

Estudio comparativo de la incidencia de la Directiva Seveso por ámbitos territoriales. El caso particular de la región de Andalucía

M. Suffo^{1*}, E. Nebot², J. A. Vilchez³

¹Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial, Facultad de Ciencias, Campus de Puerto Real, Universidad de Cádiz, Polígono Río San Pedro s/n 11510, Puerto Real (Cádiz), España.

²Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Campus de Puerto Real, Universidad de Cádiz, Polígono Río San Pedro s/n 11510, Puerto Real (Cádiz), España.

³Trámites, Informes y Proyectos, S.L. (TIPs), c/ Llenguadoc, 17, 08030 Barcelona, España.

Recibido: 27 de mayo de 2014; revisado: 1 de septiembre de 2014; aceptado: 17 de septiembre de 2014

Comparative study of the incidence of the Seveso Directive by territorial domains. The particular case of the Andalusia region

Estudi comparatiu de la incidència de la Directiva Seveso per àmbits territorials. El cas particular de la regió d'Andalusia

RESUMEN

Desde la entrada en vigor de la primera Directiva Seveso en Europa, el concepto de prevención de accidentes graves por sustancias peligrosas ha evolucionado de forma diferente dependiendo de la transposición particular de cada Estado Miembro a su propio ordenamiento jurídico. Adicionalmente, cada región con competencias en materia de seguridad industrial o protección civil ha contribuido, aún más, a la dispersión normativa existente lo que no favorece una regulación de forma universal o estándar. Uno de los aspectos normativos merecedor de una profunda actualización ante la próxima puesta en vigor de la nueva Directiva Seveso III, es aquel que incide sobre las zonas de influencia donde existen establecimientos industriales afectados por la Directiva. En el presente trabajo se va a realizar una evolución histórica de la afectación por ámbito geográfico en la década 2002-2012. El análisis territorial comienza con la distribución geográfica de la afectación en la Unión Europea. De manera similar, se va descendiendo geográficamente hasta estudiar el estado español y, finalmente, alcanzará a la región de Andalucía donde, se profundizará aún más, hasta alcanzar el nivel territorial de provincias y, municipios. Del análisis se deducen unas primeras conclusiones particulares relativas tanto a las concentraciones de establecimientos Seveso y de los sectores industriales más significativos cubiertos por dicha normativa.

Palabras clave: "Vector-Riesgo"; Planificación territorial"; "Directiva Seveso"; "Riesgo Químico"; "ArcGis".

SUMMARY

Since the entry into force of the first Seveso Directive in Europe, the concept of preventing major accidents due to hazardous substances has evolved differently depending on the particular transposition of each Member State

to their own legal system. Additionally, each region with responsibility for industrial safety and civil protection has contributed further to the current normative dispersion, which does not favor the occurrence of an universal or standard regulation. One of the regulatory aspects that requires a deep upgrade in relation to the next enforcement of the new Seveso Directive III, is the one that concerns the influenced areas by industrial establishments affected by the Directive. In this work, a historical evolution of the involvement by geographical scope is performed during the 2002-2012 decade. The territorial analysis begins with the geographical distribution of the involvement in the European Union. Similarly, the analysis gradually descends geographically in order to study the Spanish state, until eventually reaching the region of Andalusia where it is further deepened to finally achieve the territorial levels of provinces and municipalities. From the analysis, several first particular conclusions related to both the concentrations of Seveso establishments and the most significant industrial sectors covered by such normative can be deduced.

Key words: Vector risk; territorial planning; Seveso Directive; chemical risk; ArcGIS.

RESUM

Des de l'entrada en vigor de la primera Directiva Seveso a Europa, el concepte de prevenció d'accidents greus per substàncies perilloses ha evolucionat de forma diferent dependent de la transposició particular de cada estat membre al seu propi ordenament jurídic. A més, cada regió amb competències en matèria de seguretat industrial o protecció civil ha contribuït, encara més, a la dispersió normativa existent i això no afavoreix una regulació de

*Autor para la correspondencia: miguel.suffo@uca.es

forma universal o estàndard. Un dels aspectes normatius mereixedor d'una profunda actualització davant la pròxima posada en vigor de la nova Directiva Seveso III, és aquell que incideix en les zones d'influència on hi ha establiments industrials afectats per la Directiva. En el present treball es realitzarà una evolució històrica de l'afectació per àmbit geogràfic en la dècada 2002-2012. L'anàlisi territorial comença amb la distribució geogràfica de l'afectació a la Unió Europea. De manera similar, es va descendent geogràficament fins estudiar l'estat espanyol i, finalment, arribarem a la regió d'Andalusia on, s'aprofundirà encara més, fins a arribar al nivell territorial de províncies i, municipis. De l'anàlisi es dedueixen unes primeres conclusions particulars relatives tant a les concentracions d'establiments Seveso i dels sectors industrials més significatius coberts per aquesta normativa.

Paraules clau: Vector-risc; planificació territorial; directiva Seveso; risc químic; ArcGis.

1. INTRODUCCIÓN

En general, la població accepta riscos cuya probabilidad y consecuencias son relativamente altas sin demasiada ansiedad, por ejemplo, viajar en coche, fumar, practicar ciertos deportes, beber alcohol, etc. No obstante, la diferencia radica en asumir esos riesgos voluntariamente o padecerlos por imposición. Cuando los riesgos se imponen se define una situación de riesgo admisible o tolerable mientras que si el mismo, es asumido voluntariamente, se define la situación de riesgo aceptable. Un caso particular de riesgo impuesto a la población, por tanto, sujeto a criterios de admisibilidad, son los establecimientos industriales que almacenan sustancias peligrosas. Por su ubicación geográfica, emiten vectores de riesgo hacia el territorio que les rodea en función de una mezcla de parámetros definidos tanto por la propia instalación como, por las condiciones del entorno, atmosféricas, demográficas y/o urbanísticas. La propia naturaleza dinámica de los parámetros antedichos dificulta las labores de prevención ante hipotéticos escenarios accidentales que desencadenen una catástrofe de dimensiones ya conocidas por los precedentes históricos recogidos en la bibliografía, o en las bases de datos de accidentología, principalmente (MARS 2000, 2000) y, (MHIDAS, 2007).

