

Cuadro 3-3
Principales accidentes tecnológicos acaecidos en el Ecuador entre 1995 y 2002

Fecha	Lugar	Eventos	Impactos
1995	Cerca de Latacunga	Derrame de 150 galones de bifenilos policlorados	110 personas afectadas, contaminación de fuentes de agua
1996	Quito. Panamericana Sur	Derrame de 40 toneladas de ácido sulfúrico en el río Machángara	40.000 \$ de pérdidas para la empresa, contaminación del río.
1996	Quito, barrio Jipijapa	Incendio en empresa textil, quema de fibras sintéticas, solventes, ácidos y tintas	12 bomberos asfixiados, evacuación de 180 personas. 400 000 \$ de pérdidas para la empresa
1997	Bahía de Caráquez	Fuga de amoníaco y freón en una empresa empacadora	100 personas intoxicadas, 300 evacuadas
1997	San Rafael - Quito	Explosión de dinamita en un polvorín militar	4 muertos, 190 heridos, 4 helicópteros dañados, daños materiales adicionales no cuantificados
1997	Sangolquí	Explosión de un nebulizador de alcohol metílico en una fábrica de palillos	4 muertos, 30 personas quemadas, pérdidas materiales
1997	Amaguaña	Explosión de dinamita en una bodega militar	4 muertos, 190 heridos
1997	Guayaquil	Explosión de 40 cajas de camaretas	17 muertos, 38 heridos
1998	Guayaquil	Derrame de 20 000 galones de fuel oil en el Estero Salado	Defoliación de manglares, muerte de crustáceos y moluscos, problemas genéticos y reproductivos en animales y seres humanos
1998	Durán	Explosión de caldero en planta de aceite	No reportados
1998	Esmeraldas	Derrame de 8 000 barriles de crudo y 3 500 de diesel por ruptura del SOTE, incendio en 8 km a lo largo de los ríos Esmeraldas y Taoné	12 muertos, 180 heridos, 170 viviendas destruidas, pérdidas económicas de \$ 5 millones, daños materiales y sociales no calculados
1998	Guayaquil	Expansión de gases tóxicos de las alcantarillas, residuos de aceite de resina de aceite, utilizados en la industria de la fibra de vidrio	Vómito, mareo, desmayos en la zona de influencia
1998	Quito	Explosión de cabina de pintura en una ensambladora de pintura	10 heridos, daños materiales no evaluados
1998	Daule	Incendio en bodega de productos terminados en industria de jabones y cosméticos	17 bomberos asfixiados, \$ 15 millones en pérdidas materiales, contaminación del río Daule
1999	Quito, Cumbayá	Explosión de caldero y fuga de amoníaco en planta cervecera	Evacuación de vecinos, daños en instalaciones, paralización total por 3 semanas
1999	Manta	Fuga de freones en empacadora	400 evacuados
2000	Guayaquil	Fuga de al menos 6 toneladas de amoníaco en empresa cervecera	Paro total de la producción por 6 días, paralización de 4 empresas vecinas
2000	Quito	Fuga de amoníaco en fábrica de helados	No reportados
2000	Guayaquil	Incendio de tanquero que transportaba diesel y gasolina	3 personas quemadas, vía a Daule paralizada durante 8 horas
2000	Guayaquil	Volcamiento de plataforma con 4 toneladas de cianuro de sodio	Puente de la Unidad Nacional cerrado durante 5 horas, evacuación a 1 500 metros a la redonda
2001	Lumbaquí	Explosiones y derrame de petróleo, presumiblemente por atentados terroristas	3 635 barriles de petróleo se derramaron y contaminaron las aguas del río Aguanco, pérdidas económicas y destrucción de un ecosistema productivo para las comunidades
2001	El Guango	Rotura del oleoducto por deslave de tierra, derrame considerable	50 m del oleoducto afectados, contaminación
2001	Galápagos	Encallamiento y derrame de 280 000 galones de combustible en área protegida (embarcación Jessica)	Daños ambientales incalculables
2001	Quito	Fuga de 6 toneladas de GLP en zona urbana	700 evacuados
2001	Guayaquil	Fuga de amoníaco	50 personas afectadas (5 por inhalación de amoníaco), interrupción del tránsito durante 2 horas
2001	Quinindé	Incendio por rotura del oleoducto	1 km de vegetación afectada en el Zapotal, Esmeraldas, cuantiosas pérdidas económicas y ecológicas
2002	Quito	Incendio en bodega de productos elaborados de una cadena de supermercados	Fuego durante 96 horas, 70 millones de galones de agua de incendio vertida en las alcantarillas, contaminación ambiental por dioxinas y furanos
2002	Galápagos	Encallamiento y derrame de 30 000 galones de combustible en área protegida	Daños ambientales
2002	Riobamba	Explosión de un almacenamiento de municiones militares	8 muertos, 535 damnificados, 2 500 personas afectadas, daños estimados en \$ 50 millones
2002	Lago Agrio	Explosiones en el oleoducto transecuatoriano presumiblemente por atentados externos	La explosión alcanzó a un autobús que pasaba por el lugar (al menos 5 muertos y más de 20 heridos graves)

