo, poliestireno y copolímeros, sosa cáustica y santoflex.

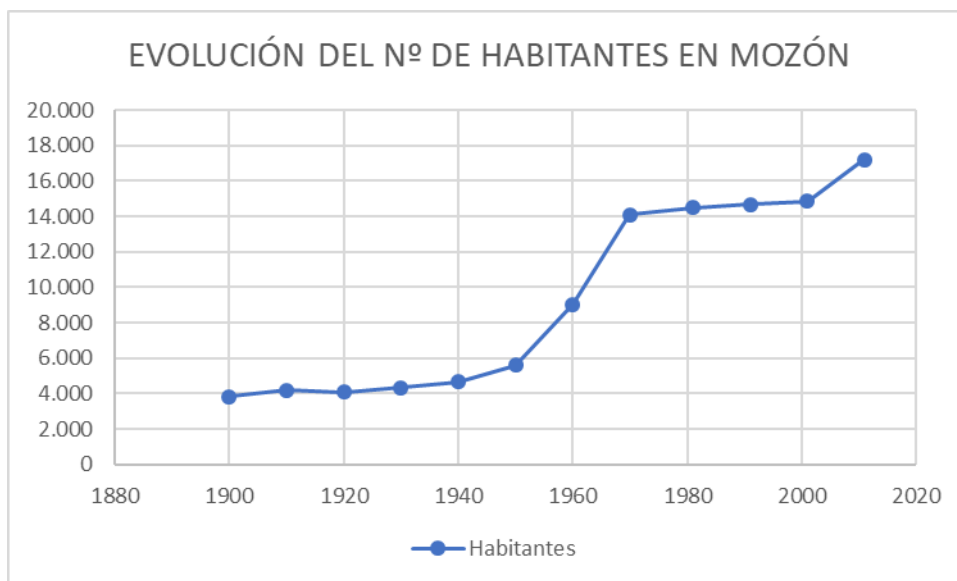
Otras industrias importantes, pero de menor volumen que las anteriores por su producción son: Plásticos del Cinca, dedicada a la transformación del cloruro de polivinilo; Melchor Torres SA a la fabricación de máquinas y herramientas; Cementos del Cinca SA a la producción de cemento Portland» (Carlos Gómez Bahillo, 1989, p. 56).

Este era el panorama industrial de Monzón a comienzos de los años ochenta del siglo XX. Durante las dos décadas siguientes la comarca del Cinca Medio se ha visto afectada por los procesos de reestructuración (reconversión industrial) del sector industrial español, por la revolución que han generado las denominadas nuevas tecnologías, por la expansión y consolidación del mercado globalizado, cada vez más amplio y competitivo, y por la entrada de España en la Unión Europea, lo que ha contribuido a la transformación del tejido industrial del país y concretamente del sector empresarial de la comarca.

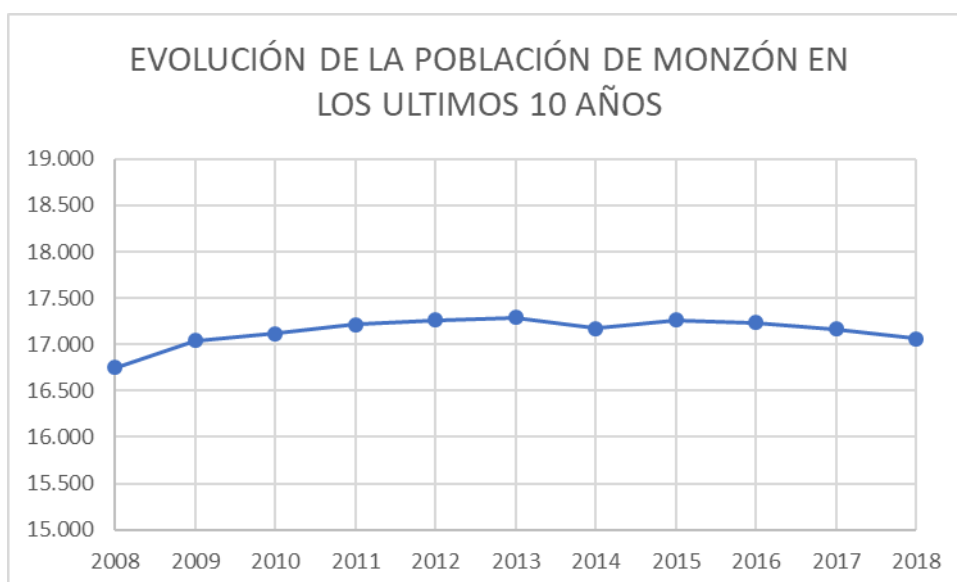
A pesar de los procesos de reestructuración y ajuste que ha experimentado la actividad empresarial de la comarca, esta presenta un panorama positivo con una estructura productiva en proceso de expansión, principalmente en el sector industrial que presenta unas cuotas de crecimiento constantes en estos últimos años. Se trata de un sector que desarrolla una actividad cuantitativamente importante y es determinante para la economía comarcal, ya que su desarrollo está contribuyendo al crecimiento del sector de servicios y de la construcción.

Como podemos observar en la gráfica 1, gracias a la aparición de la industria en las inmediaciones de esta ciudad, se produjo un boom poblacional llegando a triplicarse el número de habitantes en tan solo 30 años. La actividad industrial se ha consolidado en la zona, evitando así la despoblación de antiguas zonas rurales y generando así el desarrollo de toda la región. Gracias a esta industria, la población ha mantenido un crecimiento estable y continuado a lo largo de los años.

También podemos observar en la gráfica 2, que la evolución de la población en estos últimos diez años ha sido muy estable. Teniendo en cuenta la crisis económica, presente desde el año 2008, el municipio de Monzón, en materia de población, no se ha visto prácticamente afectado por ella, efecto que suele ser muy evidente en el medio rural.



Gráfica 1, Evolución de la población de la ciudad de Monzón en el periodo 1900-2011. Fuente: foro-ciudad



Gráfica 2, Evolución de la población de la ciudad de Monzón en el periodo 2008-2018. Fuente: Foro-ciudad.

## Distribución demográfica

Para analizar la población afectada por tramos, desde el PEE se elaboró un mapa basado en círculos concéntricos de 500m, 1000m, 1500m, 2000m, 3000m y 4000m. En la tabla 1 se realiza la agrupación poblacional en cada uno de los tramos, para conocer el número de habitantes que se verían afectados en caso de que se produjese un suceso catastrófico.

En la tabla se cuenta desde los trabajadores de las empresas, la población del municipio de Monzón y poblaciones cercanas, así como la posible población itinerante en cada uno de los círculos. En la tabla 1 podemos observar que la mayoría de la población se ubica entre los 2000 y 3000 metros de distancia con respecto a los focos del riesgo.

<b>RADIO</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
<b>500 m</b>	Plantilla POLIDUX S.A.: 43 Plantilla QUÍMICA CINCA S.A.: 12 Población Polígonos: 20 Población itinerante: 6	<b>81</b>
<b>500 – 1.000 m</b>	Plantilla POLIDUX S.A.: 42 Población Polígonos: 250 Población de Monsanto: 3 Población itinerante: 38	<b>333</b>
<b>1.000 – 2.000 m</b>	Plantilla INQUIDE S.A.U.: 32 Población Polígonos: 600 Población de Monzón: 1.492 Población itinerante: 262	<b>2.386</b>
<b>2.000 – 3.000 m</b>	Población Polígonos: 200 Población de Monzón: 12.426 Población Estación Selgua: 3 Población itinerante: 428	<b>13.057</b>
<b>3.000 – 4.000 m</b>	Resto población de Monzón: 2.799 Población de Selgua: 3 Población de Castejón del Puente: 70 Población itinerante: 147	<b>3.019</b>

Tabla 1, Distribución de la población en los círculos concéntricos. Fuente: PEE Monzón.





## **Puntos vulnerables**

La normativa europea Seveso obliga a la recopilación de los puntos vulnerables dentro de los PEE para la industria química, con el objetivo de que figuren en un marco especial de protección. Esto se basa en la localización de estos elementos vulnerables y en su catalogación para posteriormente elaborar sistemas de protección en torno a ellos en materia de conservación.

Dentro del municipio de Monzón encontramos elementos vulnerables, entre los que se han recogido:

- Centros de enseñanza, donde se encuentran cuatro centros de educación infantil y primaria, dos centros de secundaria, dos centros de educación especial, un conservatorio superior de música, una escuela oficial de idiomas, un centro de educación para adultos, una guardería y cinco edificios culturales.
- Locales deportivos, entre los que se encuentran un estadio de fútbol, dos polideportivos, una pista de atletismo, un complejo tenístico y un club deportivo.
- Centros asistenciales y sanitarios, entre los que se encuentran tres residencias y centros de día para la tercera edad, cinco policlínicos, un centro de salud, un centro de rehabilitación y un set de ambulancias.
- Centros de pernoctación, entre los que se incluyen cuatro hostales y un hotel.

De acuerdo con la escala de estudio empleada para este proyecto, también hay que incluir los elementos vulnerables del municipio de Conchel, entre los que se encuentran un colegio de infantil y primaria y un hotel.

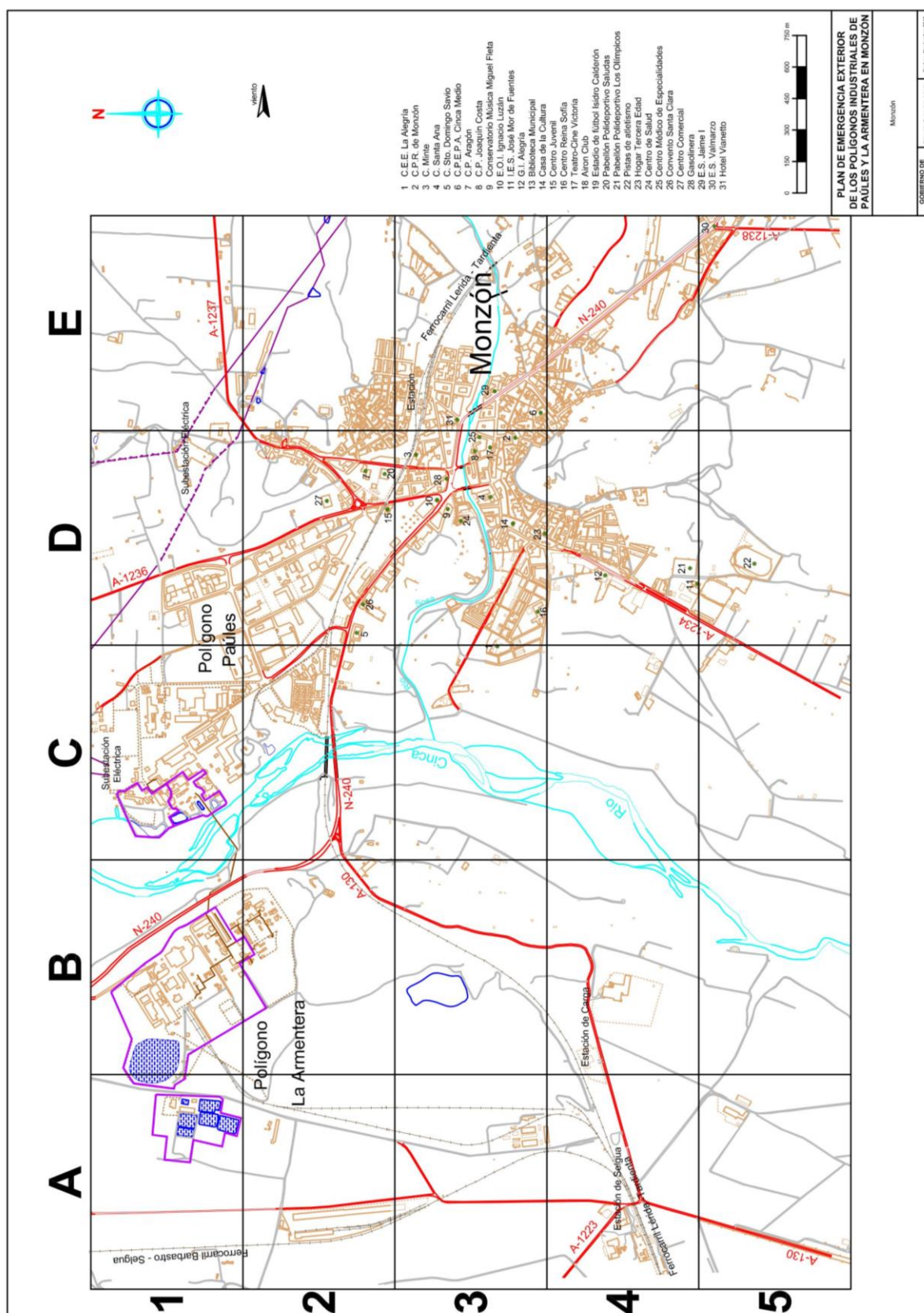
Dentro del mapa 2 están recogidos todos estos elementos vulnerables. Estos están repartidos por todo el municipio, concentrándose la mayoría en el centro municipal. Como hemos podido ver en el mapa 1, al igual que la población, estos elementos se concentran también entre los 2000 y 3000 metros de distancia con respecto al foco de riesgo.

## **Instalaciones singulares**

Todas estas estaciones singulares están recogidas dentro del PEE para su especial protección en caso de accidente debido, en cada uno de sus casos, a su interés histórico y cultural, a su valor estratégico de desarrollo o a su necesidad de uso diaria.

Dentro de esta categoría se encuentran instalaciones singulares ajenas a la población, infraestructuras existentes tales como:

- Subestaciones eléctricas, pudiendo contabilizar diez de ellas incluidas dentro de cada una de las empresas de los polígonos industriales, además de la de Renfe y la hidroeléctrica.
- Estaciones de regulación y medida, entre las que se encuentran cuatro estaciones correspondientes con gaseoductos y redes de gas; gasolineras, pudiendo contabilizar hasta tres dentro del área de estudio; otras instalaciones, entre las que se incluyen los dos puentes sobre el río Cinca.
- Elementos de valor histórico y culturales, entre los que se encuentran los monumentos del castillo de Monzón, considerado monumento histórico-artístico nacional del SIX; y además encontramos la concatedral de Sta. María del Romedal, considerado monumento religioso del SXII.
- La red de carreteras de la zona está compuesta por una autovía (A-22), una carretera nacional (N-240) y varias autonómicas (A-130, N-240). El resto de las vías lo constituyen vías de otro orden y caminos rurales.
- La línea de ferrocarril que discurre por el ámbito geográfico que recoge este Plan de Emergencia Exterior es la línea entre Barcelona y Zaragoza (vía Lérida), que entre los puntos kilométricos 115,5 y 137,6 discurre por el término municipal de Monzón. Existe un paso a nivel con barreras en el punto kilométrico 126,425 de la red ferroviaria, en el casco urbano de Monzón. Existen además cinco pasos elevados de ferrocarril. Asimismo, hay dos apartaderos de ferrocarril, utilizados para carga y descarga de mercancías propias en el polígono Paúles y en la Armentera.





## **Fenómenos químicos peligrosos**

Se incluyen aquí las nubes tóxicas o la contaminación del medio ambiente debida a fugas o vertidos incontrolados de sustancias peligrosas para las personas y el medio ambiente contempladas en las partes 1 y 2 del Anexo I del Real Decreto 1254/1999. Estas sustancias químicas directa o indirectamente, a través de reacciones secundarias inmediatas o diferidas, pueden producir efectos muy diversos en función de la categoría de la sustancia peligrosa de que se trate.

Los daños dependerán, para cada entorno, de las características orográficas del terreno, la concentración del tóxico y el tiempo de exposición. La característica esencial de todos los productos y sustancias tóxicas es que para producir consecuencias deben difundirse a través de un medio, lo que requiere que transcurra un tiempo y, en ocasiones, permite la aplicación de medidas de protección más fácilmente que para los fenómenos térmicos y mecánicos.