En la actualidad, tal y como destacan y, existen elementos o receptores vulnerables de naturaleza poblacional, ambiental o, simplemente material que, repartidos por todo el territorio, soportan niveles de riesgo químic o ambiental inaceptables, únicamente por estar coexistiendo en la proximidad de uno o varios establecimientos de este tipo. Por tanto, antes de proceder a descender más en ellos, es necesario elaborar una puesta en situación del contexto relacional entre el Vector-Riesgo, definido como la situación constante de peligro que representa la presencia de establecimientos industriales que manejen sustancias peligrosas y, el parámetro "territorio", caracterizado mediante la zona de influencia o radio de acción del peligro hacia los receptores sensibles (Spadoni et al., 2003), (Christou, Gyenes, & Struckl, 2011), (Tixier, et al., 2002).

La primera "Directiva Seveso I" (Directive 82/501/CEE, 1982) sobre el control de los riesgos inherentes a los acci-

dentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas (en adelante, DSI), constituyó la primera etapa en el proceso de armonización de la prevención de los riesgos por este tipo de sustancias. En el cuerpo normativo de la norma se establece una distinción entre los requisitos a cumplir por los establecimientos dependiendo de su nivel de inventario de sustancias peligrosas: Nivel I o nivel alto de inventario y, Nivel II o nivel bajo. No obstante, pronto se le apreciaron ciertas limitaciones que hubo que solventar, completándola para garantizar su eficacia en la aplicación, sobre todo, en materia del riesgo ambiental, información a la población y, la ordenación territorial. La "Directiva Seveso II" (Directive 96/82/EC, 1996) (en adelante: la DSII), tiene por objeto la prevención de accidentes graves y la limitación de sus consecuencias para las personas y el medio ambiente, con miras a garantizar un alto nivel de protección de manera coherente y eficaz. El Art. 12 de la DSII, introdujo los requisitos para la ordenación territorial o la planificación de uso de suelo (en inglés: LUP: "Land Use Plannig") ya que, la DSI no contemplaba tales requisitos. El concepto LUP es sólo un elemento más dentro del concepto de seguridad multi-nivel de la Directiva aún vigente ratificado recientemente, por la publicación de la "Seveso III" (Directive 2012/18/EU, 2012), de manera similar a otro tipo de salvaguardas complementarias suficientemente conocidas como: *la planificación de emergencias, las políticas industriales o, las autorizaciones ambientales.*

La nueva "Seveso III" entrará en vigor en julio del próximo año 2015 y, en su art. 13, refleja el mismo espíritu que la anterior e incluso la extiende a los establecimientos afectados a nivel inferior, si éstos pudieran afectar a los receptores vulnerables próximos. Por ello, los EM deben velar por el mantenimiento de unas **distancias adecuadas** entre, por una parte, los establecimientos Seveso y, por otra, las zonas de viviendas, las zonas frecuentadas por el público y las zonas que presenten un interés natural particular de carácter especialmente delicado. A este último conjunto de recursos es a lo que se denomina en este trabajo como Receptores Vulnerables "RV".

En este punto, es razonable preguntarse si el riesgo de accidentes graves por sustancias peligrosas está representado por la DS vigente, de manera unívoca en toda la U.E. y, si está o no justificado un estudio en profundidad de áreas territoriales sensibles o vulnerables por la presencia de establecimientos Seveso en sus inmediaciones (Demichela, Pilone, & Camuncoli, 2014). Será necesario, por tanto, contar con inventarios de establecimientos afectados en los dos niveles de sustancias peligrosas que intervienen, de escenarios accidentales representativos y de receptores vulnerables que se van a ver afectados por las consecuencias de dichos escenarios.

En el presente trabajo se establece un estudio de afectación normativa en la UE durante la última década, comparando los resultados obtenidos por otros autores o administraciones públicas con los propios, tomando muestras de afectación en diferentes años. Como consecuencia del estudio anterior, se extraerán ranking de los EM más afectados por la normativa y, las actividades o sectores industriales más representativos de la afectación. A continuación, se desarrolla un estudio comparativo y cronológico sobre el nivel de concentración de establecimientos Seveso por ámbito geográfico, es decir, en primer lugar, en

la UE, seguido del estado español, para terminar profundizando en la comunidad autónoma de Andalucía, descendiendo a nivel de municipios, como unidades básicas de administración territorial. Del estudio comparativo anterior, se extraerán ranking de concentración de establecimientos, a diferentes niveles territoriales y se comparan con estudios similares publicados por otros autores o instituciones públicas. Finalmente, en el epígrafe 5, se estudia la tendencia de afectación normativa en la última década en Andalucía, una de las regiones españolas más representativas en actividades relacionadas con el manejo, almacenaje o transporte de sustancias peligrosas. En esta región, se alcanzará el nivel de *municipios* como unidad básica territorial. Una vez conocidas las unidades territoriales de más impacto por la concentración de establecimientos Seveso en Europa, España y, en particular, en Andalucía, se estará en disposición de llevar a cabo otro tipo de estudios más profundos sobre la cantidad y tipología de los RV situados en el interior de esas zonas afectadas que salen fuera del ámbito de este trabajo.

2. MATERIAL Y MÉTODOS DE ACOPIO DE INFORMACIÓN

El trabajo de recopilación de información se ha planteado en varios ejes confluyentes, tal y como se resume en la Tabla 1. Por un lado, se han mantenido entrevistas con personal de la administración local, regional y estatal en materia de protección civil, seguridad industrial u ordenación del territorio, en definitiva, en cualquier aspecto de la gestión del riesgo químico; bien a través del correo electrónico, teléfono o, en directo. Por otro lado, se han

llevado a cabo entrevistas con expertos de los organismos de control e inspección acreditados para el campo normativo de accidentes graves y, registrados oficialmente para actuar en el estado español y/o en la Comunidad Autónoma de Andalucía, con su juicio crítico a las hipótesis que se iban estableciendo en todo el recorrido del trabajo han aportado su particular visión de la realidad. Dichas entrevistas y encuestas se han desarrollado a través de los mismos medios de comunicación.

En algunos casos, se ha tenido que solicitar ayuda a los titulares de los establecimientos industriales afectados que, en virtud de acuerdos de colaboración Universidad-Empresa, ha sido posible el intercambio de información no sensible, este ha sido el caso particular de la Cátedra CEPESA-UCA (CEPSA, 2006).

Se ha establecido un inventario y determinación geográfica de los establecimientos industriales y los municipios afectados por Seveso en el intervalo del 2002 al 2012. En base a los datos recabados por las fuentes citadas, un vez corroborado por todos y cada uno de los Ayuntamientos de cada municipio afectado en cada caso particular, se ha completado un listado inédito de los establecimientos Seveso en Andalucía desde el año 2002 y, comparativamente, hasta el año 2012.