En gris, eventos que concirieron al DMQ o a regiones cercanas

Fuente: Estacio, 2004, con datos de la Defensa Civil, la Fundación Oikos y la Fundación Natura

población de Quito. La catástrofe fue evitada por escaso margen gracias a la rápida intervención de la EMAAP-Q (cierre de válvulas impidiendo el flujo de las aguas contaminadas hacia las conducciones que se dirigen a Quito) y el suministro de agua potable a la ciudad continuó asegurado por la existencia de alternativas de captación desarrolladas por la empresa desde hace algunos años («Optimización Papallacta»). Pese a los esfuerzos de limpieza, la laguna sigue contaminada y sus aguas serán seguramente inutilizables durante largo tiempo

Más allá de estos accidentes mayores, el DMQ ha experimentado numerosos eventos relativamente menores (no mencionados en el cuadro 3-3). Varios de ellos están vinculados al transporte terrestre de combustibles. Por ejemplo, entre marzo de 2000 y agosto de 2001, seis accidentes de tránsito²⁴ en los que estaban implicados camiones que transportaban combustibles, fueron causados por falla del chofer o del vehículo (Estacio, 2004). Hay que señalar igualmente otros accidentes menores, en particular fugas de gas en viviendas o establecimientos comerciales (restaurantes, panaderías, hoteles...). Solo en el año 2003 hubo un promedio mensual de 18 fugas de gas en Quito y algunas se concretaron en incendios y explosiones (Cuerpo de Bomberos de Quito, 2003).

Es difícil medir la evolución de los accidentes tecnológicos en el Ecuador y en el DMQ debido al carácter reciente e incompleto de las bases de datos existentes al respecto. Sin embargo, se puede afirmar, en vista de los recientes eventos, que el riesgo tecnológico se ha

convertido en un problema mayor. De una manera general, está ligado al rápido desarrollo (desde los años 1970) de la actividad petrolera ecuatoriana y de las infraestructuras para la extracción, el procesamiento, la producción de combustibles, el transporte (por oleoductos o vías terrestres) y el almacenamiento de combustibles. Quito es a la vez lugar de almacenamiento para sus propias necesidades, vía de paso entre el Oriente y la Costa y centro de redistribución al interior de la Sierra. Paralelamente, el aparato industrial se ha desarrollado considerablemente, multiplicando las empresas que almacenan y tratan productos químicos peligrosos, en especial en el norte y el sur de la capital ecuatoriana. Además del desarrollo de la actividad petrolera e industrial, han surgido numerosos factores de vulnerabilidad ligados al contexto económico, político y social del Ecuador, al peso de los intereses en juego, a los conflictos institucionales, a la corrupción, aunque también a un reconocimiento insuficiente del riesgo tecnológico por parte de las autoridades políticas y a la falta de medidas coercitivas de seguridad. Esta situación explica los errores humanos, los actos delictivos (robos de combustible), el uso de equipos defectuosos, los riesgos que toman los

²⁴ 11 de marzo de 2000 (avenida Simón Bolívar); 12 de marzo de 2000 (Santa Rosa), 13 de mayo de 2000 (Panamericana Sur); 30 de marzo de 2001 (Panamericana Norte), 26 de mayo de 2001 (10 de Agosto y Los Eucaliptos), 18 de agosto de 2001 (Córdova Galarza y Bolívar).

industriales, la escasez de información y de formación, la inclusión de elementos peligrosos dentro de los espacios urbanizados, la ausencia o ineficacia de reglamentos y controles, conjunto de factores que multiplican los accidentes y amplifican sus consecuencias.

Pese a los crecientes problemas planteados por los riesgos tecnológicos, estos son poco estudiados, en comparación con los riesgos de origen natural, y poco tomados en cuenta en materia de ordenamiento

²⁵ El programa APELL («Concientización y Preparación para Emergencias a nivel local») es una iniciativa del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y pretende involucrar a todos los estamentos de la sociedad en la respuesta a los accidentes tecnológicos. En el Ecuador, el proceso está liderado por el Ministerio del Ambiente con el apoyo de la Fundación Natura, la OPS y el Ministerio de Salud. Estos organismos están llevando a cabo en Quito talleres con representantes de los sectores oficiales, industriales y principales grupos de interés. Los objetivos principales son: desarrollar un «Proceso APELL» en la ciudad de Quito y planes de acciones emergentes y aplicables en industrias peligrosas

²⁶ Parte de estos trabajos se desarrollan en Estacio y D'Ercole (2001) y Estacio (2004).

²⁷ entre ellas. CONSEP, Cruz Roja, Cuerpo de Bomberos de Quito, Defensa Civil, Fundación Natura, Ministerio de Energía y Minas, IESS, INEN, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud Pública, MDMQ, Petroecuador, Policía Nacional

y planificación territorial y de reglamentación, donde existen muchas lagunas en este campo. El interés atribuido a los riesgos tecnológicos es muy reciente (desde mediados de los años 1990). Algunas bases de datos comienzan a constituirse, como las del Cuerpo de Bomberos de Quito o de la Fundación Oikos. Han surgido otras iniciativas significativas, en particular el programa «APELL»²⁵. De una manera general, sin embargo, estas acciones siguen siendo aisladas y la información sobre los riesgos tecnológicos es muy insuficiente y fragmentada, en especial en lo que atañe a la localización de los lugares de almacenamiento, los itinerarios de transporte de los productos peligrosos, en definitiva, todo aquello que permitiría una evaluación global de las amenazas industriales y tecnológicas y la elaboración de una cartografía de los espacios expuestos a este tipo de riesgo.