La liberación incontrolada de productos contaminantes conlleva riesgos asociados que, en función del tóxico liberado y las condiciones en las que se encuentre generará una reacción u otra. Es preciso conocer la naturaleza de estos tóxicos para poder prever los posibles sucesos que puedan acontecer, entre tales sucesos se pueden incluir:

- Vertido de productos contaminantes en aguas superficiales, pudiéndose derivar de ello la contaminación de aguas potables o graves perjuicios para el medio ambiente y las personas.
- Filtración de productos contaminantes en el terreno y aguas subterráneas dejándolos inservibles para su explotación agrícola, ganadera y de consumo.
- Emisión de contaminantes a la atmósfera que determinan la calidad del aire provocando graves perturbaciones en los ecosistemas receptores con posible posterior incorporación a la cadena trófica.

Con carácter general, los establecimientos contemplados por el Real Decreto 1254/1999 y por la Directriz básica están regulados, en cuanto a su implantación y funcionamiento, por la legislación vigente en materia de protección del medio ambiente, que impone límites y condiciones para evitar que su impacto sobrepase ciertos niveles considerados como tolerables.

## **Zonas objeto de planificación.**

En concreto, se definen las siguientes zonas:

- Zona de intervención: Es aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.
- Zona de alerta: Es aquella en la que las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos de población.

## **Hipótesis incidentales planteadas y análisis de consecuencias**

Las hipótesis que se plantean y su análisis de consecuencias se realizan atendiendo a todas las variables existentes para cada caso. Se analizan las probabilidades de que ocurra un suceso determinado, como la rotura de una tubería, un derrame descontrolado o una explosión, calculando desde la posibilidad más pequeña hasta la más grande, pasando por niveles intermedios para realizar un trabajo de mayor precisión.

### **INQUIDE S.A.U.**

El análisis de consecuencias de la empresa INQUIDE S.A.U. se ha dividido en dos partes considerando las sustancias peligrosas presentes en el establecimiento: cloro y ATCC.

Los sucesos de mayor importancia, en relación con el cloro, se concentran en la zona de almacenamiento, mientras que para el ATCC se ha considerado su degradación térmica frente a un incendio. Si se produjese un derrame de cloro siendo su temperatura superior a su punto de ebullición se generaría una evaporación súbita, generando una nube tóxica que se desplazará en función de la velocidad y dirección del viento.

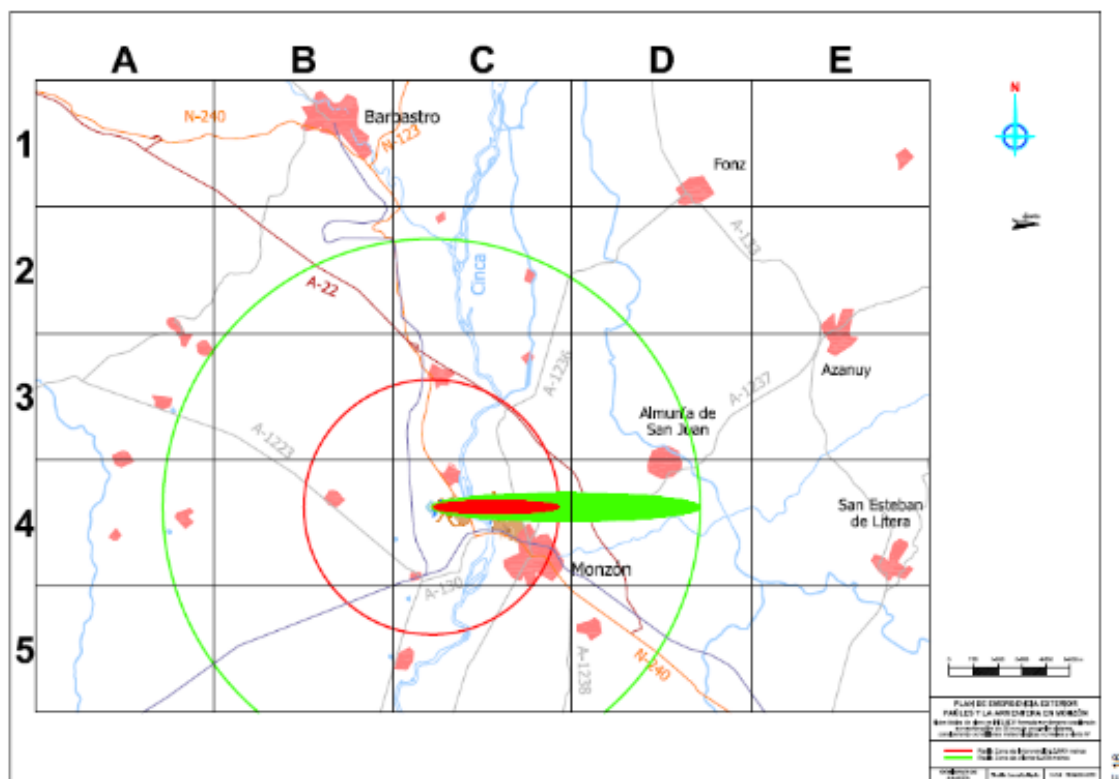
En este subapartado se analizan los sucesos incidentales más importantes que pueden tener lugar relacionados con cada una de las sustancias nombradas.

## Sucesos con cloro.

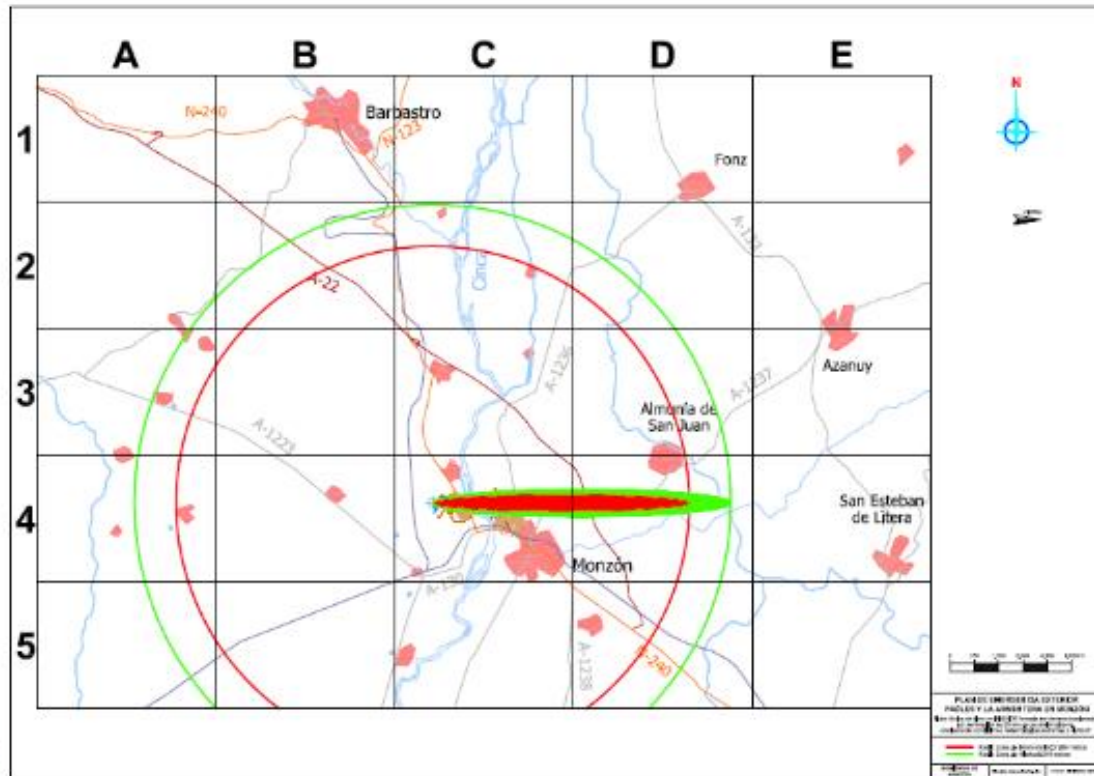
	Zona de Intervención		Zona de Alerta	
	ANCHURA MÁXIMA (m)	DISTANCIA (m)	ANCHURA MÁXIMA (m)	DISTANCIA (m)
<b>CONDICIONES METEOROLÓGICAS NORMALES</b>				
Perforación cisterna	404	2.395	886	4.950
Tubería reactor	62	310	163	910
<b>CONDICIONES METEOROLÓGICAS EXTREMAS</b>				
Perforación cisterna	514	5.580	860	7.150
Tubería reactor	136	1.440	279	2.940

Tabla 2, Dimensiones de las nubes tóxicas de cloro formadas. Fuente: PEE Monzón.

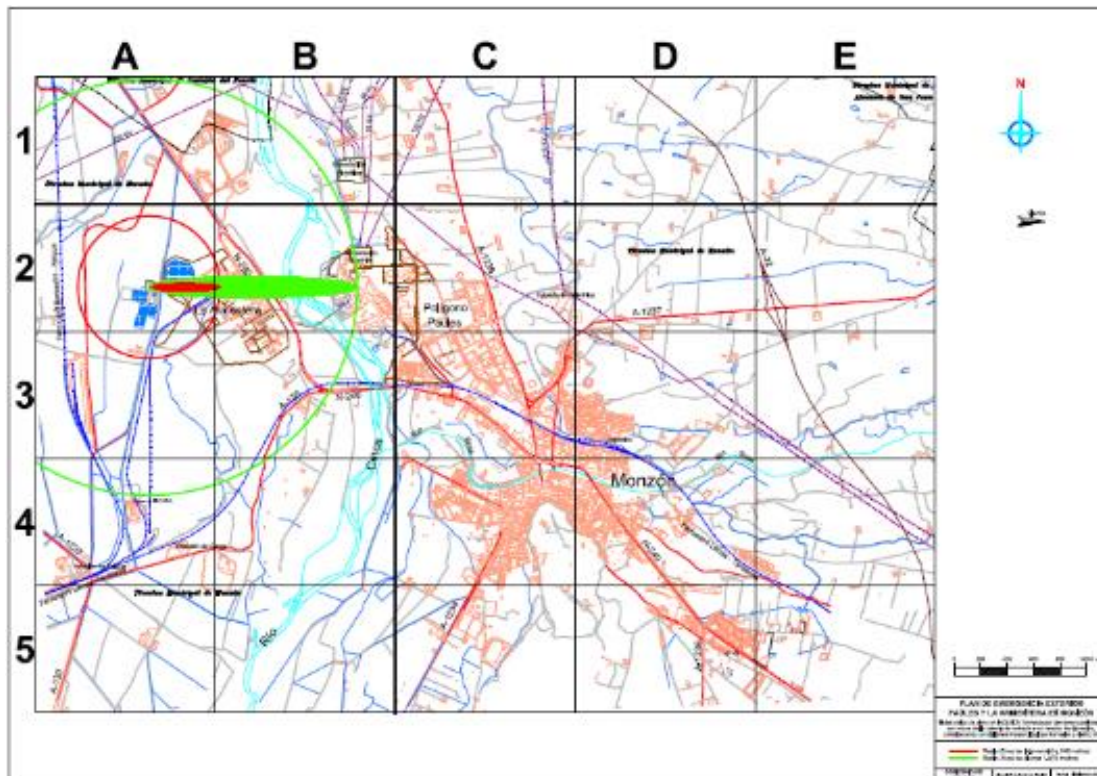
Mapa resultante para la perforación de la cisterna:



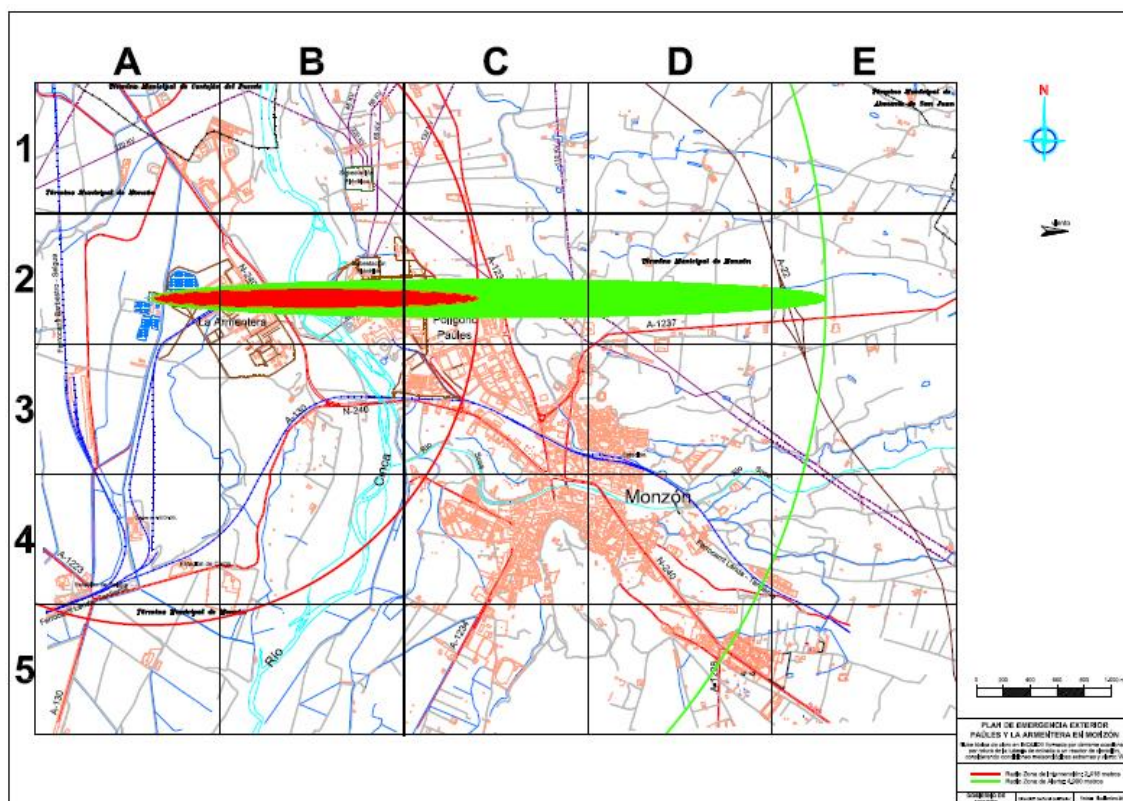
Mapa 3, Perforación de la cisterna en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón.



Mapas resultantes para rotura de tubería de reactor:







Mapa 6, Tubería de reactor en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón.