Con carácter previo a la presentación de los listados reseñados, es preciso destacar el conjunto de herramientas o aplicaciones informáticas que se han usado para la realización de los análisis recopilatorios y los cálculos complementarios. Dichas aplicaciones se resumen en la Tabla 2.

Tabla 1. Fuentes de acopio de información.

	FUENTE	TIPO	MEDIO/VÍA DE ACOPIO	DESCRIPCIÓN
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	ADMINISTRACIÓN LOCAL			
	Ayuntamientos de los municipios afectados	cartográfica/formato papel o digital	Teléfono/email	Información referente a la ubicación exacta de los establecimientos Seveso en el municipio
	ADMINISTRACIÓN REGIONAL			
	Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo	Seguridad Industrial/formato papel o digital	Teléfono/email	Información pública referente a los niveles de afectación de cada provincia andaluza en el campo normativo de accidentes graves
	Consejería de Gobernación	Protección civil/Consulta bibliográfica	Entrevista "in situ"/Teléfono	Información pública referente a los establecimientos afectados por el nivel superior y, aquellos con PEE validado
	Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente	Inventario sustancias/Consulta on-line	web institucional	Información pública referente a los inventarios recogidos por los establecimientos Seveso en su Declaración Ambiental
		Registro suelos pot. contaminados/Digital	Email	Información pública referente a los establecimientos recogidos en el registro de los potencialmente contaminadores de suelos
	Consejería de Fomento y Vivienda	Instituto Cartografía/MTA 1:100.000/DVD	Directo	Copia del DVD correspondiente al Mapa Topográfico de Andalucía a escala 1:100.000
	ADMINISTRACIÓN ESTATAL			
	Ministerio del Interior (DGPCYE)	Protección Civil y Emergencias/DVD	Teléfono/email/correo postal	Información pública referente a tipologías de escenarios de riesgo químico y ambiental; Guías de análisis de riesgos; Informes de emergencias
Ministerio de Fomento	Mapas de tráfico/DVD	Teléfono/email/correo postal	Información pública referente a tipologías de escenarios de riesgo químico y ambiental; Guías de análisis de riesgos;	
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	Información Meteorológica/digital	email	Información sobre vientos, estabilidad e índices de Pasquill	
EMPRESAS	ORGANISMOS DE CONTROL E INSPECCIÓN			
	SGS (Sevilla)	Riesgo químico/digital	Teléfono/email	Información referente a la confirmación de la ubicación geográfica de establecimientos Seveso.
	Inspección y Control (Sevilla)	Riesgo químico/digital	Teléfono/email	Información referente a la confirmación de la ubicación geográfica de establecimientos Seveso.
	TITULARES DE ESTABLECIMIENTOS SEVESO			
CEPSA Refinería Gibraltar-San Roque (Cádiz)	Cátedra CEPESA (UCA)/formato papel o digital	Teléfono/email/en persona	Información sobre tipología de escenarios de accidentes graves en la industria química y petroquímica.	
OTROS	CSIC			
	Instituto de Arqueología de Mérida	Soporte formativo SIG	Videoconferencia	Formación e información sobre SIG y análisis espacial

Tabla 2. Herramientas de software usadas en la gestión de la información en el trabajo.

HERRAMIENTA	TIPO	JUSTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Google Earth 6.1.0.5001 para PC y Windows 7 (2011)	Freeware	Localización geográfica de los establecimientos Seveso	Se trata de una herramienta de localización espacial y geográfica
ESRI® ArcMap™ 10.0	Licencia UCA	Análisis Espacial/Gestión de datos	Herramienta modular inserta en la suite denominada Arc Gis para el trabajo con sistemas de información geográfica
Microsoft Office Excel 2007	Licencia UCA	Gestión de gráficos, tablas de datos y, cálculos matemáticos	Elaboración de tablas de datos, análisis y representación en gráficos e, implementación de modelos matemáticos

Una vez conocidas las herramientas que han posibilitado el análisis y las fuentes que han servido para recopilar los datos, se describirá el estudio realizado y se presentarán los resultados de la síntesis de la información cronológica sobre el nivel de afectación.

3. ESTUDIO CRONOLÓGICO DE AFECTACIÓN NORMATIVA

3.1. Inventario de establecimientos afectados

En el estudio proporcionado por Major Accident Hazard Bureau (MAHB, 2008), se publicaron datos estadísticos del número de establecimientos afectados por la DSII según datos procedentes del informe de SPIRS (Seveso Plants Information Retrieval System) (SPIRS, 2008). En el mismo estudio, se adjuntaron datos del número de accidentes ocurridos en dicho territorio según la base de datos MARS. En dicho estudio se afirmaba que el número de establecimientos afectados en el año 2007 en la Unión

Europea (27 EM) era de 7.632. En la Tabla 3 se recoge un ranking de estados europeos por índices de afectación tanto en el año 2007 como en el 2012. En la misma tabla, se añade una columna que recoge los datos de índice particular de afectación en cada EM (“%part.”).

De la exploración de los datos recogidos en la tabla anterior, se extraen las siguientes reflexiones:

- En el año 2007, entre los primeros seis EM, ya se alcanzaba el 75% de todos los establecimientos afectados (Alemania, Francia, UK, Italia, España y Suecia).
- Los mismos Estados concentraban el 86% de los accidentes industriales registrados en la última década.
- Los mismos EM que en 2007 concentraban más del 75% de afectación, actualmente se han reducido hasta el 67,2%. Esto implica que el aumento de establecimientos afectados se ha dispersado entre los demás Estados, por tanto, el nivel de afectación va distribuyéndose geográficamente atenuando la fuerte concentración existente en el pasado, aunque aún persista.

Tabla 3. Clasificación del número de establecimientos afectados por Seveso en la U.E. en el período 2007-2012.