En el marco de nuestro programa de investigación, se realizó un inventario de los lugares de almacenamiento y de los itinerarios de transporte de los productos peligrosos, a partir del cual se hizo una tentativa de cartografía de los espacios expuestos. Sin embargo, no se trata sino de una investigación preliminar que apunta a paliar la falta de datos localizados sobre la cuestión del riesgo tecnológico. Las principales conclusiones presentadas a continuación²⁶, se apoyan en una base de datos localizados constituida con el apoyo de varias instituciones públicas y no gubernamentales²⁷ y empresas privadas relacionadas con el manejo, el almacenamiento y el transporte de productos peligrosos.

Localización de los productos potencialmente peligrosos en el DMQ

Los productos potencialmente peligrosos considerados son los combustibles y los productos químicos almacenados y tratados en varias empresas de Quito.

El mapa 3-11 representa los lugares de almacenamiento y los itinerarios de transporte de combustibles en el DMQ. Esta cuestión fue analizada en el primer volumen al que remitimos al lector²⁸. Atravesando el Distrito de oeste a este y pasando al sur de Quito, el oleoducto (SOTE) transporta el petróleo desde el Oriente hasta Esmeraldas. El poliducto, que transporta esencialmente GLP, sigue un trazado paralelo. Otro poliducto de dirección norte-sur se une al anterior en el terminal de Ambato, pasando por la planta El Beaterio. En 2003 se prohibió el almacenamiento de GLP en esta última, pero sigue recibiendo, almacenando y distribuyendo los demás combustibles líquidos (gasolina, diesel). El GLP es almacenado hoy en día en la planta Itulcachi cuyo papel ha adquirido así mayor importancia.

El itinerario de las vías de distribución de combustibles está ligada a la ubicación de los principales centros de acopio, distribución y venta. Entre ellas, las principales son la Panamericana Sur desde El Beaterio, el anillo vial alrededor de Quito constituido por las avenidas Occidental y Oriental, así como el cordón que bordea al volcán Ilaló, pasando por Itulcachi. A partir de estos ejes principales se articulan vías secundarias que permiten atender a la ciudad de Quito y, parcialmente, al resto del Distrito

En términos de distribución espacial, el mapa 3-11 indica que los lugares de almacenamiento de combustibles cubren gran parte de la ciudad de Quito y una parte limitada del resto del Distrito, principalmente a lo largo de las principales vías. En realidad, si se considera el tamaño y la naturaleza de los centros de almacenamiento, se observan disimetrías espaciales. Los centros más importantes se sitúan en el sur de la ciudad de Quito y en el sudeste del Distrito, localización ligada en gran parte a la proximidad del SOTE, de los poliductos y de las grandes arterias viales como la Panamericana Sur. Otra disimetría espacial se refleja en una mayor densidad de centros de expendio de cilindros de gas en la mitad sur de Quito mientras que los centros de acopio de tamaño mediano y las gasolineras son más numerosos en el norte. Este dispositivo espacial traduce diferencias de densidad de población pero sobre todo prácticas sociales relacionadas con el nivel de vida²⁹.

El mapa 3-12 representa los lugares donde se almacenan sustancias químicas potencialmente peligrosas

²⁸ Véase D'Ercole y Metzger (2002), p. 117-125

²⁹ En el sur el consumidor, de nivel socioeconómico globalmente más bajo, tiende más bien a abastecerse directamente en los pequeños centros de expendio de cilindros de gas mientras que en el norte la provisión se realiza en mayor medida desde los centros de acopio mediante servicio a domicilio. En cuanto a las gasolineras, estas son más numerosas en el norte debido a la existencia de un parque automotor mayor

en el DMQ. Estas son en su mayoría ácidos, solventes, ésteres, hidróxidos, bases, alcoholes cetonas, hidrocarburos. Según el producto y el contexto (por ejemplo, las condiciones de temperatura, humedad, presión, el contacto con el agua, el aire u otras sustancias químicas...), estos productos pueden ser inflamables, explosivos, corrosivos o tóxicos³⁰ En todos los casos, cuando las condiciones de almacenamiento y transporte no son adecuadas, existe un peligro para la población y el ambiente.

Se inventariaron y localizaron 94 empresas que almacenan importantes cantidades de productos

³⁰ Para mayor detalle sobre los tipos de productos químicos peligrosos y los peligros asociados, véase Estacio y D'Ercole (2001), Vol 1, p. 33-37.

³¹ No existe la categoría «fabricante» en la medida en que los productos químicos no son fabricados en el Ecuador, según el control que realiza el CONSEP. Por otro lado, según el INEN, existirían alrededor de 30 empresas clandestinas que poseen sustancias peligrosas y que no son controladas.

³² Hay que indicar que existen también empresas que compran el producto químico como materia prima directamente a otros países.

³³ Por ejemplo, entre las empresas de la primera categoría que se pueden suponer como potencialmente las más peligrosas, figuran empresas clasificadas en el primer lugar, al menos para un tipo de producto, en cantidades almacenadas, o que se ubican al menos dos veces entre las primeras cinco empresas, o al menos tres veces entre las diez primeras.

químicos potencialmente peligrosos, a partir de la base de datos del CONSEP. El equipo del IRD realizó encuestas complementarias en las diferentes empresas a fin de distinguir los lugares que son únicamente oficinas de aquellos donde realmente se almacenan las sustancias. Estos últimos aparecen en el mapa 3-12. Se identificaron dos tipos de empresas: las importadoras y las compradoras³¹. Las importadoras son mayoritarias y corresponden a empresas que se dedican únicamente a la distribución de sustancias provenientes en especial de Estados Unidos y Alemania. Las compradoras son las industrias que compran sustancias químicas a las primeras como materia prima para la elaboración de sus propios productos³². Es el caso, por ejemplo, de industrias de pintura y de grandes fábricas textiles.