## Sucesos con ATCC.

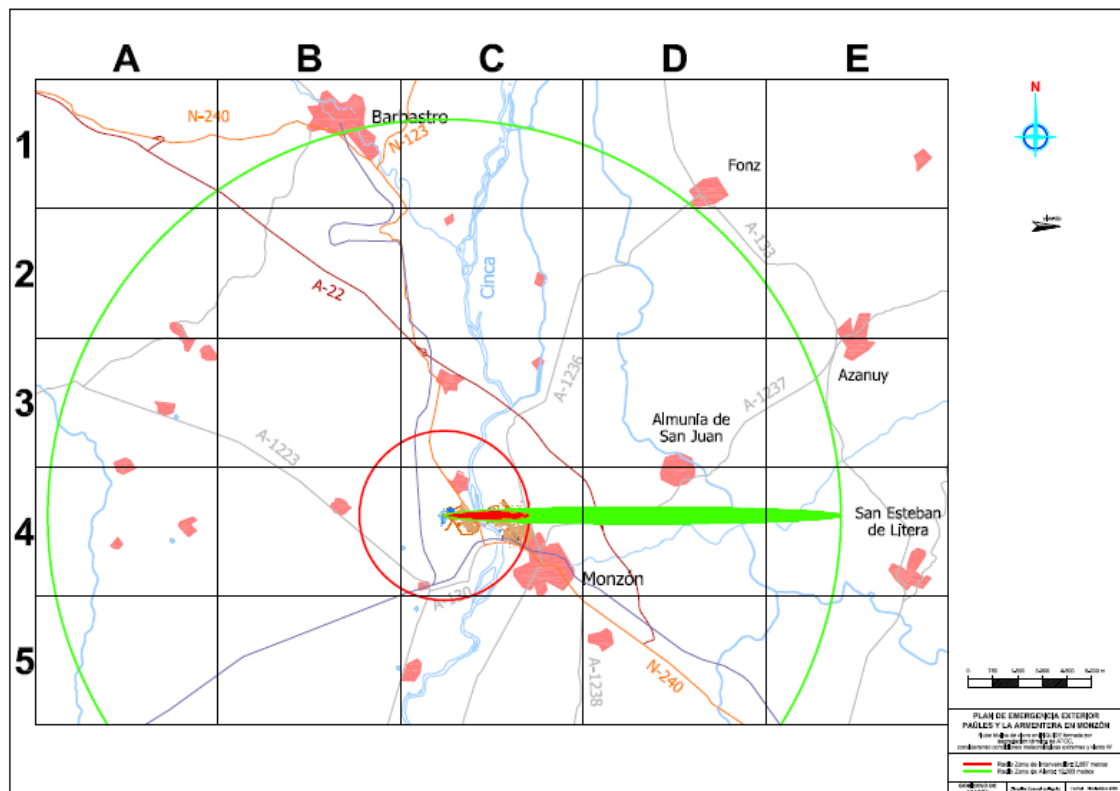
El ácido tricloroisocianúrico (ATCC) es una sustancia comburente, capaz de degradarse térmicamente dando lugar a la formación de una nube de gases tóxicos. Por esta razón se ha considerado en el análisis de consecuencias la posible degradación térmica de ATCC debida a un incendio en la zona de almacenamiento, y la dispersión de los gases tóxicos formados.

	Zona de Intervención		Zona de Alerta	
	ANCHURA MÁXIMA (m)	DISTANCIA (m)	ANCHURA MÁXIMA (m)	DISTANCIA (m)
CONDICIONES METEOROLÓGICAS NORMALES				
Incendio ATCC	93	485	201	1.150
CONDICIONES METEOROLÓGICAS EXTREMAS				
Incendio ATCC	235	3.050	512	7.200

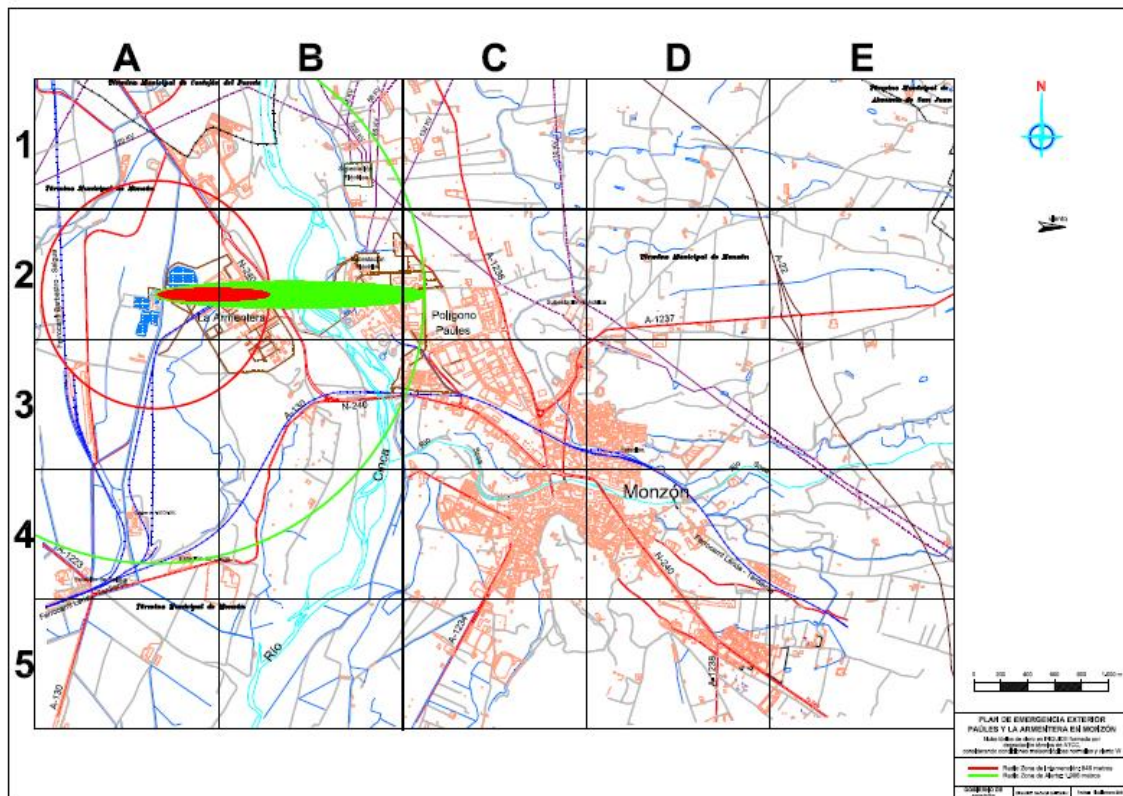
Tabla 3, Dimensiones de nubes tóxicas de cloro formadas por degradación térmica de ATCC.

Fuente: PEE Monzón.

Mapas resultantes para incendio con ATCC.



Mapa 7, Incendio ATCC en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón.



Mapa 8, Incendio ATCC en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón.

POLIDUX S.A.

El análisis de consecuencias de la empresa POLIDUX S.A. se ha realizado de forma individual para cada sustancia peligrosa presente en la empresa, es decir, para estireno, pentano, propano y peróxido de benzoilo. Los sucesos incidentales más importantes que pueden tener lugar relacionados con cada una de estas sustancias tienen que ver con procesos de transporte a través de tuberías o bien con procesos de almacenamiento.

#### **Suceso con estireno.**

Si se produce una fuga de estireno se formaría un charco de líquido que sería capaz de incendiarse si encontrase alguna fuente cercana. Si el charco de líquido no entra en ignición y las condiciones meteorológicas lo favorecen, se produciría la evaporación de parte del líquido del charco, formándose una nube inflamable que si encuentra una fuente de ignición podría producir una explosión de una nube de vapor no confinada y que en caso de no encontrarla daría lugar a una emisión sin consecuencias.

Los sucesos con estireno generarían daños en el interior de la fábrica, teniendo en cuenta el suceso, se analizan las posibilidades de muerte por hemorragia pulmonar, rotura de tímpanos, los daños estructurales y la rotura de cristales. El producto cartográfico resultante no es de gran relevancia para el estudio del impacto sobre la población, por lo que no aparece representado.

#### **Sucesos con pentano.**

Si se produce una fuga de pentano se formaría un charco de líquido que sería capaz de incendiarse si encontrase alguna fuente cercana. Si el charco de líquido no entra en ignición y las condiciones meteorológicas lo favorecen, se produciría la evaporación de parte del líquido del charco, formándose una nube inflamable que si encuentra una fuente de ignición podría producir una explosión de una nube de vapor no confinada y que en caso de no encontrarla daría lugar a una emisión sin consecuencias.

Al igual que en el caso de los sucesos con estireno, la cartografía resultante es bastante extensa, ya que emplea las mismas unidades de análisis, por lo que tampoco aparece representada.

### **Sucesos con propano.**

El alcance de las consecuencias depende de la evolución de los sucesos desde que se produce la fuga de propano. Tomando como suceso iniciador la fuga de propano líquido, es decir un derrame, como la temperatura del fluido es superior a su punto de ebullición, una parte del líquido que escapa pasa a fase gaseosa instantáneamente, sufriendo lo que se denomina evaporación súbita. El resto del líquido formaría un charco que en caso de que entrase en ignición, se produciría un incendio del charco formado.

En caso negativo, y si las condiciones meteorológicas lo favorecen, se produciría la evaporación de parte del líquido del charco, debido principalmente al aporte de calor del terreno. Esta cantidad de gas, junto con la evaporada súbitamente, formaría una nube que si encuentra una fuente de ignición podría producir una explosión de una nube de vapor no confinada.

Al igual que en los sucesos con estireno y pentano el producto cartográfico no es de gran relevancia para el estudio del impacto sobre la población, por lo que la cartografía no aparece representada.

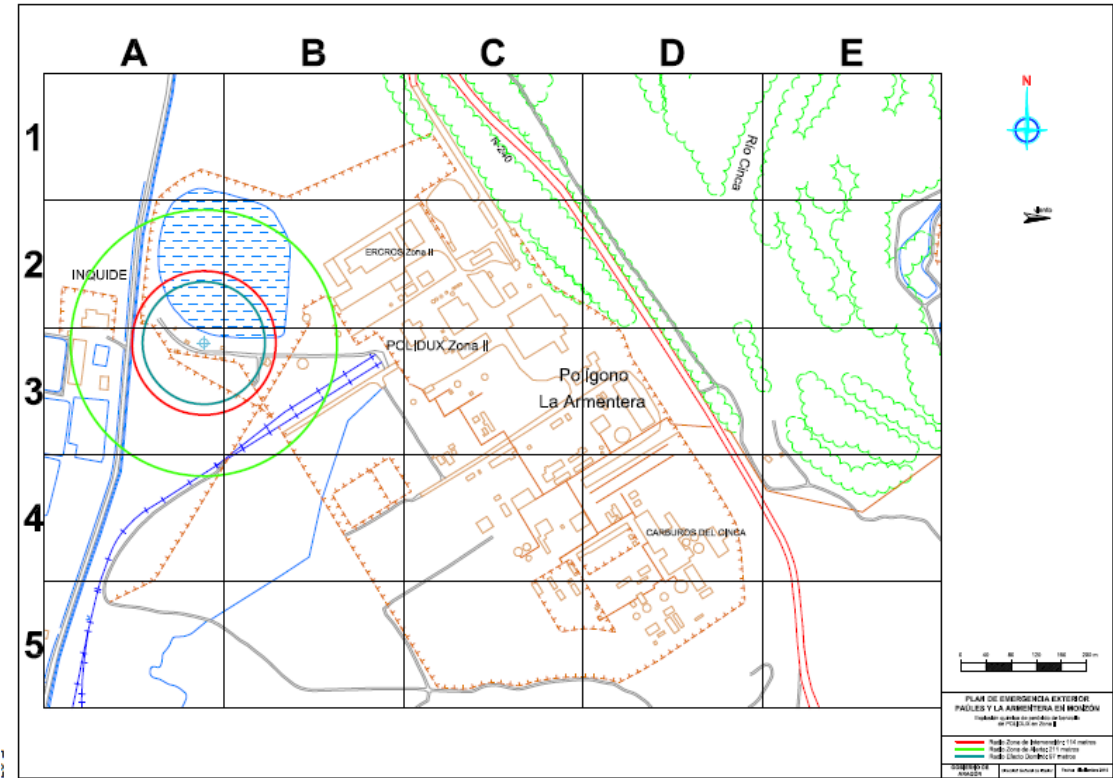
### **Sucesos con peróxido de benzoilo.**

El peróxido de benzoilo es un compuesto que se descompone por calentamiento o por presencia de alguna impureza, a través de una reacción fuertemente exotérmica con riesgo de explosión. Como la energía procede de una reacción química exotérmica, la explosión será química.

En referencia a los anteriores sucesos, añado la tabla empleada para la elaboración de las cartografías, así como un producto cartográfico resultante, usando como referencia los sucesos con peróxido de benzoilo.

	ZONA II	ZONA I
<b>Muertes por hemorragia pulmonar</b>		
Radio zona de probabilidad del 99%	25 m	17 m
Radio zona de probabilidad del 50%	29 m	20 m
Radio zona de probabilidad del 1%	34 m	23 m
<b>Rotura de tímpanos</b>		
Radio zona de probabilidad del 99%	29 m	20 m
Radio zona de probabilidad del 50%	53 m	37 m
Radio zona de probabilidad del 1%	112 m	78 m
<b>Daños en estructuras</b>		
Radio zona de total demolición	38 m	26 m
Radio zona de daños irreversibles	55 m	38 m
Radio zona de daños graves reparables	101 m	70 m
<b>Rotura de cristales</b>		
Radio zona de probabilidad del 99%	142 m	99 m
Radio zona de probabilidad del 50%	244 m	169 m
Radio zona de probabilidad del 1%	378 m	263 m

Tabla 4, Análisis de vulnerabilidad de explosiones químicas de peróxido de benzoilo. Fuente: PEE Monzón.



## QUÍMICA DEL CINCA S.A.

El análisis de consecuencias de la empresa QUÍMICA DEL CINCA S.A. se ha realizado de forma individual para cada una de las siguientes sustancias peligrosas presentes en la empresa: cloro, dióxido de azufre e hidrógeno.

Los sucesos incidentales más importantes que pueden tener lugar relacionados con cada una de estas sustancias tienen que ver con procesos de transporte a través de tuberías hacia los puntos de destino o bien con almacenamientos.

### Sucesos con cloro.

Según los sucesos iniciadores identificados, los sucesos identificados con el cloro son fugas de cloro líquido por roturas en las tuberías del licuador y de uno de los tanques de almacenamiento, fugas de cloro gas por roturas en las columnas de fabricación de hipoclorito y de cloruro férrico, y colapso de los principales almacenamientos de cloro. También se ha considerado una fuga general de cloro gas de 1 kg/s.