Estado M.	AÑO 2007*		2012		2007*		2012		2007		2012	
	Nivel Alto	Nivel Alto	Nivel Bajo	Nivel Bajo	Total	Total	%part.	%part.				
1 ALEMANIA	801	1071	697	1048	1498	2119	19.63	21.89				
2 UK	443	411	818	736	1261	1147	16.52	11.85				
3 ITALIA	410	519	698	598	1108	1117	14.52	11.54				
4 FRANCIA	520	553	556	553	1076	1106	14.10	11.43				
5 ESPAÑA	211	280	289	350	500	630	6.55	6.51				
6 HOLANDA	172	221	80	163	252	384	3.30	3.97				
7 SUECIA	107	199	214	180	321	379	4.21	3.92				
8 POLONIA	105	158	146	208	251	366	3.29	3.78				
9 BÉLGICA	139	174	48	191	187	365	2.45	3.77				
10 RUMANÍA	131	115	71	162	202	277	2.65	2.86				
11 FINLANDIA	82	128	120	136	202	264	2.65	2.73				
12 REP. CHECA	68	115	86	75	154	190	2.02	1.96				
13 GRECIA	83	83	0	106	83	189	1.09	1.95				
14 PORTUGAL	54	57	0	107	54	164	0.71	1.69				
15 AUSTRIA	42	80	65	64	107	144	1.40	1.49				
16 HUNGRÍA	46	64	60	80	106	144	1.39	1.49				
17 BULGARIA	2	54	0	81	2	135	0.03	1.39				
18 DINAMARCA	0	31	0	90	0	121	0.00	1.25				
19 IRLANDA	20	34	43	54	63	88	0.83	0.91				
20 ESLOVAQUIA	45	41	33	37	78	78	1.02	0.81				
21 LETONIA	16	30	28	33	44	63	0.58	0.65				
22 ESLOVENIA	0	23	0	37	0	60	0.00	0.62				
23 LITUANIA	12	19	12	34	24	53	0.31	0.55				
24 ESTONIA	13	25	15	25	28	50	0.37	0.52				
25 LUXEMBURGO	3	8	7	13	10	21	0.13	0.22				
26 CHIPRE	11	10	0	6	11	16	0.14	0.17				
27 MALTA	6	6	4	4	10	10	0.13	0.10				
TOTAL	3542	4509	4090	5171	7632	9680	100	100				

* Datos tomados de (Salvi, Jovanovic, Bolvin, & Dupuis, 2008)..

%part.: valor porcentual particular de los establecimientos más representativos.

- En cinco años, el incremento en el número de establecimientos afectados por Seveso ha sido 2.091 más. Este dato sugiere una evolución incremental del 21,5%, es decir, del orden de 418 al año.

- por niveles de afectación, resultan 1.137 establecimientos que corresponden al nivel bajo (21,7% de incremento) y, 954 al nivel alto (21,2%)

3.2. Perfil de actividad industrial

Por último, en el apartado de las actividades industriales más representativas afectadas en la UE a fecha de 2012 y, según el nivel de afectación recogido en la tabla anterior, se concentran en los siguientes:

- Fabricación y almacenamiento de explosivos
- Procesado de metal
- Almacenamiento al por mayor y al por menor (LPG, Liquefied petroleum gas)
- Petroquímica
- Pesticidas y productos farmacéuticos
- Industria química genérica
- Fabricación de plásticos
- Fuentes de generación y distribución de energía

De estos sectores, sólo dos de ellos concentran el 70% del total (Almacenamiento al por mayor y al por menor de LPG y, la Industria química genérica).

3.3. Concentración de establecimientos por unidad territorial

Una visión general de la situación del riesgo de accidente grave por sustancias peligrosas en Europa, en línea con la comparativa establecida hasta ahora, arroja importancia al presente estudio. Los mapas incluidos en las bases de datos europeas EPER y KOMPASS (Schmidt-Thomé, 2005) muestran la densidad de establecimientos afectados por sustancias peligrosas por km² de superficie (en adelante, “ ρ_{est} ”), a nivel de regiones europeas y clasificadas en independencia de la cantidad y tipo de sustancias. El mapa tiene como objetivo proporcionar una descripción general de la distribución de plantas químicas en Europa, destacando la concentración de los establecimientos con más probabilidades de representar un riesgo a escala local y regional. Tal y como se muestra en el mapa, la mayor densidad de establecimientos se refiere a la macro-región comprendida entre el norte de Italia, Alemania Occidental, Francia y el este de los Países Bajos (la llamada “*región pentágono*”) (Basta, 2009). Otras regiones, como el sur y el norte de Europa informa de un nivel muy bajo a un mínimo de densidad de plantas. Adicionalmente, se pueden apreciar zonas de “alta” y “muy alta” densidad, en los 5 países seleccionados para el análisis de sus prácticas de planificación territorial o usos de suelo en el contexto de la DSII. La mayor concentración de establecimientos en Europa se da en Alemania, Francia, los Países Bajos y el Reino Unido. Algunas de las áreas de densidad “muy alta” corresponden a zonas portuarias de recepción de productos petrolíferos como Rotterdam en Holanda y Venecia en Italia. En su mayoría son mercancías propias de los sectores del almacenamiento de gas licuado del petróleo (GLP) y plantas químicas. De manera análoga como se realizó en el apartado anterior, se llevará a cabo una comparativa de los resultados publicados en la referencia anterior con los recabados

mediante un análisis paralelo bajo los mismos criterios usados pero, con los datos actualizados acopiados específicamente para este trabajo. En la figura 2, se presenta un mapa cuyos países están coloreados conforme a un rango determinado por la ratio ρ_{est} . Los valores se han obtenido a partir de la información recogida en la Tabla 3, para el año 2012, sin más que añadir una columna que combine la relación del número de establecimientos afectados por, la superficie que ocupa cada estado particular. La información espacial se ha integrado con los datos procedentes de los ratios, mediante la herramienta ArcGIS v10 (Esri, 2014), cuyo uso está ampliamente extendido por (Heywood, S. Cornelius, 1998), (Trung, Tri, Mensvoort, & Bregt, 2006), (Cheng, Zhang, & Peng, 2013).

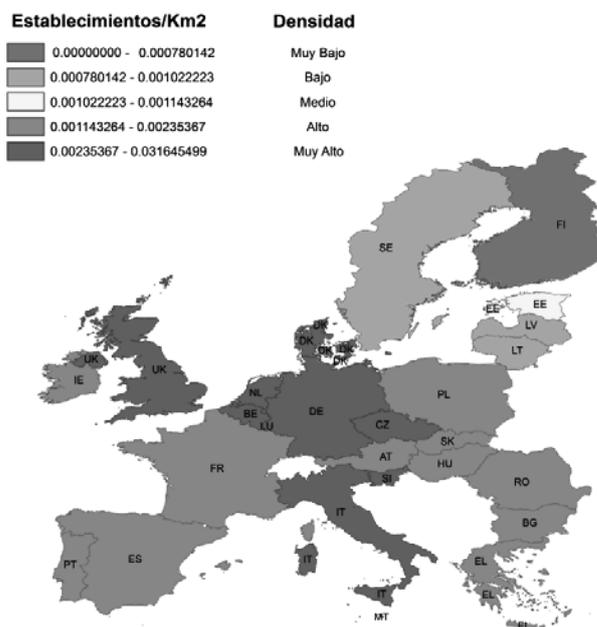


Figura 2. Ratio ρ_{est} en las regiones europeas en el año 2012.