Las 94 empresas fueron clasificadas en 5 categorías según un grado de peligro presumido basado en la cantidad y la diversidad de productos almacenados. La clasificación se basa en la posición (determinada en función de las cantidades de productos) que ocupan las empresas para cada uno de los 8 productos escogidos y en la asociación de tales posiciones (véase el cuadro 3-4)³³. A falta de estudios fundamentados en el análisis de los productos químicos y de los efectos de sus posibles asociaciones, este método nos pareció el más satisfactorio para obtener, en un tiempo sumamente limitado, una clasificación de las empresas según el peligro que pueden presentar. Es sin embargo evidente que el método lleva ante todo a resultados indicativos y que en el futuro se deberán realizar estudios más

profundos y adaptados para confirmar o invalidar tales resultados.

En su gran mayoría, las empresas que almacenan productos químicos se sitúan al interior de los límites de la ciudad de Quito pero tienden, en especial las más importantes, a concentrarse en el sur, particularmente a lo largo de la Panamericana, y sobre todo en el norte de la ciudad. Como lo indica el mapa 3-12, al igual que un informe del CONSEP³⁴,

³⁴ «Lugares de almacenamiento de productos químicos (importadores-exportadores)», 1999.

³⁵ Cabe señalar que el sector fuerte de industrias importadoras de productos químicos se localiza en la Costa, existiendo pequeñas y medianas bodegas sucursales en Quito y en otras ciudades.

³⁶ Las carreteras principales de transporte de combustibles y productos químicos no fueron representadas en la medida en que se requeriría de estudios más a profundidad que los que se han realizado hasta ahora. Se las resumió anteriormente en lo que respecta a los combustibles. Mayor información está disponible en Estacio y D'Ercole (2001), volumen 1, en cuanto a los combustibles y a los productos químicos potencialmente peligrosos.

³⁷ Las informaciones se obtuvieron consultando diversos artículos, informes y bases de datos, como los del *Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques* (INERIS – www.ineris.fr), del *Ministère français de l'aménagement du territoire et de l'environnement* (Base de datos ARIA – aria.environnement.gouv.fr) o del *Britain's Health and Safety Executive* (www.hse.gov.uk).

en el norte existen 5 sitios preferenciales: desde Calderón km 14 hasta la Panamericana km 4, desde la avenida América hasta La Pulida, desde la avenida Eloy Alfaro hasta Juan Molineros; avenida 6 de Diciembre (sector Tomás de Berlanga y Los Granados), sector Pusuquí y Pomasqui. La estrategia de almacenamiento de estas industrias gira en torno al aeropuerto, pues desde allí se distribuyen la mayor parte de productos químicos. A esto se suma la entrada de otros productos por la Panamericana Norte. También llegan sustancias químicas por la Panamericana Sur, provenientes de los puertos de la Costa³⁵

Cartografía de las zonas expuestas a las amenazas ligadas al almacenamiento y al transporte de productos potencialmente peligrosos

A partir del análisis anterior sobre la localización de los combustibles y de los productos químicos potencialmente peligrosos, se intentó cartografiar las zonas expuestas del DMQ (mapa 3-13). El mapa representa todos los lugares de almacenamiento así como el trazado del oleoducto y de los poliductos³⁶. Con base en esos puntos y líneas se representaron zonas de nivel alto y moderado de peligro. Las distancias adoptadas en relación con esos puntos y líneas aparecen en el cuadro 3-5 y fueron determinadas en función de tres fuentes de información:

- las distancias que se vieron afectadas al producirse accidentes en diferentes países y los perímetros de protección establecidos alrededor de los establecimientos peligrosos³⁷;

Cuadro 3-5: Distancias consideradas para la elaboración del mapa de amenazas vinculadas a la presencia de combustibles

Nivel de peligro decreciente	Fuentes de amenazas			Impacto espacial	
	Almacenamiento de gas*	Almacenamiento de combustibles líquidos*	Empresas que almacenan productos químicos**	Radio alto nivel de peligro (m)	Radio nivel de peligros moderado a bajo (m)
Nivel 1	15.000 m ³ (Itulcachi)	No representado	No representado	500	1 500
Nivel 2	No representado	No representado	Empresas tipo 1	400	1 200
Nivel 3	800-3 500 m ³	80.000 m ³ (El Beaterio)	Empresas tipo 2	300	900
Nivel 4	50-100 m ³	5 000 m ³ (Itulcachi)	Empresas tipo 3	200	600
Nivel 5	15-50 m ³	50-120 m ³	Empresas tipo 4	100	300
Nivel 6	5-10 m ³	20-50 m ³	Empresas tipo 5	50	150

En lo que respecta a los ductos, la zona de alto peligro corresponde a una franja de 100 m de un lado y otro de las líneas y de 300 m en el caso de la zona de peligro moderado a bajo.