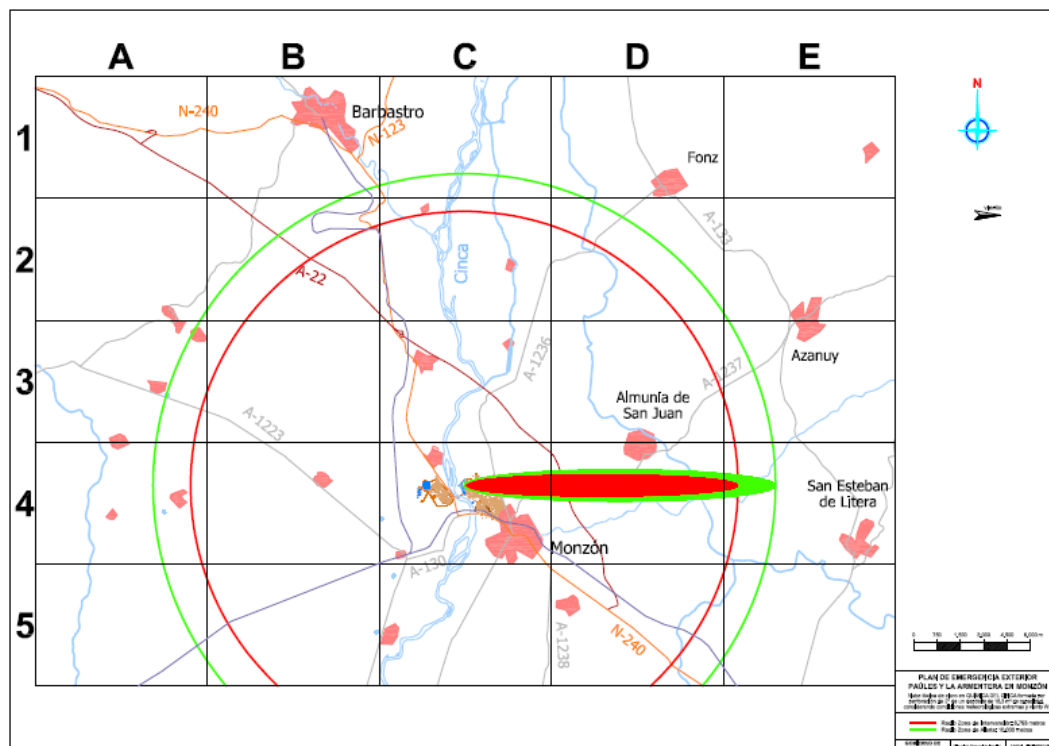
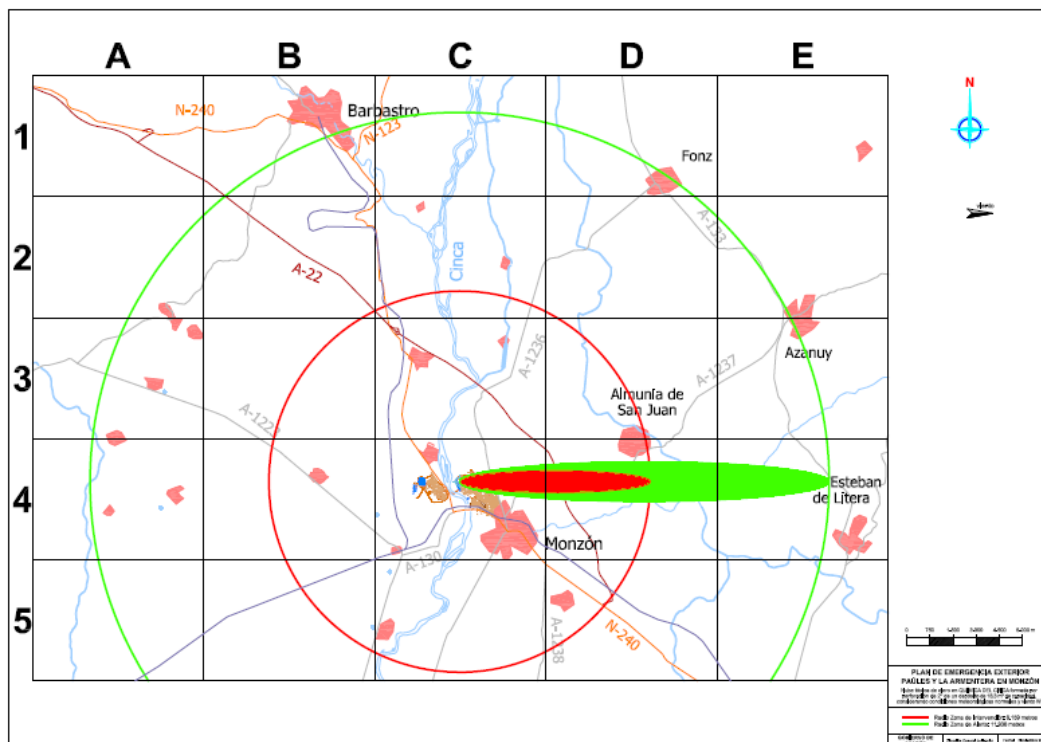
Para el análisis de los sucesos con cloro se tienen en cuenta la perforación de un tanque, el colapso de un tanque y la rotura de una tubería de cloro gas. Estos sucesos aparecen representados en la tabla 1, en la cual podemos ver el alcance de cada uno de ellos en condiciones meteorológicas normales y en condiciones meteorológicas extremas.

	Zona de Intervención		Zona de Alerta	
	ANCHURA MÁXIMA (m)	DISTANCIA (m)	ANCHURA MÁXIMA (m)	DISTANCIA (m)
CONDICIONES METEOROLÓGICAS NORMALES				
Perforación tanque	700	3.600	1.290	6.900
Colapso tanque	1.213	7.340	2.419	14.260
Tubería cloro gas	216	1.250	567	3.590
CONDICIONES METEOROLÓGICAS EXTREMAS				
Perforación tanque	706	7.140	1.022	7.510
Colapso tanque	1.008	7.140	1.251	7.580
Tubería cloro gas	420	4.680	760	6.790

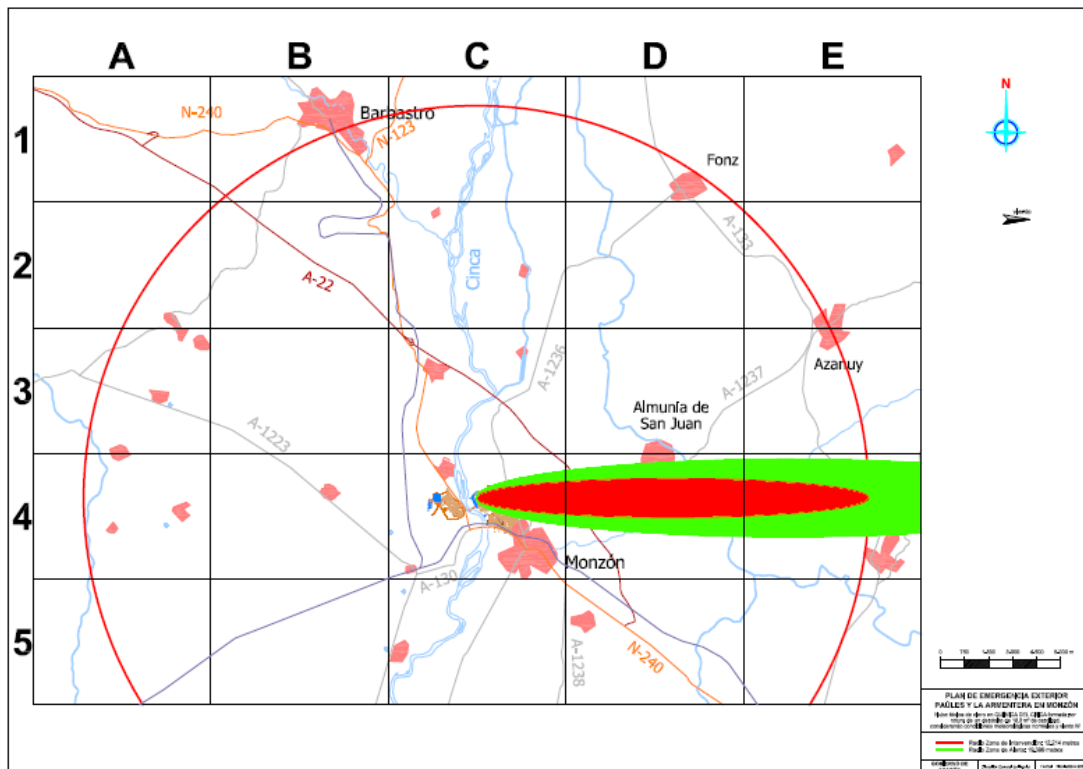
Tabla 5, Dimensiones de las nubes de cloro formadas. Fuente: PEE Monzón.



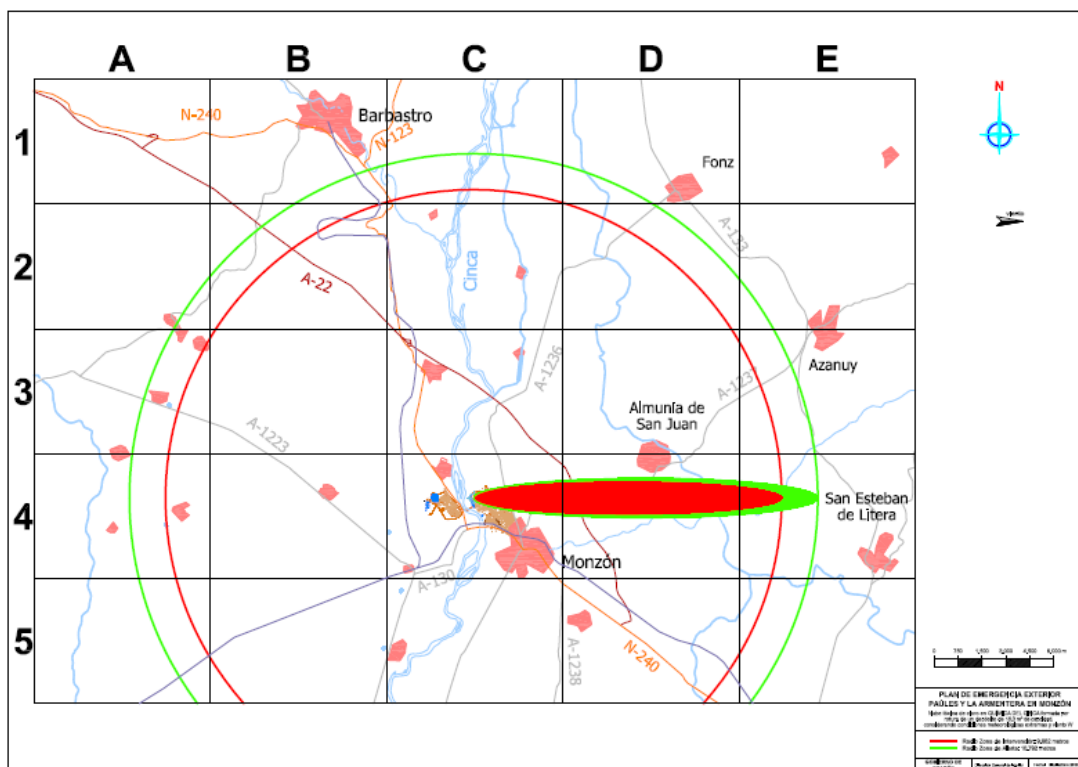
A continuación, se muestran los mapas resultantes para el suceso de perforación de tanque.



Mapas resultantes para el suceso de colapso del tanque de cloro.



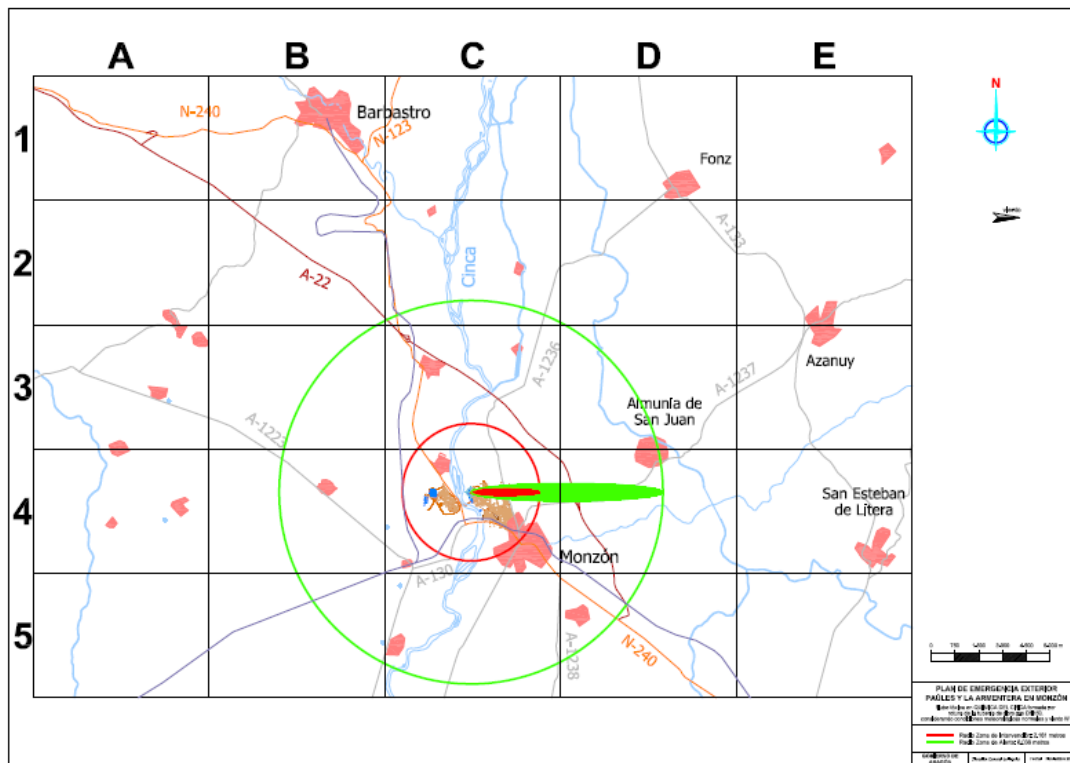
Mapa 12, Colapso de tanque de cloro en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón.



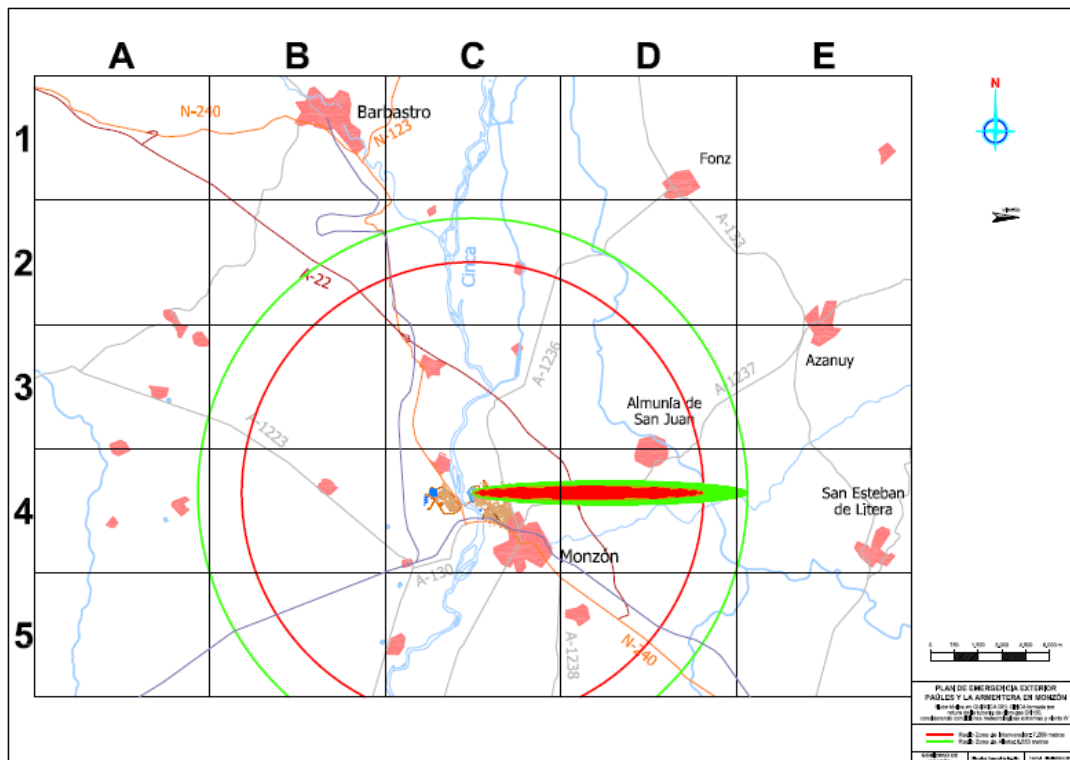
Mapa 13, Colapso de tanque de cloro en condiciones meteorológicas extremas. Fuente PEE Monzón.



Mapas resultantes para el suceso de rotura de tubería de cloro gas.



Mapa 14, Rotura de tubería de cloro gas en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón.



Mapa 15, Rotura de tubería de cloro gas en condiciones meteorológicas extremas. Fuente: PEE Monzón.