Tal y como se observa en el mapa temático representado en la figura 2, se desprenden las siguientes reflexiones:

- Los Estados con mayor ratio ρ_{est} son los centroeuropeos.
- España se mantiene en un estrato de “nivel alto”.

4. EL CASO PARTICULAR DEL ESTADO ESPAÑOL EN LA DÉCADA 2002-2012

4.1. Inventario de establecimientos afectados en España

El caso particular de la distribución geográfica de establecimientos Seveso en España en el año 2012 se recoge en la Tabla 4. Los datos recogidos por esta tabla presentan una tendencia que coincide con los valores publicados por (Planas et al., 2014).

De la exploración de los datos se deducen las siguientes reflexiones:

- En el año 2002, sólo entre 3 Comunidades Autónomas, de las 17 existentes, se concentra más del 50% en todo el

Tabla 4. Distribución geográfica de afectación a la directiva Seveso en España en la década 2002-2012.

AÑO		2002	2012	2002	2012	2002	2012	2002	2012
REGIÓN		Nivel Bajo	Nivel Bajo	Nivel Alto	Nivel Alto	Total	Total	%part.	%part.
1	Cataluña	87	81	39	73	126	154	24.56	22.65
2	Andalucía	48	50	34	51	82	101	15.98	14.85
3	Madrid	44	34	10	10	54	44	10.53	6.47
4	Castilla-La Mancha	41	26	10	10	51	36	9.94	5.29
5	Valencia	22	41	15	24	37	65	7.21	9.56
6	País Vasco	0	21	34	33	34	54	6.63	7.94
7	Aragón	14	36	16	14	30	50	5.85	7.35
8	Murcia	14	18	13	17	27	35	5.26	5.15
9	Castilla y León	24	42	0	13	24	55	4.68	8.09
10	Extremadura	15	15	0	22	15	37	2.92	5.44
11	Asturias	2	9	11	11	13	20	2.53	2.94
12	Canarias	2	0	6	7	8	7	1.56	1.03
13	Cantabria	1	1	6	7	7	8	1.36	1.18
14	Baleares	1	1	4	4	5	5	0.97	0.74
15	Navarra	0	6	0	3	0	9	0	1.32
TOTAL		315	381	198	299	513	680	100	100

país: **Cataluña, Andalucía y Madrid**. Además, entre las dos primeras ya alcanzan el 40% de afectación.

- Comparando la situación del año 2002 con la del año 2012, se deduce que Cataluña y Andalucía permanecen con idéntico nivel de afectación. Sin embargo, Valencia, Castilla y León y, País Vasco se incrementan.

- Centrando la comparativa en la variable de Nivel Alto de afectación, se experimenta un cambio de 196 en el año 2002, a 280 en el año 2012, esto significa una evolución incremental del 30%. Este cambio se focaliza, sobre todo, en Cataluña, Castilla y León y, Extremadura. Así mismo, no se han localizado casos de reducción de afectación en este nivel.

- Sin embargo, la misma comparativa orientada a la variable de Nivel Bajo de afectación, la evolución incremental en este nivel de afectación se cuantifica en el 18%, casi la mitad del valor porcentual del mismo parámetro, a nivel alto. Este dato se justifica por la existencia de varias regiones que han visto reducir su nivel de afectación. Estos son los casos particulares de Castilla-La Mancha, Madrid y, Cataluña.

4.2. Perfil de actividad industrial en España

En el apartado de sectores industriales afectados y, tomando como referencia el perfil de actividad de cada uno de los establecimientos contabilizados en la Tabla 4, se concluye que las principales actividades afectadas son:

- El almacenamiento y distribución de gases e hidrocarburos (37%)
- la producción, manipulación y almacenamiento de productos químicos (22%) y,
- la fabricación y almacenamiento de abonos, productos fitosanitarios, pesticidas y similares (15%).

En menor medida figuran la refinería y la petroquímica, la fabricación de plásticos, resinas y fibras y, el tratamiento y la depuración de aguas. Con todo, se observa una convergencia del Estado español con respecto a la UE en cuanto a los sectores industriales afectados con más representatividad.

4.3. Concentración de establecimientos por unidad territorial en España

Focalizando el estudio sobre la tendencia de la concentración de establecimientos por superficie, de manera

similar como se llevó a cabo a nivel europeo, se ejecuta el análisis comparativo entre regiones españolas conforme a dicho ratio pest. Para ello, se necesitan los datos referentes a dicho ratio que se tienen disponibles para el año 2012 de manera aproximada, con excepción de las Islas Canarias, La Rioja y, las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla por carecer de fuentes fidedignas. Con los datos obtenidos de la superficie que ocupan las regiones estudiadas se ha determinado el valor del ratio pest para cada una de ellas y, con este valor se ha elaborado un mapa temático que represente los estratos de concentración. En la figura 3 se observan las tres regiones que ostentan el nivel alto de la ratio pest: **País Vasco, Madrid y Cataluña**. Dada la gran extensión territorial que ocupa la región de Andalucía sobre el conjunto del estado, se mantiene en un nivel medio, al igual que el obtenido por España en la comparativa establecida a nivel europeo.



Figura 3. Ratio pest en las regiones españolas. Elaboración propia.

A continuación, en el siguiente apartado, se descenderá en el estudio particular de la región de Andalucía, objeto central del presente trabajo.

5. ESTUDIO COMPARATIVO EN LA REGIÓN DE ANDALUCÍA EN LA DÉCADA 2002-2012

5.1. Inventario de establecimientos afectados en Andalucía

Según datos recogidos a partir de las encuestas a diferentes órganos de la administración con competencia en la materia en Andalucía, los datos registrados en el año 2002 en relación al cumplimiento de la normativa de Accidentes Graves, se incluyen en la Tabla 5. En dicha tabla se repre-

sentan los niveles de afectación de las ocho provincias con discriminación de los afectados a nivel bajo (en Andalucía denominadas como Grupo I, en total 48 establecimientos) y, a nivel alto (en Andalucía denominadas como Grupo II, en total 34 establecimientos).