* No se consideraron los lugares de almacenamiento de menos de 5 m³ de gas y de menos de 20 m³ de combustibles líquidos

** Véanse los tipos de empresas en el cuadro 3-4

- el uso de la versión en *software* (Canotec Ergo V 2.5) de la Guía Norteamericana de Respuesta en Casos de Emergencia, versión 2000, que proporciona informaciones para operativos de emergencia durante la fase inicial de un incidente relacionado con materiales peligrosos y ofrece en particular una tabla de aislamiento inicial y distancias de acción protectora, distancias útiles para salvaguardar a la población en las áreas de derrame que involucran materiales peligrosos de diversos tipos;
- las conclusiones de entrevistas a expertos, en especial en la Fundación Natura

Este mapa, el primero del género realizado en Quito, presenta sin embargo limitaciones de las que el lector debe estar consciente. De manera general, a nivel mundial, la cartografía de la amenaza tecnológica tiene todavía muchas carencias, más incluso que la de las amenazas de origen natural. Existen aun muchos puntos de incertidumbre en cuanto a la reacción de los productos químicos y sus efectos espaciales en caso de accidente. Los mapas de amenazas pueden ser entonces más o menos afinados, basándose en criterios más o menos pertinentes, pero seguirán siendo aproximados. En el mapa aquí presentado, las distancias se basan en eventos acaecidos

en otros contextos, sin un verdadero análisis de los efectos posibles de los productos y de la asociación de los productos existentes en cada una de las empresas consideradas o en empresas geográficamente cercanas, capaces de generar fenómenos en cadena. Por otro lado, se estableció una diferenciación entre los combustibles líquidos y los gaseosos (G.L.P), considerando que los espacios potencialmente afectados por estos últimos son más extensos. Sin embargo, si bien un accidente que se produce en un establecimiento que almacena combustibles líquidos acarrea generalmente incendios relativamente confinados, es posible que ocurran igualmente explosiones al pasar el combustible líquido al estado de vapor (en ciertas condiciones meteorológicas, por ejemplo). En este caso, la zona de riesgo es más extensa. Finalmente, el mapa muestra una zona de riesgo circular alrededor de cada establecimiento potencialmente peligroso, lo que es una simplificación de la realidad. En efecto, las condiciones topográficas, meteorológicas, el sistema de flujo de las aguas, las características de la napa freática, las de la urbanización, pueden modificar sustancialmente el trazado de dichas zonas³⁸.

En ciertos casos el resultado ha podido ser sobrestimado, subestimado en otros, pues no se tuvo en

cuenta el contexto topográfico y meteorológico ni se elaboró un verdadero escenario en función de tipos particulares de accidentes. No obstante, la elaboración del mapa 3-13 se basó en la localización y la cuantificación de productos peligrosos y puede por tanto constituir una primera aproximación a la exposición a las amenazas vinculadas con los productos potencialmente peligrosos, debiéndose la completar en el futuro mediante estudios más a profundidad y mejor adaptados al contexto local.

Según los resultados obtenidos, más del 3% de la superficie del Distrito está expuesto a las amenazas ligadas a los productos peligrosos, y el 1% se ubica en una zona de alto nivel de peligro. En lo que atañe a la ciudad de Quito, cerca de un tercio está expuesto y más de un 5% se encuentra en una zona de alta exposición. Se trata pues principalmente de la ciudad y de los espacios urbanizados, en especial en el norte, los sectores industriales situados cerca del aeropuerto o al noreste en dirección de Pomasqui (Carcelén, Ponceano, Comité del Pueblo), y en el sur, a lo largo de la Panamericana y de los ductos. Fuera de la capital, el peligro está presente sobre todo a lo largo del oleoducto y del poliducto, en los sectores donde se localizan las plantas Inulcachi y AGIP-Ecuador y, de manera más puntual en parroquias como Pifo, Tababela o Calderón.

³⁸ En ciertos casos estas están representadas en forma oval a fin de tener en cuenta el desplazamiento de posibles nubes tóxicas en función de la dirección de los vientos dominantes, pero ello no permite resolver sino una parte de los problemas evocados

8. Síntesis de la exposición del DMQ a las amenazas

Después de haber analizado por separado los seis tipos de amenazas considerados en este estudio (volcánicas, sísmicas, geomorfológicas, hidroclimáticas, morfoclimáticas y ligadas a la presencia de productos potencialmente peligrosos), la idea es realizar una síntesis cartográfica de todo ello. El objetivo es caracterizar el espacio metropolitano según el número de amenazas a las que está expuesto, y proponer igualmente algunos ejemplos de asociaciones de amenazas que podrían interactuar, como la amenaza sísmica y la geomorfológica.

Metodología y limitaciones de los mapas de síntesis

Los resultados que diferencian el espacio metropolitano según el número de amenazas deben leerse con prudencia. En efecto, los mapas de base que permitieron elaborar los de síntesis no cubren el mismo espacio. Algunos representan todo el Distrito (amenazas volcánicas y ligadas a la presencia de productos peligrosos) o una parte más o menos extensa de él (amenazas sísmicas y geomorfológicas), otros no cubren sino Quito (amenazas hidroclimáticas y morfoclimáticas). Esta disparidad espacial de la información tiende mecánicamente a concentrar el mayor número de amenazas al interior de la ciudad de Quito y en su cercanía, en los lugares de los que se dispone de información sobre todos los tipos de amenazas. En cambio, en los espacios del Distrito

que aparecen como expuestos a un limitado número de amenazas (e incluso a ninguna), el grado de exposición está probablemente subestimado. En resumen, si bien la información de síntesis puede considerarse lo suficientemente completa para Quito, no es el caso tratándose de ciertas partes del Distrito para las cuales la información básica en materia de amenazas es muy parcial. Los mapas proporcionan entonces una síntesis de los conocimientos actuales en materia de amenazas en espacios para los cuales se han realizado los análisis correspondientes y su limitación está ligada al carácter aún no completo de la información³⁹.