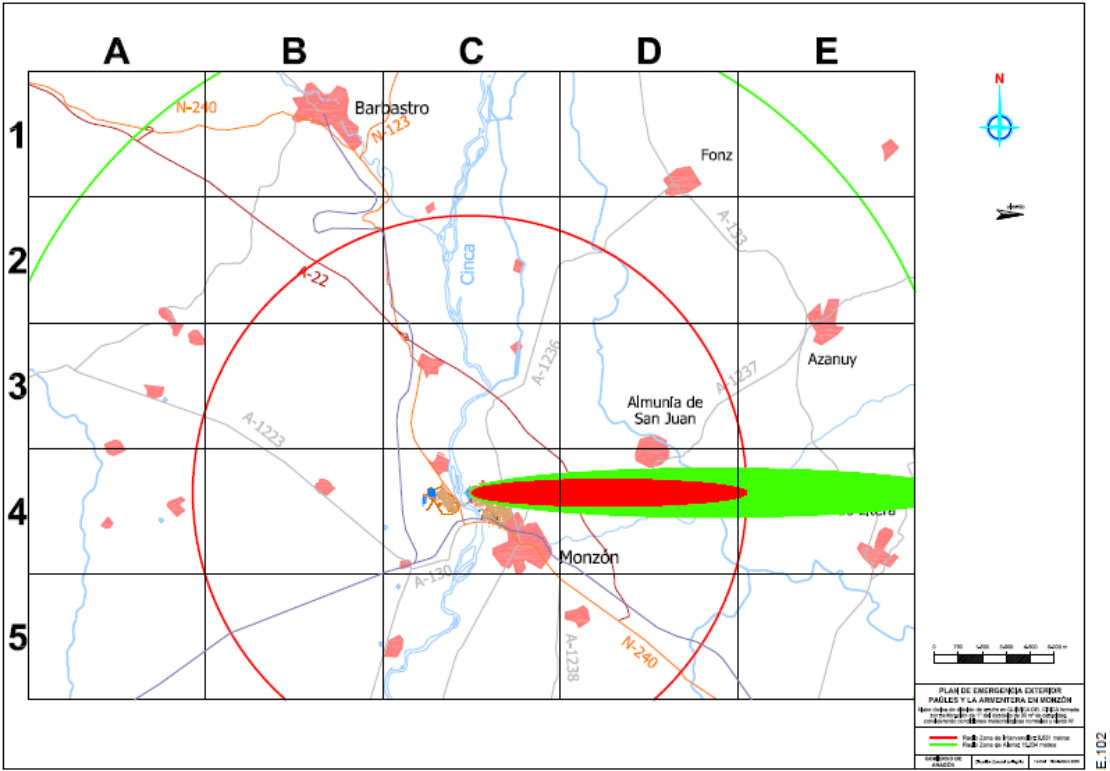
Sucesos con dióxido de azufre.

Los sucesos incidentales que pueden tener lugar relacionados con dióxido de azufre se centran en las instalaciones de almacenamiento, en concreto en la válvula de seguridad del tanque, en la tubería de líquido del depósito de almacenamiento y en la manguera de descarga desde la cisterna.

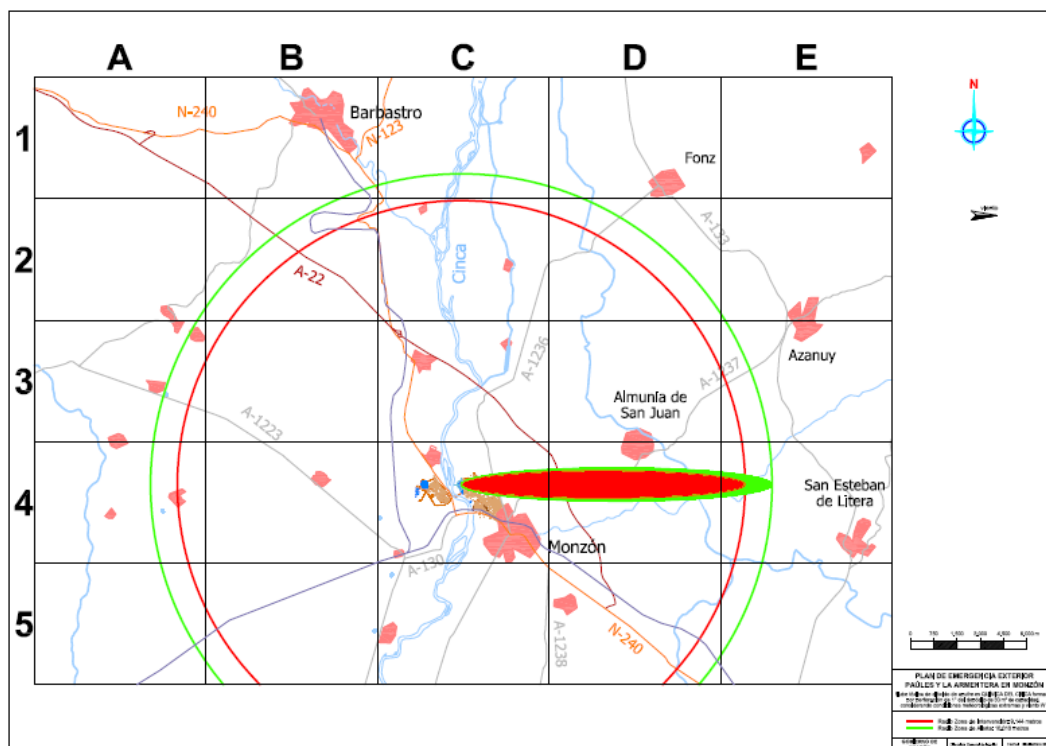
	Zona de Intervención		Zona de Alerta	
	ANCHURA MÁXIMA (m)	DISTANCIA (m)	ANCHURA MÁXIMA (m)	DISTANCIA (m)
CONDICIONES METEOROLÓGICAS NORMALES				
Perforación tanque	835	5.250	1.523	9.150
Apertura válv. segurid.	342	2.100	721	4.600
Rot. manguera desc.	717	4.520	1.347	8.100
CONDICIONES METEOROLÓGICAS EXTREMAS				
Perforación tanque	884	6.950	1.086	7.270
Apertura válv. segurid.	564	6.500	824	6.900
Rot. manguera desc.	836	6.890	1.043	7.200

Tabla 6, Dimensiones de las nubes tóxicas de dióxido de azufre. Fuente: PEE Monzón.

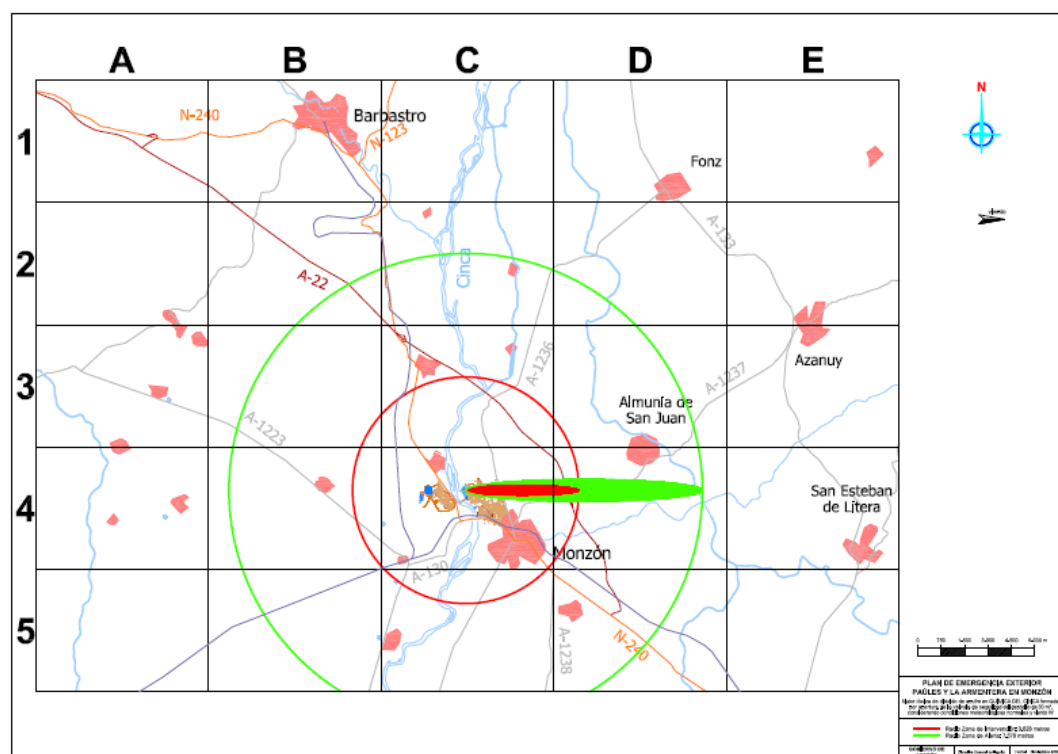
Mapas resultantes para la perforación de un tanque.

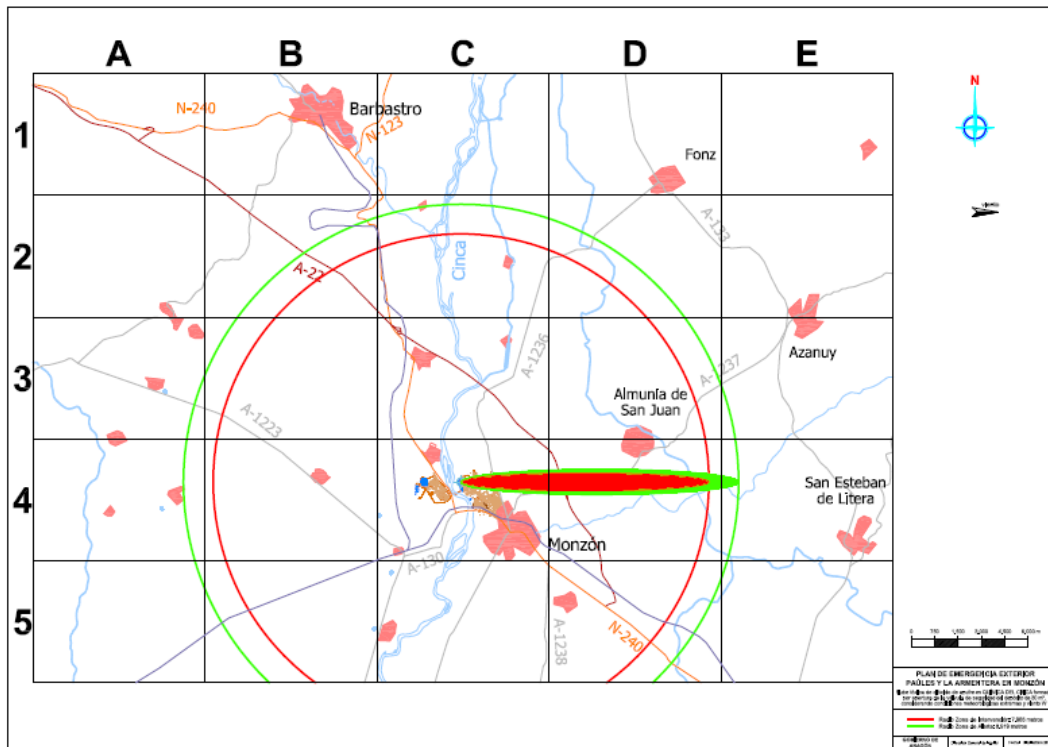


Mapa 16, Perforación de un tanque en condiciones meteorológicas normales. Fuente: PEE Monzón.

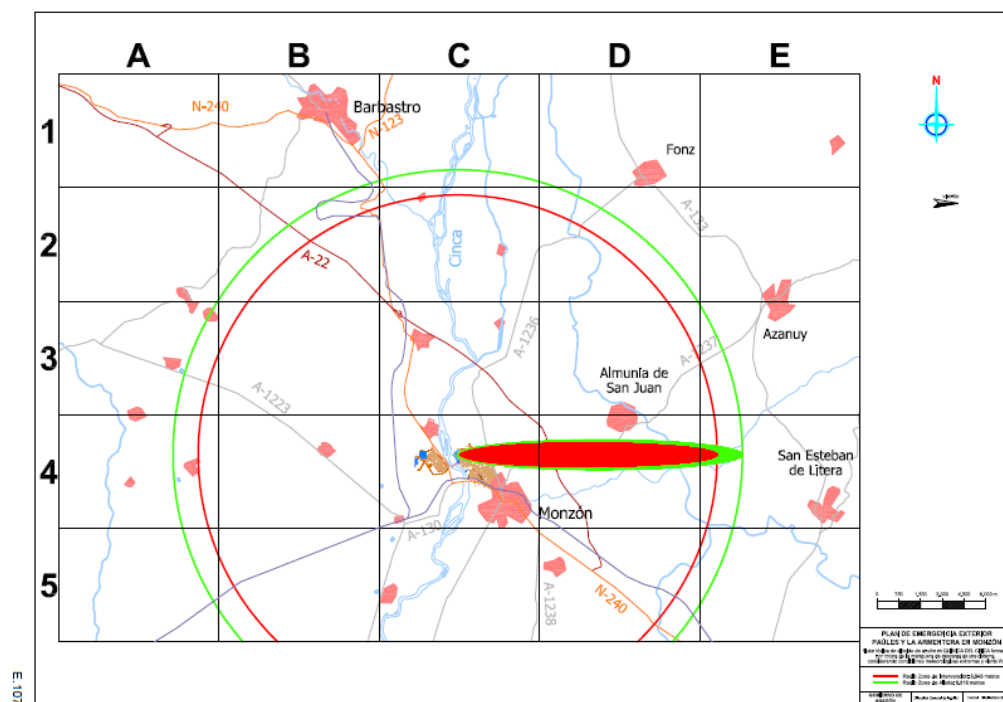


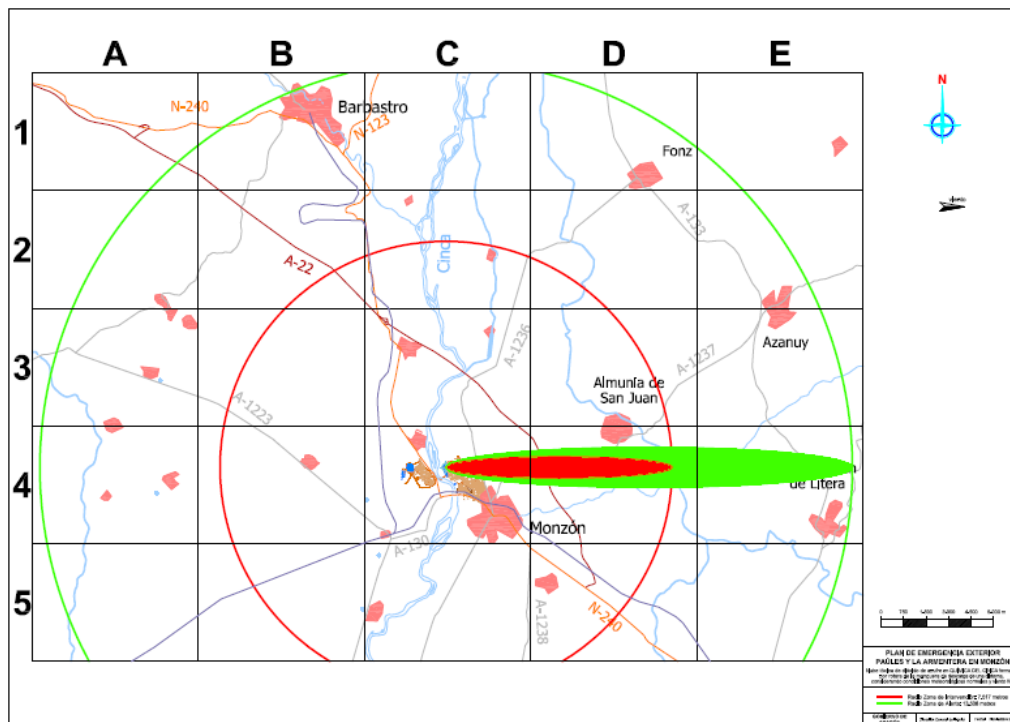
Mapas resultantes para la apertura de una válvula de seguridad:





Mapas resultantes para la rotura de una manguera de descarga:





### Sucesos con hidrógeno.

La rotura de la línea de impulsión de los compresores supone una fuga continua de hidrógeno, cuando hay una fuga directa de gas se forma una nube que puede encontrar una fuente de ignición y explosionar, o, si no la encuentra, simplemente dispersarse. El caso más desfavorable consistiría en que encontrase la fuente de ignición cuando se concentra más cantidad de la sustancia entre los límites de explosividad y éste es, precisamente, el punto que se ha considerado como centro de la explosión.