De la exploración de la columna correspondiente a los ratios particulares de afectación se observa lo siguiente:

- En el año 2002, solo tres provincias ya concentraban cerca del 70% de afectación en Andalucía, estas son: Sevilla,

Tabla 5. Distribución geográfica de afectación a la directiva Seveso en Andalucía entre 2002-2012.

AÑO	2002	2012	2002	2012	2002	2012	2002	2012
REGIÓN	Nivel Alto	Nivel Alto	Nivel Bajo	Nivel Bajo	Total	Total	%part.	%part.
1 SEVILLA	8	9	14	11	22	20	26.83	19.80
2 CÁDIZ	7	11	11	9	18	20	21.95	19.80
3 HUELVA	10	11	7	8	17	19	20.73	18.81
4 ALMERIA	2	2	8	10	10	12	12.20	11.88
5 CÓRDOBA	1	8	5	3	6	11	7.32	10.89
6 GRANADA	4	6	1	4	5	10	6.10	9.90
7 MÁLAGA	1	1	2	5	3	6	3.66	5.94
8 JAÉN	1	3	0	0	1	3	1.22	2.97
TOTAL	34	51	48	50	82	101	100	100

Tabla 6. Ratio pest, en las provincias de Andalucía en el año 2012.

	Nivel Alto	Nivel Bajo	Total	Superficie(Km ²)	%Sup	ρ_{est} (Total/Sup)
1 CÁDIZ	9	11	20	7435	8,5	2,69E-03
2 HUELVA	11	8	19	10148	11,6	1,87E-03
3 SEVILLA	11	9	20	14042	16	1,42E-03
4 ALMERIA	2	10	12	8774	10	1,37E-03
5 GRANADA	8	3	11	12635	14,4	8,71E-04
6 MÁLAGA	1	5	6	7306	8,3	8,21E-04
7 CÓRDOBA	6	4	10	13769	15,7	7,26E-04
8 JAÉN	3	0	3	13489	15,4	2,22E-04
TOTAL	51	50	101	87598	100	

Cádiz y, Huelva. En el año 2012, estas mismas provincias alcanzan a concentrar solo el 60%, lo que supone una bajada del 10%.

- En términos generales, se destaca una tendencia incremental del 20% en el nivel de establecimientos afectados.
- Esto implica una mayor distribución de la afectación por las demás provincias.
- En el Nivel alto, coinciden las mismas provincias las que concentran más afectación. No obstante, si se añade la provincia de Córdoba, se alcanzan entre las cuatro casi el 85% de todos los establecimientos afectados. Esto se debe a la incorporación de las plantas de generación de energía termosolar en su territorio.
- En el Nivel bajo, es la provincia de Cádiz la segunda más afectada después de Sevilla.

5.2. Concentración de establecimientos por unidad territorial en Andalucía.

Por último, focalizando el estudio sobre la tendencia de la concentración de establecimientos por superficie, de ma-

nera similar a como se llevó a cabo a nivel europeo y español, a continuación se ejecutará el análisis comparativo entre provincias andaluzas conforme a la ratio pest. Para ello, se necesitarán los datos referentes a dicho ratio que se tienen disponibles para el año 2012 de manera aproximada, en la Tabla 6.

Un aspecto destacable en la exploración de los resultados es la discrepancia encontrada al comparar el mapa publicado en la anteriormente citada referencia, con los recopilados en este apartado. Los datos de la tabla 10 se han representado en el mapa de la figura 4. La discrepancia arroja la siguiente reflexión:

- En base a la clasificación cualitativa del riesgo dada por el ratio pest y, según (Schmidt-Thomé, 2005), la provincia de Cádiz fue clasificada como de nivel bajo de riesgo, sin embargo, atendiendo a la figura 3 correspondiente al año 2012, se deduce que, mientras la Comunidad andaluza, en términos globales, está clasificada como de riesgo medio, la única provincia que debería estar clasificada como de riesgo muy alto es, precisamente, Cádiz.

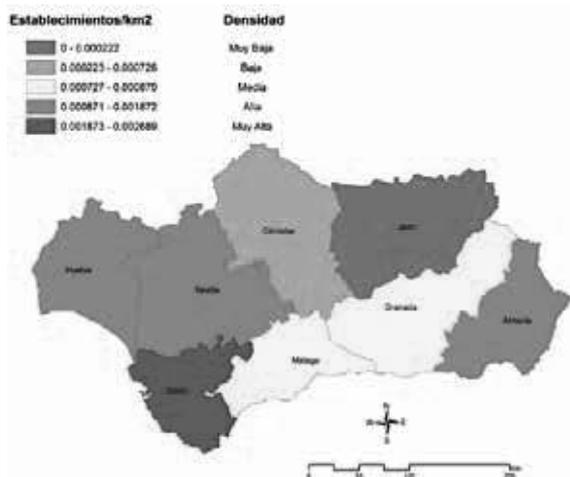


Figura 4. Ratio pest en las regiones andaluzas.

Para finalizar el análisis comparativo del nivel de concentración de establecimientos afectados por Seveso en base a la superficie que ocupan los territorios, se descenderá a la unidad básica territorial, hasta el nivel de municipios. En la Tabla 7, se clasifican los municipios en función del número de establecimientos Seveso instalados en su territorio (“Nº Establecimientos”). Dada la amplitud de registros, se ha considerado más representativo mostrar solo los diez primeros municipios.

Los datos de la tabla 7 confirman las hipótesis anteriores revelando las tres provincias más representativas en Andalucía: Huelva, Cádiz y Sevilla.

En la figura 5 se representa un mapa donde se resaltan aquellos municipios afectados por la Directiva Seveso, es

decir, por incluir en sus límites geográficos algún establecimiento Seveso. Tal y como se observa en dicho mapa, se destacan los 58 municipios Seveso en Andalucía.



Figura 5. Mapa de distribución geográfica de municipios andaluces afectados por Seveso.

Adicionalmente, en la Tabla 8 se recogen los diez primeros municipios en base al parámetro pest. Este dato no deja de ser informativo pues refleja una fuerte dependencia del valor de la superficie que ocupa el municipio. A pesar de ello, es importante destacar dos de los municipios fuertemente afectados como Palos de la Frontera (Huelva) y San Roque (Cádiz). Sin duda, son territorios que hay que aplicar análisis de riesgos y evaluar compatibilidades urbanísticas en sus proximidades.