Otras limitaciones importantes se deben señalar. En lo que respecta a los peligros, se escogieron los mapas considerados más confiables por la calidad de sus autores o de las instituciones que contribuyeron a su realización, pero claro está que esos mapas pueden ser completados, actualizados o mejorados. Las escalas utilizadas para la elaboración de los mapas de base son a veces diferentes, lo que incide en la

³⁹ Concretamente, muchas mallas pueden estar expuestas a más amenazas de las que indican los mapas. Es, por ejemplo, poco probable que los espacios representados en celeste no estén expuestos a ninguna de las 6 amenazas analizadas, sobre todo si se consideran los niveles moderados de peligro. Una malla que no presenta peligro puede en realidad estar sometida a uno o varios, pero los datos utilizables en la actualidad no permiten saberlo (o por lo menos no han sido comprobados científicamente).

precisión del diagnóstico sobre la exposición a las amenazas. Por otro lado, el hecho de reunir peligros que no tienen ni la misma probabilidad de ocurrencia, ni las mismas consecuencias potenciales, puede plantear problemas en la evaluación de los riesgos⁴⁰.

Teniendo en mente estas limitaciones, hay que tomar con precaución los resultados obtenidos. Los mapas de síntesis elaborados no permiten establecer un diagnóstico totalmente seguro y menos aún definitivo. Sin embargo, su objetivo es doble. En primer lugar se trata, gracias a las posibilidades que ofrece el SIG, de utilizar de la mejor manera la información disponible en un momento dado. En segundo término se pretende orientar la atención de quienes toman decisiones hacia lugares con una fuerte probabilidad de encontrarse en situación de exposición a los peligros, lo que permite, entre otras cosas, seleccionar espacios sobre los cuales se deben realizar estudios más finos, a mayor escala.

⁴⁰ La probabilidad de ocurrencia de un terremoto o de una erupción volcánica es menor que la de un accidente grave en un establecimiento que almacena productos peligrosos o que la de los aluviones, y estas son menores que las de inundaciones y deslizamientos de terreno. Por otro lado, como se ha visto, ciertos fenómenos de un mismo tipo no tienen la misma probabilidad de ocurrencia (por ejemplo, erupción del volcán Guagua Pichincha en relación con una del Puhuláhua, un simple deslizamiento de terreno en relación con un desmoronamiento masivo de una vertiente, etc.).

Considerando pues las limitaciones señaladas, los mapas 3-14 a 3-17 constituyen la síntesis de la exposición del DMQ. Fueron elaborados con base en los diferentes mapas de exposición a las amenazas presentados anteriormente. Para cada tipo de amenaza, se distinguieron sectores de alto nivel de peligro y sectores de alto y moderado nivel de peligro. En cuanto a las amenazas volcánicas, morfoclimáticas y las ligadas a la presencia de productos peligrosos, solo había un mapa disponible para cada una y se utilizaron directamente las informaciones de cada uno. En el caso de las amenazas sísmicas, geomorfológicas y climáticas, se emplearon dos o tres mapas y se desembocó en una síntesis cartográfica según el método presentado en el cuadro 3-6. A manera de ejemplo, el mapa 3-18 presenta el resultado de la síntesis cartográfica de la exposición a la amenaza geomorfológica. Las informaciones de los seis mapas de amenazas «alto nivel de peligro» y de los seis de amenazas «nivel alto y moderado de peligro» se superpusieron en el SIG y se transfirieron a las 28.887 mallas que cubren el Distrito. Así, los mapas 3-14 y 3-15 indican, para cada malla, el número de amenazas correspondiente a los niveles altos de peligro y los mapas 3-16 y 3-17 aquel que corresponde a los niveles alto y moderado de peligro.

Cuadro 3-6 - Documentos cartográficos y metodología utilizados para la realización de los mapas sintéticos de exposición a las amenazas