La cartografía resultante por un suceso con hidrógeno no afecta al exterior, por lo que el producto cartográfico no es de relevancia para nuestro estudio.

## **Resultados en relación al objetivo primero.**

Con relación al objetivo primero, el análisis y la valoración del PEE de Monzón y su entorno, su suficiencia con respecto a la prevención del riesgo existente, una vez comprobadas las hipótesis incidentales y los sucesos posibles ya estamos en condiciones de valorar los resultados obtenidos.

En el Mapa 1, “Círculos concéntricos para la distribución demográfica de Monzón”, hemos podido observar como el primer, segundo y tercer anillo no afectaban directamente al municipio, estableciendo la frontera en el anillo de los 2000 metros. En este caso el considerar el inicio de los círculos concéntricos en el punto medio entre los dos polígonos no es casualidad. Si atendemos al Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) del municipio y a la normativa de Protección Civil, los asentamientos humanos se tienen que ubicar a una distancia mínima de 2000 metros de cualquier núcleo en el que se desarrolle una actividad industrial como la analizada. Si se tomasen de referencia el centro generador de riesgo, como centro de los círculos concéntricos, no entraría dentro del marco legal establecido para estos establecimientos.

Continuando con los mapas resultantes se pueden encontrar varios fallos que dificultan su relación con la temática comentada. Estos son dos elementos tan simples como el título y la leyenda. En el PEE ninguna de las cartografías dispone ni de un título ni de una leyenda completa y comprensible. Este tipo de fallos generan un peor entendimiento de las cartografías y una mayor dificultad a la hora de interpretar lo que se está representando.

Una vez analizados los diferentes mapas presentados, y en consideración a lo que dentro del PEE se especifica sobre cómo evacuar en casos de emergencia, bajo el criterio de este análisis, podemos encontrar algunas situaciones opuestas. Mediante el uso de la rosa de los vientos, podemos comprobar que los dos rumbos mayoritarios son el oeste y el este, los dos rumbos empleados en los productos cartográficos del PEE.

Las mayores frecuencias anuales corresponden a la dirección W. Por otro lado, existen otras dos tendencias importantes que corresponden a las direcciones de viento E-ESE y S. La velocidad media mensual más elevada por rumbo corresponde al W con 13,7 km/h en abril y la más baja corresponde con los rumbos N y NNW durante el mes de septiembre. La situación más común la mayoría de los meses del año es la de calma, con una frecuencia anual del 26,2%, que llega a los valores más altos durante los meses de invierno.

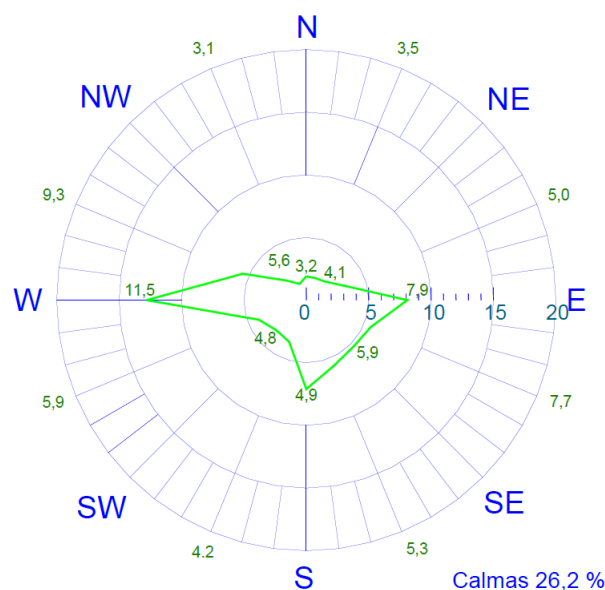


Figura 5, Rosa anual de frecuencias de vientos, indicando para cada rumbo la velocidad media en km/h, Fuente: PEE Monzón.

Atendiendo a la afirmación planteada en el PEE, “En todo caso, el alejamiento se efectuará siempre en dirección transversal o/y opuesta a la dirección del viento en el momento del accidente.”, hay que añadir que, en los casos de rumbos oeste, la evacuación lógica sí que resultaría en dirección opuesta al viento; mientras que en el caso de rumbos este, realizar la evacuación hacia el oeste sería acercarse hacia la zona donde se produce el riesgo.

Como hemos podido comprobar a lo largo del estudio, la localización de ambos polígonos se ubica al oeste del núcleo urbano, por lo que cualquier evacuación hacia esa dirección sería agravar la situación. Por lo tanto, bajo el criterio de este análisis, se puede determinar que la afirmación sobre efectuar la evacuación en dirección contraria al viento no es 100% efectiva, sino que afectaría solamente a la mitad de los casos.

Seguidamente se van a presentar las diferentes vías de evacuación presentadas dentro del PEE, añadiendo su cartografía en función de los diferentes rumbos considerados que puede tomar el viento.

Las vías aconsejadas para el alejamiento son las siguientes:

Para la población del polígono La Armentera:

- Carretera Nacional N-240 en dirección Barbastro (noroeste) en el caso de que exista viento de componente norte, noreste o noroeste.
- Carretera Nacional N-240 en dirección a Monzón (sureste), con enlace por la A-130 en dirección a Selgua, en el caso de que exista viento de componente sur, sureste o suroeste.

Para la población del polígono Paúles:

- Carretera Autonómica A-1236 en dirección a Fonz (noroeste) en el caso de que exista viento de componente norte, noreste o noroeste.
- Carretera Nacional N-240 en dirección a Monzón (sureste), en el caso de que exista viento de componente sur, sureste o suroeste.

Para la población de Monzón:

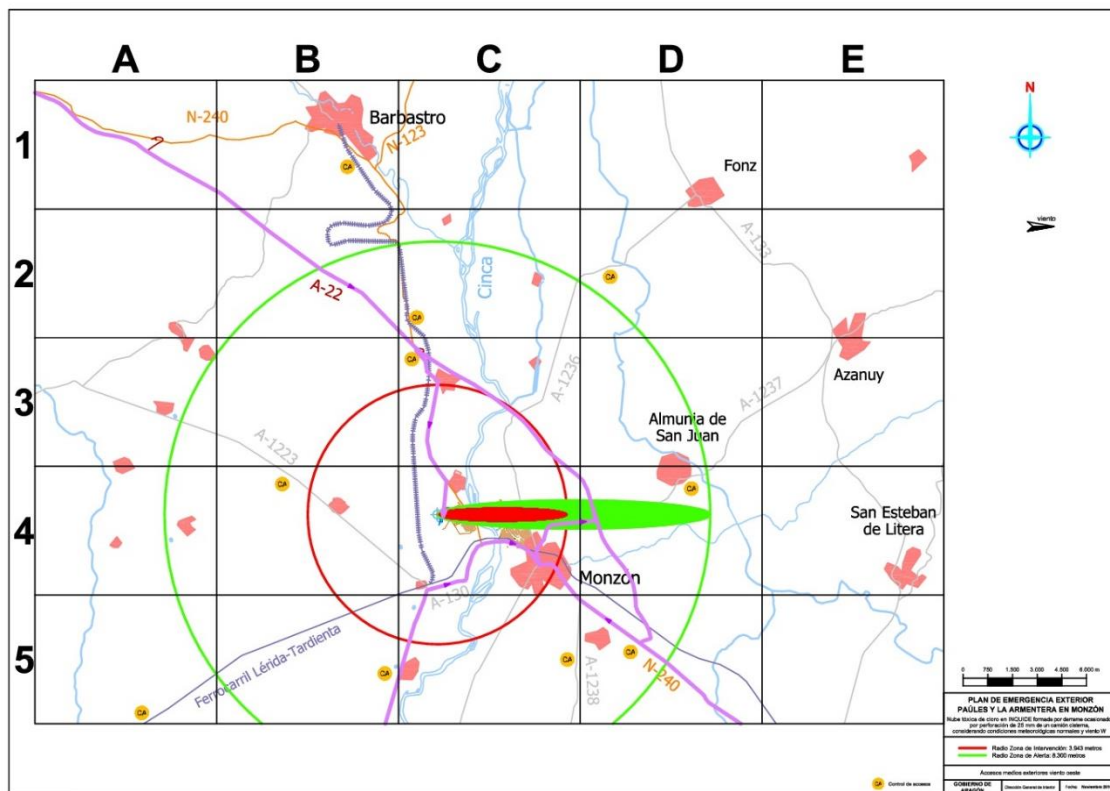
- Carretera Nacional N-240 en dirección Barbastro (noroeste) y Carreteras Autonómicas A-130, A-1236 y A-1237 en el caso de que exista viento de componente norte, noreste o noroeste.
- Carretera Nacional N-240 en dirección a Monzón (sureste), con enlace por la A-1234 y A-1238, en el caso de que exista viento de componente sur, sureste o suroeste.

En todo caso, el alejamiento se efectuará siempre en dirección transversal o/y opuesta a la dirección del viento en el momento del accidente.

Dentro del PEE también se hace uso de productos cartográficos con el fin de hacer más visual los supuestos de viento y evacuación. Mediante el uso de los rumbos este y oeste como corrientes más frecuentes se trazan los posibles sucesos que acontecerían para ambos polígonos.

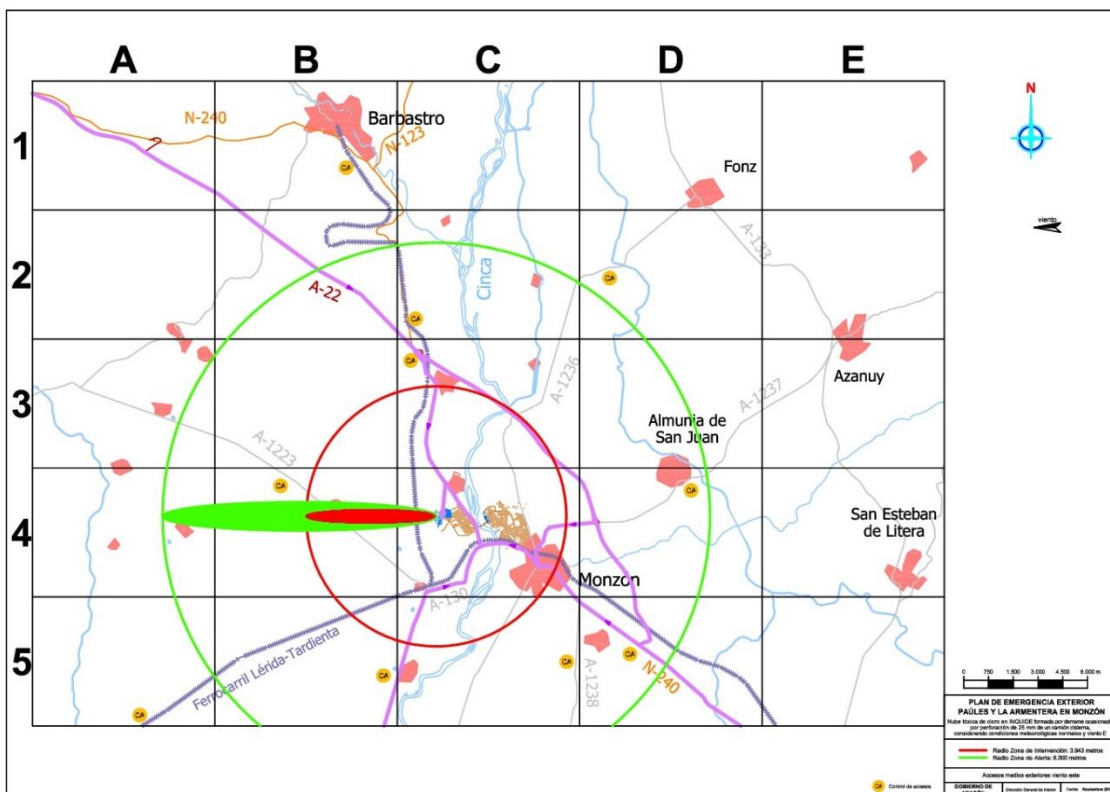


Rumbo este para el polígono de “La Armentera”.



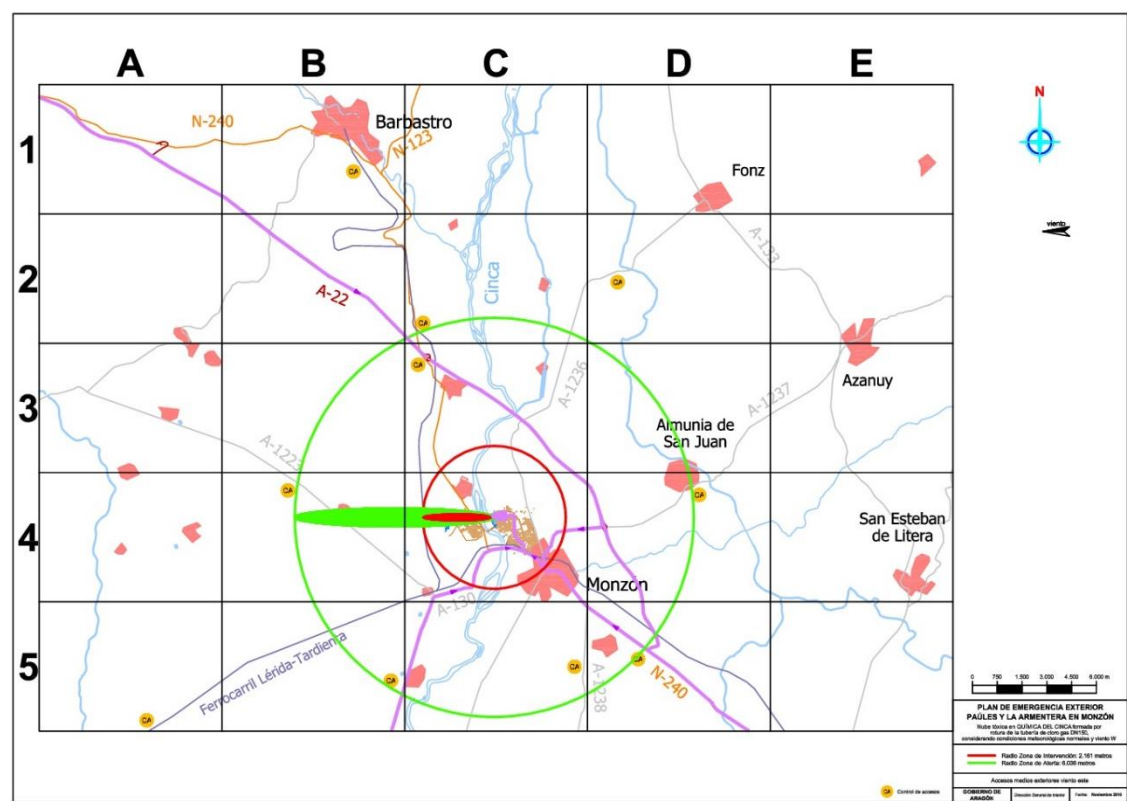
Mapa 22, “Rumbo este para el polígono “La Armentera”, Fuente: PEE Monzón.