5.3. Estudio comparativo de sectores industriales representativos de la Directiva Seveso entre España y Andalucía.

En el presente apartado se analizan los sectores industriales que aglutinan más presencia de establecimientos

Tabla 7. Clasificación de municipios en función del número de establecimientos Seveso.

	Provincia	Municipio	Nº Establecimientos	Superficie (km2)	pest (Total/Sup)
1	Huelva	Palos de la Frontera	12	142,25	8,44E-02
2	Cádiz	San Roque	10	139,92	7,15E-02
3	Sevilla	Dos Hermanas	7	160,28	4,37E-02
4	Córdoba	Palma del Río	3	199,59	1,50E-02
5	Almería	Almería	3	295,13	1,02E-02
6	Málaga	Málaga	3	394,92	7,60E-03
7	Cádiz	Jerez de la Frontera	3	1186,80	2,53E-03
8	Cádiz	Cádiz	2	12,19	1,64E-01
9	Granada	La Calahorra	2	39,63	5,05E-02
10	Granada	Motril	2	109,25	1,83E-02

Tabla 8. Clasificación de municipios en función del ratio pest.

	Provincia	Municipio	Nº Establecimientos	Superficie (km2)	pest (Total/Sup)
1	Granada	Armillá	1	4,40	2,27E-01
2	Sevilla	Tomares	1	5,23	1,91E-01
3	Cádiz	Cádiz	2	12,19	1,64E-01
4	Sevilla	Carrión de los Céspedes	1	6,18	1,62E-01
5	Granada	Pulianas	1	6,42	1,56E-01
6	Granada	Peligros	1	9,20	1,09E-01
7	Sevilla	Camas	1	11,61	8,61E-02
8	Huelva	Palos de la Frontera	12	142,25	8,44E-02
9	Cádiz	San Roque	10	139,92	7,15E-02
10	Sevilla	Mairena del Aljarafe	1	17,41	5,74E-02

Seveso. A continuación, se indican las actividades afectadas a nivel inferior y, estableciendo una comparación con el mismo nivel de afectación pero de ámbito estatal, se deduce que, los sectores industriales con más presencia a nivel inferior en Andalucía son:

- **el almacenamiento y distribución de gases e hidrocarburos resulta aún más alta que en la estatal (34%),**
- **la fabricación y almacenamiento de abonos, productos fitosanitarios, pesticidas y similares es el segundo sector más afectado en Andalucía (29%), el cual difiere del mismo nivel en España.**
- **La fabricación/manipulación/almacenamiento de productos químicos es el tercer sector más importante en Andalucía, con un valor del 16%.**

En menor medida figuran las centrales de producción energética y, producción de gases del aire, entre otros.

De manera similar, las actividades afectadas a nivel superior y, estableciendo una comparativa con los datos recogidos para el mismo nivel pero de ámbito estatal, se deducen los siguientes resultados:

- **el almacenamiento y distribución de gases, hidrocarburos y derivados es muy similar que a nivel estatal (35%),**
- **la producción energética en Andalucía resulta ser la segunda actividad más afectada a nivel alto (25%),** debido a la masiva instalación de centrales termosolares.
- **la fabricación y almacenamiento de abonos, fitosanitarios y derivados es la tercera actividad más afectada (16%).**
- Los procesos de refinado y petroquímica (10%) y, la producción y el almacenamiento de productos químicos (10%) en Andalucía, marcan una discrepancia frente al 27% de afectación a nivel estatal.

En menor medida figuran la producción de gases del aire y gestor de residuos, entre otros.

En resumen, para aclarar la información del estudio comparativo entre UE-Andalucía, en cuanto a actividades Seveso más representativas, en la tabla 9 se establece una síntesis.

6. CONCLUSIONES

- En el marco geográfico de la UE, España es el quinto estado con más representación por número de establecimiento Seveso. Junto a Alemania, UK, Italia y Francia, aglutinan aproximadamente el 70% de la afectación en toda la U.E. en la última década. Así mismo, estos mismos estados concentran el 86% de los accidentes graves producidos por los establecimientos afectados en ese mismo periodo de tiempo. La tendencia de afectación en ambos niveles, sugiere un incremento del 20% cada cinco años, es decir, unos 418 establecimientos más cada año.
- En el marco geográfico del Estado español, de las 17 comunidades autónomas existentes, solo Cataluña y Andalucía concentran el 40% de la afectación total. Así mismo, este estado sigue una tendencia incremental ligeramente superior a la europea, con un 30% medido en la década 2002-2012.
- En el marco geográfico de la comunidad autónoma de Andalucía, constituida por 8 provincias en total, se ha medido una tendencia incremental del 20%, similar a la europea. Tres de las ocho provincias andaluzas alcanzan una concentración del 65% de afectación en todo el territorio, estas son: Sevilla, Cádiz y Huelva.
- Atendiendo al parámetro: *concentración de establecimientos por superficie territorial "pest"*, los países centroeuropeos son los más afectados quedando el estado español con un "nivel alto". En el marco territorial de este estado, la *Comunidad Autónoma de Andalucía*, dada su extensión territorial, alcanza un "nivel medio" de concentración de establecimientos. Así mismo, en el marco territorial de esta Comunidad Autónoma formada por 8 provincias, Cádiz es la única de ellas que alcanza el nivel de "riesgo muy alto" de concentración de establecimientos. Este resultado discrepa de otros estudios publicados en el año 2006 que, bajo la misma variable medida, sitúan a esta provincia a un "nivel medio" de concentración. Por último, descendiendo al ámbito geográfico de municipios en Andalucía, dos de ellos concentran más del 20% de todos los establecimientos Seveso, estos municipios son: **Palos de Frontera (provincia de Huelva)** con 12 establecimientos y, **San Roque (provincia de Cádiz)** con 10 establecimientos. Sin duda, estos dos territorios en Andalucía son los que demandan más atención de cara a futuras actuaciones en la medición

Tabla 9. Comparativa actividades afectadas entre Andalucía y la U. Europea.