Amenazas	Referencias cartográficas	Escala de integración	Metodología de determinación de los niveles de amenaza	
			Alto nivel de amenaza	Nivel moderado y alto
Volcánicas	Peligros volcánicos potenciales de los volcanes Guagua Pichincha, Cotopaxi, Pululahua y Ninahuilca (IG-EPN) –véase el mapa 3-2 y la nota 11–	1 50 000	Se consideraron los sectores con más altos niveles de peligro	Se consideraron todos los sectores expuestos a la amenaza volcánica independientemente del nivel de peligro
Sísmicas	Microzonificación sísmica de los suelos del Distrito Metropolitano de Quito (EPN) –véase el mapa 3-3–	1 175 000	Se realizó una unión de las zonas S3 del mapa de la EPN con las zonas expuestas del mapa del AIQ	Se realizó una unión de las zonas S2 y S3 del mapa de la EPN con las zonas expuestas del mapa del AIQ
	Áreas potencialmente licuefactibles (<i>Atlas Infográfico de Quito</i> , 1992) –véase el mapa 3-3–	1 50 000		
Geomorfológicas	Resultados de las investigaciones de Pierre Peltre (IRD) sobre la frecuencia de los derrumbes y hundimientos en Quito (período 1900-1988) y la localización de los sectores afectados –véase el mapa 3-4–	1 20 000	Se realizó una intersección de los sectores de más alto nivel de peligro representados en los mapas 3-5 (susceptibilidad a los deslizamientos muy alta y alta) y 3-6 (sectores inestables y relativamente inestables) y con el resultado se realizó una unión con los sectores afectados más de una vez localizados en el mapa 3-4	Se realizó una unión de los sectores de más alto nivel de peligro representados en los mapas 3-5 (susceptibilidad a los deslizamientos muy alta y alta) y 3-6 (sectores inestables y relativamente inestables) y con el resultado se realizó una unión con los sectores ya afectados una vez en el pasado, localizados en el mapa 3-4
	Susceptibilidad a los deslizamientos en el área urbana de Quito (EPN, 1994) –véase el mapa 3-5–	1 50 000		
	Estabilidad geomorfológica del área metropolitana de Quito (<i>Atlas Infográfico de Quito</i> , 1992) –véase el mapa 3-6–	1 50 000		
Hidroclimáticas	Resultados de las investigaciones de Pierre Peltre (IRD) sobre la frecuencia de las inundaciones en Quito (período 1900-1988) y la localización de los sectores afectados –véase el mapa 3-8–	1 20 000	Se realizó una intersección de las zonas representadas en los tres mapas, expuestas a inundaciones. Se trata pues de zonas expuestas comunes a los tres mapas	Se realizó una unión de las zonas representadas en los tres mapas, expuestas a inundaciones. Se trata pues del conjunto de zonas expuestas representadas en los tres mapas
	Inundaciones en Quito por problemas de colectores (EMAAP, 2000) –véase el mapa 3-9–	1 20 000		
	Áreas inundables en Quito (<i>Atlas Infográfico de Quito</i> , 1992)	1 50 000		
Neofractimáticas	Resultados de las investigaciones de Pierre Peltre (IRD) sobre la frecuencia de los aluviones en Quito (período 1900-1988) y la localización de los sectores afectados –véase el mapa 3-10–	1 20 000	Se consideraron los sectores afectados más de una vez	Se consideraron todos los sectores ya afectados en el pasado
Tecnológicas	Sectores del DMQ expuestos a amenazas relacionadas con la presencia de productos peligrosos –véase el mapa 3-13–	1 50 000	Se consideraron los sectores con alto grado de amenaza	Se consideraron los sectores con niveles altos y moderados de amenaza

Cuadro 3-7: Repartición de las mallas que cubren el Distrito según el número y el tipo de amenazas

Alto nivel de peligro		Nivel de peligro alto a moderado	
Número de mallas concernidas	%	Número de mallas concernidas	%

Número de amenazas

6	0	0	23	0,08
5	3	0,01	78	0,27
4	9	0,03	178	0,62
3	61	0,21	1 435	4,97
2	669	2,32	7.218	24,99
1	6.001	20,77	9 182	31,79
al menos una	6 743	23,34	18 114	62,71
ninguna	22.144	76,66	10 773	37,29
Total	28 887	100	28.887	100

Tipo de amenazas

Amenaza volcánica	5 062	17,52	7.280	25,2
Amenaza sísmica	1 105	3,83	4.030	13,95
Amenaza geomorfológica	906	3,14	16 269	56,32
Amenaza hidroclimática	44	0,15	330	1,14
Amenaza morfoclimática	41	0,14	142	0,49
Almacenamiento de productos químicos	415	1,44	1 112	3,85

9. Interpretación de los mapas de síntesis

Una alta vulnerabilidad del espacio metropolitano

Según los mapas de síntesis, en más del 23% de las mallas existe al menos una amenaza con un alto nivel de peligro y en cerca del 63% al menos una amenaza con un nivel de peligro elevado y moderado (cuadro 3-7). El cuadro indica igualmente que numerosas mallas se caracterizan por la exposición a varias amenazas. Así, 23 mallas corresponden a espacios expuestos a todas las amenazas consideradas en este estudio (nivel de peligro elevado y moderado). Por otro lado, en superficie, el espacio metropolitano está sobre todo expuesto a la amenaza geomorfológica en el nivel de peligro elevado y moderado y a la amenaza volcánica en el nivel de peligro elevado.

Los mapas de síntesis indican que el espacio metropolitano presenta globalmente una fuerte vulnerabilidad vinculada a la exposición a las amenazas y que esta forma de vulnerabilidad caracteriza particularmente a la ciudad de Quito. En esta y en el caso del nivel elevado de peligro, son en particular los sectores situados al oeste del aeropuerto los expuestos a numerosas amenazas (parroquias La Concepción y Cochapamba) así como los sectores del centro histórico y cercanos a él (en especial San Juan y La Libertad). En el nivel de peligro elevado y moderado se destacan igualmente esos sectores pero al mismo tiempo otros donde los 6 tipos de amenazas están

representados frecuentemente, principalmente el territorio correspondiente a la parroquia Belisario Quevedo al oeste de la Mariscal Sucre. Fuera de la capital, son sobre todo las parroquias Alangasí, Conocoto, Lloa, Calacalí, Pomasqui y San Antonio las que están expuestas a numerosas amenazas.