Rumbo oeste para el polígono “La Armentera”.

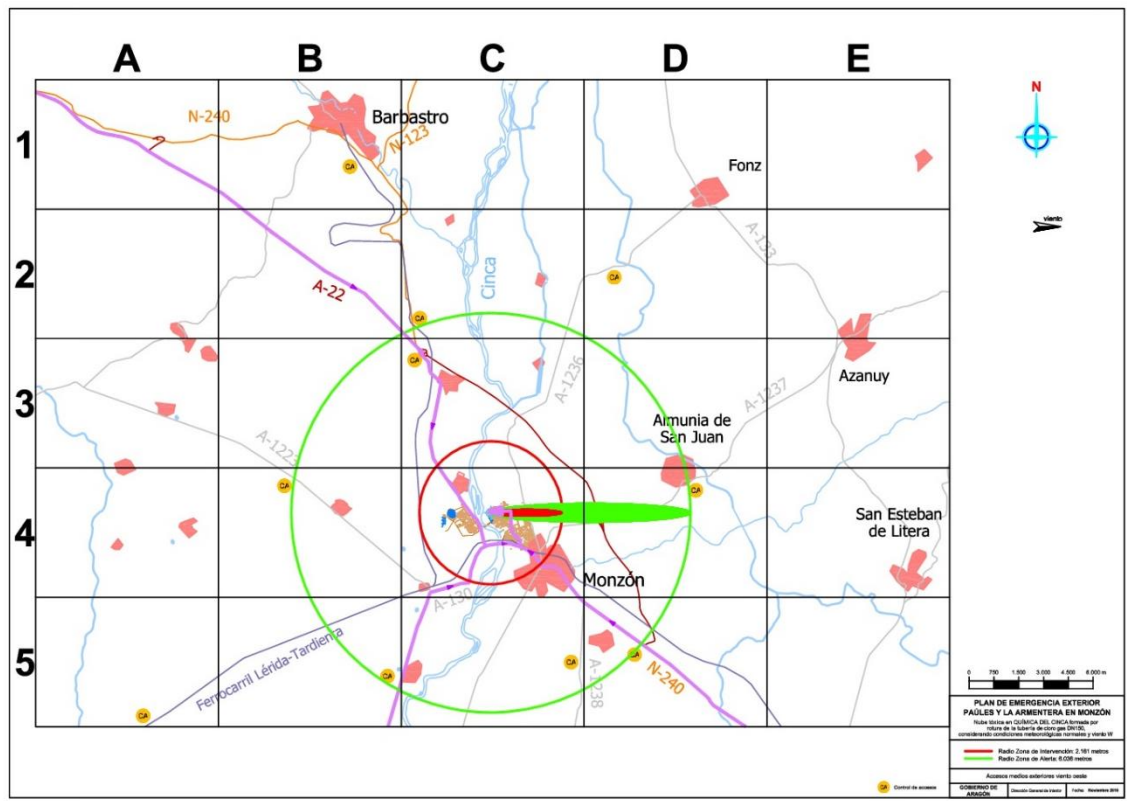


Mapa 23, “Rumbo oeste para el polígono “La Armentera”, Fuente: PEE Monzón.

Rumbo oeste para el polígono “Paúles”.



Rumbo este para el polígono “Paúles”.



Tras el análisis del contenido del PEE, su ámbito de aplicación y sus objetivos, se puede determinar que el PEE cubre todos los ámbitos para los que ha sido diseñado. El PEE podría ser más ambicioso en sus medidas, pero sigue el criterio establecido en el llamado riesgo ALARP (tan bajo como sea razonablemente posible; As Low As Reasonably Practicable), donde, el riesgo ALARP no se considera una medida cuantitativa del riesgo, sino que se utiliza como un principio para justificar la relación entre los costes y el beneficio que se obtendría eliminando el riesgo. Este principio se utiliza cuando, el mantener la reducción de un riesgo, tiene un coste muy elevado en comparación con el beneficio que se obtiene.

### **Resultados en relación al objetivo segundo.**

Para cumplir el objetivo de analizar el grado de conocimiento de la población de la zona respecto al riesgo tecnológico y de los planes previstos para hacer frente a posibles emergencias se realizaron las encuestas y la entrevista a la que se ha hecho referencia en el apartado de metodología. Estos son los resultados del análisis de las encuestas y la entrevista:

Ante la pregunta “¿Está usted informado sobre los procedimientos a seguir en caso de peligro?” el 71% de los encuestados respondió que “no”, el 27% contestó “sí” y el 2% contestó “algo”.

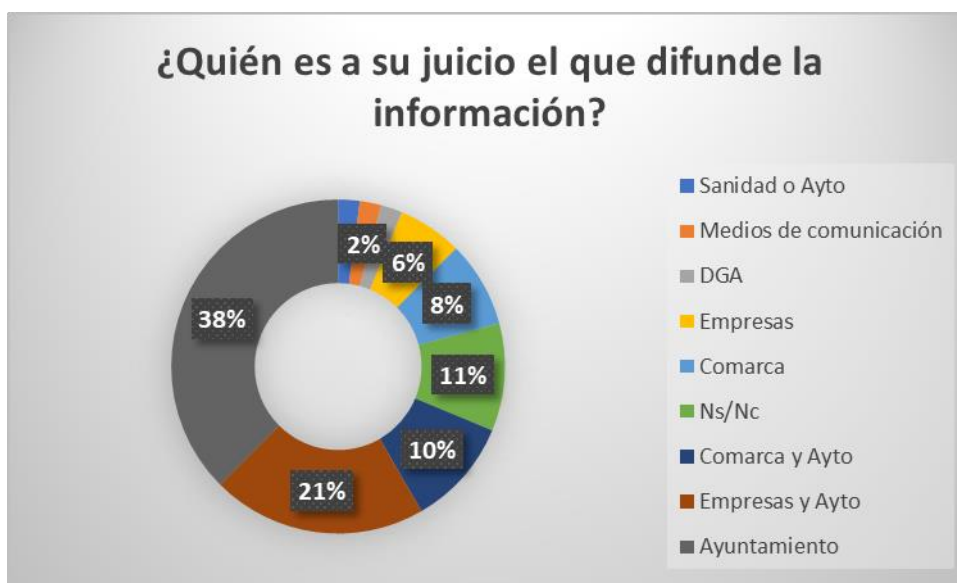


Gráfica 3, “¿Está usted informado sobre los procedimientos a seguir en caso de peligro?”

Fuente: Elaboración propia.

Siempre según la teoría del PEE, estos resultados deberían de ser imposibles, dado que las campañas de concienciación y simulacros se deben realizar cada cierto periodo de tiempo. En añadido a las respuestas dadas por los encuestados, comentaban que no recordaban ningún simulacro desde uno realizado en las escuelas hace 10 años ya.

Ante la pregunta “¿Quién es a su juicio el que difunde la información?” el 38% de los encuestados contestó “Ayuntamiento”, el 21% “Empresas y Ayto.”, el 11% “No sabe”, el 10% “Comarca y Ayto”, y ya en porcentajes menores “Comarca”, “Empresas”, “DGA”, “Medios de comunicación” y “Sanidad o Ayto”.



Gráfica 4, “¿Quién es a su juicio el que difunde la información?” Fuente: Elaboración propia.

Las respuestas a esta pregunta, viendo lo respondido en la anterior, no son muy sorprendidas, dado que, al desconocer el plan, también es difícil conocer con exactitud quién te tiene que informar sobre el mismo.

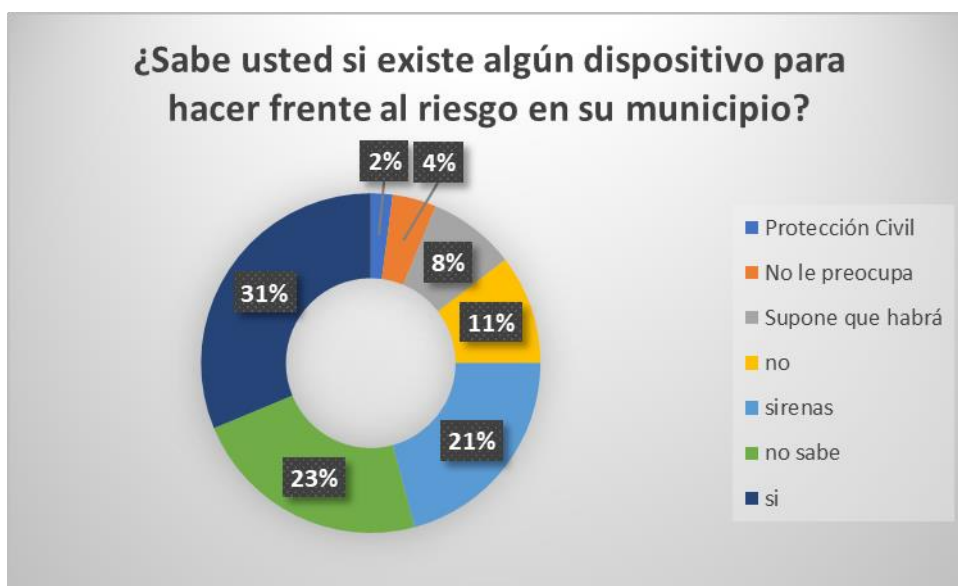
En este sentido, el organismo competente en materia de planificación, en colaboración con los industriales afectados, promoverá periódicamente campañas de sensibilización entre la población de la zona planificada.

Estas campañas se basarán fundamentalmente en folletos descriptivos de las medidas de protección a adoptar en caso de accidente. Como apoyo a esta información escrita deben organizarse, entre otros, los siguientes actos:

- Charlas y conferencias sobre los objetivos y medios del plan.
- Demostración de acciones de protección personal.
- Información cada vez que se produzca una activación del plan, sea real o simulada.

El responsable y promotor de las actividades de mantenimiento de la eficacia del PEE será su director, quien establecerá una planificación anual de actividades, tanto en lo que se refiere a comprobaciones y simulacros, como en lo que atañe a la divulgación del plan entre la población afectada.

Ante la pregunta “¿Sabe usted si existe algún dispositivo para hacer frente al riesgo en su municipio?” el 31% de los encuestados contestó “sí”, el 23% “no sabe”, el 21% “sirenas”, el 11% “no”, y ya en menor porcentaje, “supone que habrá”, “no le preocupa”, “Protección Civil”.



Gráfica 5, “¿Sabe usted si existe algún dispositivo para hacer frente al riesgo en su municipio?”

Fuente: Elaboración propia.

En este caso las respuestas van más acertadas, las sirenas son el principal dispositivo de alerta del municipio y cuentan con un alcance de 800 metros. Estas sirenas están repartidas en siete zonas que rodean el municipio, dos de ellas están ubicadas en los propios polígonos.

Dentro del PEE encontramos “Con objeto de que la población afectada esté familiarizada con las medidas de protección previstas en el plan, es necesario que exista un conocimiento suficiente, por parte de ésta, del contenido del Plan de Emergencia Exterior de los polígonos industriales de Paúles y La Armentera en Monzón y de las actitudes que debe adoptar ante una emergencia.”

Dentro de las respuestas a esta pregunta se han podido observar que algunos de los encuestados dudan de que estas sirenas estén operativas, dado que su último uso, en teoría, se realizó en el simulacro de las escuelas llevado a cabo hace diez años. Sobre este tema salió una noticia a principios del año 2018 en el diario Aragón\_hoy “Protección Civil acuerda con el Ayuntamiento y la industria química de Monzón la actualización del Plan de Emergencia Exterior (21 de febrero

de 2018) Aragón\_hoy”<sup>2</sup>, en la que se comentaba el acuerdo para la reparación de las sirenas. En la noticia también se puede leer que estas sirenas no funcionan desde el año 2010 y se tiene intención de presupuestar su reparación.

En línea a la realización de las entrevistas, también se realizó en el año 2016 una entrevista al entonces responsable de Protección Civil de la Comarca del Cinca Medio. El formato de esta entrevista era muy similar a lo que se había preguntado a la población en las encuestas. Las respuestas arrojadas por el responsable de Protección Civil confirman de pleno los resultados de las encuestas.

En la opinión del responsable de Protección Civil, el nivel de exposición de la población es “medio-alto” y también considera que los riesgos “se han aminorado con la reducción de empresas relacionadas con el sector químico y la mejora en los procedimientos de producción”. Con respecto a los riesgos en relación con la población, considera que esta tiene una percepción de los riesgos “baja o muy baja” y que la población “no” está bien informada con respecto a los mismos, ni al plan de actuación en caso de emergencia. Sobre esta información comenta que se realizó un “reparto de folletos informativos” y que se encuentran “a disposición en cualquier dependencia municipal”.

Otro de los temas tratados en las encuestas era sobre la alerta a la población y los sistemas de aviso. De esto, el responsable de Protección Civil comenta que existe un “sistema de sirenas según el tipo de riesgo”, pero que su funcionamiento fue “únicamente en fase de pruebas del sistema de sirenas”. Con respecto a la realización de simulacros, comenta que con la población “no” se realizan, pero que “en fábricas se realizan simulacros con la participación de sus propios servicios y de los servicios de la comarca”.

Tras el planteamiento de estos datos, los objetivos del estudio sobre la percepción de los riesgos y la información que recibe la población quedan resueltas. La población apenas está informada sobre el tema, lo que genera una sensación de falsa seguridad. Si se comparan estos resultados con la teoría cultural de Mary Douglas, expresada al inicio del estudio, nos encontraríamos ante una estructura social jerarquizada, en la que no se alarma sobre estas situaciones y se mantiene una opacidad con respecto al riesgo.

Como se había mencionado antes, en las sociedades jerarquizadas prevalece la información y las directrices de las autoridades, no se cuestionan. En caso de ser cuestionadas, la presión de grupo

---

<sup>2</sup> <http://aragonhoy.aragon.es/index.php/mod.noticias/mem.detalle/reلمenu.51/id.215102>



hace que estas no vayan a más, evitando situaciones de confrontación y denuncia. Mientras el sistema social se mantenga, y no ocurra ninguna situación de emergencia extrema la población seguirá estando ajena al riesgo con el que conviven.

En respuesta a las preguntas planteadas en los objetivos del estudio se puede decir que, uno, la población no percibe realmente al riesgo que está expuesta y que, dos, la población carece de la información necesaria para estar prevenida y saber cómo actuar en caso de emergencia.

El folleto informativo debe incluir información sobre: (PEE Monzón)

Qué debe saber la población.

- En los polígonos industriales de Paúles y La Armentera en Monzón, se fabrican, almacenan, cargan, descargan y trasvasan productos químicos que por sus características implican unos riesgos de derrames, incendios y explosiones en el interior de las instalaciones y que pueden afectar al exterior.
- Estos riesgos, están adecuadamente controlados con las medidas de seguridad que todas las empresas del polígono tienen adoptadas.
- Además, todas ellas disponen de un Plan de Emergencia Interior que establece las medidas a tomar para evitar que el accidente se propague dentro y fuera de cada una de las fábricas.
- Por lo tanto, es muy improbable que el accidente pueda producirse y aún más, que pueda causar daños en el exterior.

Qué tiene previsto Protección Civil, es decir, que se ha elaborado un Plan de Emergencia Exterior en el que están previstas las medidas a tomar en caso de que un accidente ocurrido en las instalaciones del polígono vaya a afectar al exterior.

Qué puede ocurrir.

Cómo se enterará. Si ocurre esto se escucharán las sirenas de alerta de la planta siniestrada y del propio polígono con toques intermitentes, el Plan de Emergencia Exterior se habrá puesto en marcha y el servicio de megafonía del ayuntamiento o del propio polígono, informará de la activación del plan.

Cuáles son las medidas de autoprotección.