U.EUROPEA		ANDALUCÍA	
Actividades representativas	70% de concentración	Actividades representativas	70% de concentración
<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación y almacenamiento de explosivos • Procesado de metal • Almacenamiento al por mayor y al por menor (LPG, otros) • Petroquímica • Pesticidas y productos farmacéuticos • Industria química genérica • Fabricación de plásticos • Fuentes de generación y distribución de energía • Industria alimentaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento al por mayor y al por menor (LPG, otros) • Industria química genérica 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacén. y distribución de abonos y fitosanitarios • Fabricación productos químicos • Cementera • Tratamiento de residuos • Almacenamiento gases o CH • Fabricación metales • Central Térmica • producción de gases del aire • Refinado y petroquímica • vinos y alcohol • Agroalimentaria • Minería • Fabr. Paneles Solares 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento gases o CH • Almacén. y distribución de abonos y fitosanitarios • Central Térmica • Fabricación productos químicos

del riesgo al que se encuentran expuestos los receptores vulnerables próximos a los establecimientos.

• En cuanto a las actividades industriales más representativas que marcan el perfil de afectación de los establecimientos Seveso, se encuentran similitudes en los marcos geográficos estudiados en el trabajo. Tanto en la UE como en España y Andalucía, las actividades de almacenamiento de gases e hidrocarburos en general junto a la industria química, las que aglutinan un mayor porcentaje de representación. En Andalucía, sin embargo, es la actividad de producción energética la segunda más representativa en vez de la industria química, esto es debido a que en los últimos años ha existido una expansión de la instalación de plantas termosolares en este territorio. De manera similar a la anterior conclusión, este aspecto alerta de las repercusiones que tendrán dichas industrias en los receptores vulnerables situados en su proximidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Basta, C. (2009). Risk , Territory and Society : *Challenge for a Joint European Regulation. PhD Thesis, Delft University of Technology.*
2. CEPISA. (2006). <http://www.uca.es/epsalgeciras/portal.do?TR=C&IDR=166#>. Last accessed 30 march 2013.
3. Cheng, Y., Zhang, J., & Peng, J. (2013). ArcGIS-based evaluation of geo-hazards at Yaozhou County, Shaanxi, China. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 5(4), 330–334. doi:10.1016/j.jrmge.2012.11.002
4. Christou, M., Gyenes, Z., & Struckl, M. (2011). Risk assessment in support to land-use planning in Europe: Towards more consistent decisions? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(3), 219–226. doi:10.1016/j.jlp.2010.10.001
5. Demichela, M., Pilone, E., & Camuncoi, G. (2014). Land use planning around major risk installations: From EC directives to local regulations in Italy. *Land Use Policy*, 38, 657–665. doi:10.1016/j.landusepol.2013.06.015
6. Directive 2012/18/EU. Directive 2012/18/EU of the European parliament and the council of 4th of July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing directive 96/82/EC. Official Journal of the European Union, L (2012).
7. Directive 82/501/CEE. Directive 82/501/CEE of the council of 24 June 1982 on the major-accident hazards of certain industrial activities. Official Journal of the European Communities, L 230/1. (1982).
8. Directive 96/82/EC. Directive 96/82/EC of the council of 9 December 1996 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances. Official Journal of the European Communities, L 10/13 (1996).
9. Esri. (2014). Esri Environmental Systems Research Institute, Inc. www.esri.com. Heywood, S. Cornelius, S. C. (1998). *Geographical Information Systems*. Longman, New York. Khan, F. I., & Abbasi, S. . (1999). Major accidents in process industries and an analysis of causes and consequences. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 12(5), 361–378. doi:10.1016/S0950-4230(98)00062-X
10. Lewis, A. S., Sax, S. N., Wason, S. C., & Campleman, S. L. (2011). Non-chemical stressors and cumulative risk assessment: an overview of current initiatives and potential air pollutant interactions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(6), 2020–73. doi:10.3390/ijerph8062020
11. MAHB. (2008). MAHB: Major Accident Hazard Bureau of the Joint Research Center, operating SPIRS and MARS. Disponible en: <http://mahbsrv.jrc.it/>.
12. MARS 2000. (2000). Major Accident Reporting System (MARS). (2000). Major accident hazards Bureau. European Commission's Joint Research Centre. Retrieved March 30, 2014, from <http://www.europarl.europa.eu/sides/getAllAnswers.do?reference=P-2005-4846&language=ES>
13. Menoni, S. (2005). *Costruire la prevenzione - Strategie di riduzione e mitigazione dei rischi territoriali*. Bologna: Pitagora Editrice.
14. MHIDAS. (2007). *Major hazard incident data Service. OSH-ROM. Reference manual*. London: Executive, Health and Safety (Executive,., Vol. 5, p. Executive, Health and Safety). London: Executive, Health and Safety.
15. Planas, E., Arnaldos, J., Darbra, R. M., Muñoz, M., Pastor, E., & Vilchez, J. a. (2014). Historical evolution of process safety and major-accident hazards prevention in Spain. Contribution of the pioneer Joaquim Casal. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 28, 109–117. doi:10.1016/j.jlp.2013.04.005
16. Salvi, O., Jovanovic, A., Bolvin, C., & Dupuis, C. (2008). F–SEVESO, Study of the effectiveness of the Seveso II directive. Retrieved from http://scholar.google.es/scholar?q=O.+Salvi+&A.+Jovanovic&btnG=&hl=es&as_sdt=0,5#0
17. Schmidt-Thomé, P. (Editor). (2005). *The Spatial Effects and Management of Natural and Technological Hazards in Europe. Final report of the European Spatial Planning and Observation Network (ESPON) project 1.3.1*. (Geological., p. 197). Geological Survey of Finland.
18. Spadoni, G., Contini, S., & Ugucioni, G. (2003). THE NEW VERSION OF ARIPAR AND THE BENEFITS GIVEN IN ASSESSING AND MANAGING MAJOR, 81(January).
19. SPIRS. (2008). European Agency for Safety and Health at Work. Seveso Plants Information Retrieval System (SPIRS). https://osha.europa.eu/data/links/oshinfo_225.
20. Tixier, J., Dusserre, G., Salvi, O., & Gaston, D. (2002). Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 15(4), 291–303. doi:10.1016/S0950-4230(02)00008-6
21. Trung, N. H., Tri, L. Q., Mensvoort, M. E. F. Van, & Bregt, A. K. (2006). APPLICATION OF GIS IN LAND-USE PLANNING A Case Study in The Coastal Mekong Delta Of Vietnam. *In International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences*.
22. Vilchez, J. A., & Casal, J. (2010). El riesgo químico y el territorio. *Revista Catalana de Seguridad Pública, Noviembre* .
23. Vilchez, J. A., Sevilla, S., Montiel, H., & Casal, J. (1995). Historical analysis of accidents in chemical plants and in the transportation of hazardous materials. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 8(2), 87–96.