- Para personas próximas al lugar del accidente
- Para personas más alejadas de la zona

Una vez conocida la información que el folleto debe contener, se intentó conseguir un folleto a través de internet, pero no estaba disponible en ninguno de los servicios electrónicos del municipio ni de Protección Civil. Para conseguir uno de estos folletos nos pusimos en contacto con el ayuntamiento de Monzón de manera directa, contacto entre secretarías, y se consiguió una versión digital de un folleto del año 2007.

Imagen 1, Portada del folleto informativo del año 2007. Fuente: Ayto. de Monzón.





Foto: Simulacro

## LA SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES CON PRESENCIA DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Toda actividad humana conlleva, además de unos beneficios, unos riesgos para los que es necesario contar con medios de prevención e intervención adecuados. El interés por aumentar el nivel de seguridad en todas las actividades industriales ha llevado a la Unión Europea a impulsar la prevención de accidentes graves, campo donde cobran especial relevancia los Planes de Emergencia Exterior.

Los Planes de Emergencia Exterior establecen los protocolos de actuación para la contención y el control de los accidentes. El objetivo es proteger a las personas y restablecer las condiciones medioambientales. Los P.E.E. también recogen los mecanismos de información y alerta a la población a los servicios y a las autoridades.

El P.E.E. complementa los Planes de Autorización de las fábricas, los cuales reúnen los mecanismos de actuación y los medios materiales y humanos para prevenir, planificar, controlar y mitigar posibles accidentes. Para ello se utilizan: detectores, sistemas automáticos de control, sistemas contra incendios, válvulas de cierre automático, cortinas de agua, equipos de intervención cualificados, etc...

Solo en el caso de que un accidente tuviera alguna repercusión en el exterior de las fábricas, sería necesario activar el Plan de Emergencia Exterior, que requiere la aportación de los medios materiales, técnicos y humanos de la Administración para controlar posibles accidentes como incendios, fugas de gases tóxicos, derrames, explosiones u otros.

## EL PLAN DE EMERGENCIA EXTERIOR DE MONZÓN



El Gobierno de Aragón desarrolló, en 1997, en colaboración con el Ayuntamiento y las empresas químicas de Monzón, un Plan de Emergencia Exterior para responder de una manera organizada a las situaciones de emergencia que pueden generarse en instalaciones industriales del municipio. Monzón, al igual que otras poblaciones, cuenta con establecimientos regulados por el RD 1254/99 y ss, que trasponen a España la normativa europea sobre la obligación de contar con planes de emergencia. Estas normativas establecen que cuando las industrias producen o almacenan determinados productos, las administraciones deben comunicar a los vecinos las medidas de autoprotección y los medios de seguridad existentes para controlar los riesgos.

## ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA EXTERIOR

La implantación del Plan de Emergencia Exterior (PEE) requiere la colaboración de las administraciones local, comarcal, autonómica y central con las empresas. En caso de que sea necesario activarlo, el PEE cuenta con un órgano de dirección y coordinación en el Centro de Coordinación Operativa Integrado (CECOP).

El Plan de Emergencia está dirigido por un comité integrado por:

- Consejero de Presidencia y Relaciones Institucionales del Gobierno en Aragón.
- El Delegado del Gobierno en Aragón.
- El Presidente de la Comarca del Cinca Medio
- El Alcalde de Monzón

Este Comité recibe el apoyo de un Gabinete de Información, que difunde la información a la ciudadanía y a los medios de comunicación, y de un Comité Asesor, compuesto por un grupo de expertos.

En el ámbito operativo, el Plan de Emergencia Exterior cuenta con cuatro Grupos de Acción:

### Grupo de Intervención:

Servicio de Protección Civil  
Bomberos del Cinca Medio  
Personal de las empresas involucradas y del Ayuntamiento de Monzón

### Grupo de Seguridad Química:

Técnicos de las empresas y del Gobierno de Aragón.

### Grupo Sanitario:

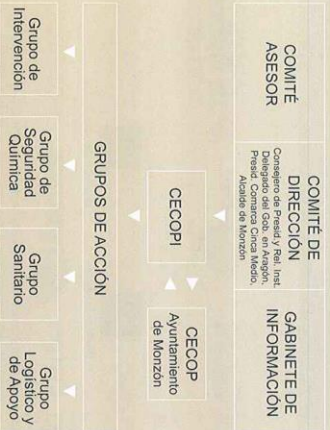
Servicios médicos locales y de las empresas, hospitales y Cruz Roja.

### Grupo Logístico y de Apoyo:

Policia Local y Guardia Civil, entre otros.



## ESQUEMA DE ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN DEL P.E.E.



## SEÑAL ACÚSTICA DE ALERTA PARA AVISAR A LA POBLACIÓN

Fruto de la colaboración entre el Gobierno de Aragón, la Comarca del Cinca Medio, el Ayuntamiento de Monzón y las empresas sujetas al RD 1254/99 y ss, en 2006 se instaló un sistema acústico de aviso a la población con sirenas. Esta medida se fortalece con la información de la web municipal ([www.monzon.es](http://www.monzon.es)), los mensajes sms, los comunicados de las radios y, caso de ser necesario, con megafonía móvil por las calles.

Los avisos de las sirenas son de tres tipos:

### PRE-ALERTIA INICIAL.

El sonido para preavisar a la población es intermitente y de tono cortante. Se activa ante la previsión inminente de algún hecho que permita razonablemente pensar que pueda haber algún tipo de riesgo para la población. Si el peligro que se presume no se hace realidad, el sonido finaliza, y si acontece, se activa la señal de alerta.



**ALERTIA.** El sonido es de tono continuo y con variaciones de frecuencia (aumento y disminución de forma gradual). Se activa ante la existencia de un peligro actual. Es la señal de alarma propiamente dicha. Se mantiene el aviso mientras existe el peligro.



**FIN DE ALERTIA.** Sonido de tono constante y continuo. Se activa momentáneamente para indicar que el peligro ha desaparecido.



## INDUSTRIAS DE MONZÓN INVOLUCRADAS EN EL PLAN DE EMERGENCIA EXTERIOR

EMPRESA	ACTIVIDAD
ERCCROS S.A. (Alconchel S.A.)	Producción de plásticos PVC a partir de cloruro de vinilo, empaques, tuberías, cables, manoplas o material de construcción.
INOUIDE, S.A.	Producción de un derivado del soro para pacifier.
MONTTECNICA, S.A.	Producción de derivados clorados para la fabricación de fosforoscentes.
POLDUX, S.A.	Producción de polímeros derivados del estireno y compuestos de polipropileno, para la fabricación de automoviles, empaques, como material prima acromóvil, baidismo, estero, etc.
QUÍMICA DEL CINCA, S.A.	Producción de soro y derivados producidos básicos para los procesos seguidos en otras industrias y para poblar las aguas.

Imagen 2, Interior del folleto informativo del año 2007. Fuente: Ayto. de Monzón.

Como se puede observar en este tríptico, la población queda informada sobre las medidas de autoprotección, qué puede ocurrir, cómo se enterarán, los riesgos existentes a los que están expuestos, información básica sobre el PEE y lo que no deben hacer.

Con respecto a lo que se exige, desde el PEE, al folleto informativo, se cumplen los requisitos que este debe cumplir. Se informa desde los riesgos a los que estas expuesto, hasta el final de la alarma, pasando por el cómo actuar en caso de emergencia.

Al haber analizado el PEE de manera completa, se puede destacar la ausencia de información sobre cómo actuar en caso de evacuación, ya que lo único que se contempla es el encerramiento en casa y esperar a ser informado.

En general es un folleto muy completo y bastante competente que informa de manera correcta a la población sobre el PEE. También hay que añadir que no se hace referencia al año de producción de este producto informativo, y que tampoco conocemos si se han desarrollado otros más actualizados.

## CONCLUSIÓN

Para finalizar este estudio sobre el PEE de Monzón y la situación de la población con respecto a él, cabría destacar la buena fe en su elaboración y su buena cobertura para cada uno de los sucesos que podrían acontecer. El PEE ofrece una gran cantidad de supuestos con una cartografía para cada uno de ellos, además de tener en cuenta las condiciones climatológicas. La base teórica es muy correcta, atendiendo a cada situación de riesgo y generando unas definiciones, claves y conceptos muy adecuados. El PEE, al estar abierto a reformas y actualizaciones, es un plan con bastante solidez.

Otro tema foco de análisis, como geógrafos que somos, han sido las cartografías. El producto cartográfico elaborado para el PEE dista mucho de ser atractivo y clarificador, una mejora en el mismo generaría una mayor facilidad de comprensión. Una cartografía bien presentada puede facilitar la asimilación de los conceptos y conseguir así un mejor entendimiento, tanto del problema como de las situaciones que pueden derivar de la misma.

En el apartado de la población, los folletos generados para la publicidad e información de la población cumplen con todos los requisitos que impone el PEE, por lo que el material existente para informar es adecuado. Como se ha podido comprobar en el estudio, mediante las encuestas se ha descubierto una realidad diferente a lo que debería ser, población desinformada y un desconocimiento mayoritario de los métodos de alerta y evacuación. Esto nos indica que en caso de que se aconteciese un suceso peligroso la mayoría de la población no sabría cómo actuar.

En resumen, la población vive en una situación de falsa confianza, y no precisamente por un plan mal elaborado, sino todo lo contrario. La falta de interés y de inversión en la información y documentación para los habitantes hacen que el plan falle en lo fundamental, la protección de la población. Una mejor gestión por parte de las administraciones y las empresas, especialmente de las administraciones, podría revertir esta situación y generar una situación de confianza desde el conocimiento del riesgo.

## BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE MURÚA, G. (2005). “La valoración de los riesgos en la ordenación del territorio: metodología práctica”. Departamento de consultoría ambiental, Análisis del Territorio S.L. *Boletín de la A.G.E. N.º 40*, pp. 393-405.

AYALA-CARCEDO, F. J. (2000): “La ordenación del territorio en la prevención de catástrofes naturales y tecnológicas. Bases para un procedimiento técnico-administrativo de evaluación de riesgos para la población”, *Boletín de la A.G.E. N.º 30* pp. 283-315.

BAYO GARCÍA, N., CHICHARRO FERNÁNDEZ, E. Y GALVE MARTÍN, A. (1995) “Aspectos teóricos en la medición de los impactos en el medio social de los residuos tóxicos y peligrosos”, *Serie Geografía, N.º 5*, pp. 69-96.

BOSQUE SENDRA, J., DÍAZ CASTILLO, C., DÍAZ MUÑOZ, M. A., GÓMEZ DELGADO, M., GONZÁLEZ FERREIRO, D., RODRÍGUEZ ESPINOSA, V. M., SALADO GARCÍA, M. J. (2004): “Propuesta metodológica para caracterizar las áreas expuestas a riesgos tecnológicos mediante SIG. Aplicación en la Comunidad de Madrid”, *GeoFocus, N.º 4*, pp. 44-78.

BOSQUE SENDRA, J., DÍAZ MUÑOZ, M. A. y DÍAZ CASTILLO, C. (2001) “De la justicia espacial a la justicia ambiental en la política de localización de instalaciones para la gestión de residuos en la Comunidad de Madrid”, *Boletín de la Real Sociedad Geográfica Española t. CXXXVII-CXXXVIII* pp. 89-114.

BOSQUE SENDRA, J.; DÍAZ MUÑOZ, M. A.; GÓMEZ DELGADO, M.; RODRÍGUEZ DURÁN, A. E. Y RODRÍGUEZ ESPINOSA, V. M. (2000): “Sistemas de Información Geográfica y Cartografía de Riesgos Tecnológicos. El caso de las instalaciones para la gestión de residuos en Madrid”, *Industria y Medio Ambiente. Actas de VII Jornadas de Geografía Industrial. Alicante*, pp. 315-326.

BOSQUE SENDRA, J., GÓMEZ DELGADO, M., RODRÍGUEZ ESPINOSA, V. DÍAZ MUÑOZ, M.A., RODRÍGUEZ DURAN, A.E. y VELA GAYO, A. (1999) “Localización de centros de tratamiento de residuos. Una propuesta metodológica basada en un SIG”. *Anales de Geografía de la UCM, N.º 19*, pp. 295-323

BUDIÑO, R. (2002): *Estudio comparativo de métodos para la creación de cartografías de exposición por riesgos de origen gaseoso. Empleo de un sistema de información geográfico y un modelo de dispersión atmosférica*. Trabajo de Investigación Tutelado, Programa de Doctorado Cartografía, Teledetección y SIG, Universidad de Alcalá (inédito).

CALVO GARCÍA-TORNEL, F. (1997): “Algunas cuestiones sobre Geografía de los Riesgos”, *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, N. °10 pp. 21-35.

CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1999). *Riesgos catastróficos y ordenación del territorio en Andalucía*. Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo. Junta de Andalucía.

CUEVAS SUAREZ. A. Y ESCOBAR MARTINEZ F.J. (2009). “Caracterización espacial de la vulnerabilidad sociodemográfica en dos distritos madrileños ante riesgos tecnológicos”. *Cuadernos Geográficos* N. °45 137-152.

CUTTER, S. L. (1996): “Vulnerability to environmental hazards”, *Progress in Human Geography*, pp. 529-539.

CUTTER, S. L., MITCHELL, J. T Y SCOTT, M. S. (2000): “Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown County, South Carolina”, *Annals of the Association of American Geographers*, N. °90, pp. 713-737.

DIAZ MUÑOZ M. Y DIAZ CASTILLO C. (2002) “El análisis de la vulnerabilidad en la cartografía de riesgos tecnológicos. algunas cuestiones conceptuales y metodológicas”. Universidad de Alcalá, Madrid.

EASTMAN, J.R., y HULINA, S. (1997) “Hazard Assessment” *The Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis*, Worcester, MA 01610, USA. <http://www.idrisi.clarku.edu/>.

EINARSSON, S. Y RAUSAND, M. (1998) “An approach to vulnerability analysis of complex industrial systems” *Risk Analysis*. Vol. 18, N. °5. pp. 535-546.

SENGUPTA, S., PATIL, R. S. y VENKATACHALAM, P. (1996) “Assessment of population exposure and risk zones due to air pollution using the Geographical Information System”, *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 20, N. °3, pp. 191-199.

TZEMOS, S. Y BURNETT, R. A. (1994): *Use of GIS in the federal emergency management information system (FEMIS)*. Chemical Stockpile Emergency Preparedness Program (CSEEP) Office, U.S. Army Chemical and Biological Defense Command,

UNAMUNO GANDIAGA, A. (2001): *Determinación de vertidos líquidos a partir de modelos digitales del Terreno*. Trabajo fin de carrera de Ingeniería en Geodesia y Cartografía. Escuela Politécnica. Universidad de Alcalá (inédito).

HEWITT, K. (1997) *Regions of risk. A geographical introduction to disasters*, Harlow, Longman

RODRIGUE, C.M. (1998) "Home with a View: Chaparral Fire Hazard and de Social Geographies of Risk and Vulnerability", *Center for Hazards Research Department of Geography and Planning*, California State University, Sacramento.

SÁNCHEZ ORTEGA, C. (2001) "Efecto de la contaminación del aire en la población de Guaynabo: según los criterios de justicia ambiental" en SEGUINOT, J. (2001): *GEONATURAL: Sistemas de Información Geográfica (SIG) Aplicados a las Ciencias Ambientales y de la Salud*. Grupo Seguinot. San Juan de Puerto Rico.

URTEAGA E. (2012) *Los determinantes culturales de la percepción social del riesgo*. Universidad del País Vasco. Bilbao.

GÓMEZ BAHILLO, C. (2007) "La actividad económica no agraria en la comarca del Cinca Medio", SANZ LEDESMA, J. (Coord.): *Comarca del Cinca Medio*. Departamento de presidencia y relaciones institucionales, Zaragoza, pp. 307-320.