Asociación de amenazas

Como se vio, el espacio metropolitano puede subdividirse en subespacios caracterizados por una cantidad más o menos elevada de amenazas a las que están expuestos. Gracias a las posibilidades que ofrece el SIG, es posible conocer la diversidad de tales amenazas y apreciar la manera en que estas pueden asociarse. Algunas asociaciones son particularmente relevantes en la hipótesis de amenazas que se producen al mismo tiempo (un terremoto e inundaciones, por ejemplo), pero de manera general, las combinaciones más pertinentes son las que pueden acarrear efectos en cadena como por ejemplo deslizamientos de terreno durante o después de un sismo.

En el caso del DMQ, son numerosas las posibilidades de combinación dado el número de amenazas que pesan sobre él (véase el cuadro 3-8). Fuera de los espacios expuestos a una amenaza o a ninguna, 28 asociaciones son posibles si se restringe el análisis al nivel alto de peligro, 43 en el nivel de peligro alto y moderado. Algunas de ellas cubren grandes espacios como las amenazas volcánicas y geomorfológicas o las amenazas sísmicas y geomorfológicas (17 v 6% del espacio respectivamente en la configuración alto

Cuadro 3-8: Asociaciones de amenazas que afectan al DMQ y repartición por mallas
(número de mallas consideradas: 5 y más)

Alto nivel de peligro			Nivel de peligro alto y moderado		
Asociaciones	número de mallas	%	Asociaciones	número de mallas	%
Ninguna	22.144	76,657	Ninguna	10.773	37,294
V	4.520	15,647	G	7.771	26,901
G	712	2,465	VG	4.869	16,855
S	519	1,797	SG	1.726	5,975
VS	371	1,284	VSG	924	3,199
P	245	0,848	V	886	3,067
SP	78	0,270	S	405	1,402
VG	65	0,225	GP	282	0,976
SG	48	0,166	SGP	255	0,883
VP	46	0,159	VS	218	0,755
GI	28	0,097	P	116	0,402
VSG	20	0,069	SP	107	0,37
SI	17	0,059	VGP	106	0,367
VSP	8	0,028	SGI	45	0,156
VSA	7	0,024	VSP	43	0,149
SA	7	0,024	SGIP	42	0,145
GA	5	0,017	VSGP	40	0,138
I	5	0,017	VSGIA	32	0,111
			VSGI	32	0,111
			VSGIP	26	0,09
			VSGIAP	23	0,08
			SGIA	17	0,059
			VSGA	16	0,055
			GIP	15	0,052
			VSIP	14	0,048
			SIP	14	0,048
			VSI	13	0,045
			SGIAP	11	0,038
			GI	9	0,031
			VSIAP	6	0,021
			VGIA	6	0,021
			SGA	6	0,021
			VGI	5	0,017

V. Amenaza volcánica

S. Amenaza sísmica

G. Amenaza geomorfológica

I. Amenaza por inundaciones

A. Amenaza por aluviones

P. Amenaza por presencia de productos peligrosos

y moderado nivel de peligro). Otras asociaciones son más complejas como la conjunción de amenazas sísmicas, geomorfológicas y presencia de productos peligrosos (cerca del 1% del espacio metropolitano en la configuración alto y moderado nivel de peligro). Teóricamente, todas las asociaciones pueden ser objeto de cartografía. Sin embargo, para que sea legible, el mapa fue simplificado agrupando las asociaciones menos frecuentes (mapa 3-19). Si bien la gran cantidad de asociaciones apenas se prestan a la cartografía, es posible interrogar al SIG y obtener la información relativa a la presencia de las amenazas, malla por malla, en especial cuando el objetivo del utilizador es establecer un diagnóstico de un sector restringido del Distrito

Las asociaciones de amenazas de 2 en 2 son más apropiadas para la cartografía y el interés es tanto mayor cuanto que si las amenazas se combinan responden a una lógica de cadena de efectos. Es el caso de las 3 configuraciones que se tomaron como ejemplo.

El mapa 3-20 muestra la localización de la presencia conjunta de la amenaza sísmica y de la amenaza geomorfológica⁴¹. Es útil identificar los espacios expuestos a estos dos tipos de amenazas en la medida en que la primera provoca muy a menudo el desencadenamiento de la segunda. Se observará que esta asociación concierne importantes espacios al interior de la ciudad de Quito y en su cercanía. Es particularmente el caso de la vertiente que separa a la capital de los valles orientales (parroquias de Amaguaña, Conocoto, Cumbayá y Nayón), de una

gran parte del piedemonte del volcán Pichincha y de vastos espacios de las parroquias El Condado, Carcelén, Calderón, Pomasqui, San Antonio de Pichincha, Calacalí y Nono.

La amenaza sísmica puede interactuar con los establecimientos que almacenan productos peligrosos y los ductos, acarreando incendios, explosiones, derrames, etc., que se suman a los efectos del sismo. El mapa 3-21 indica los lugares donde son más probables las interacciones entre amenazas sísmicas y productos peligrosos. Se trata sobre todo de la parte meridional de la ciudad de Quito así como de los valles orientales (Conocoto, Alangasí), a lo largo del oleoducto y del poliducto. En el norte, son principalmente los sectores situados al sur y al este del aeropuerto, así como algunas parroquias como Belisario Quevedo y Carcelén

Los lugares de almacenamiento de productos peligrosos pueden también interactuar con las inundaciones, lo que puede acarrear corto-circuitos, explosiones o contaminación. El mapa 3-22 representa los espacios donde estos fenómenos son más probables. Estos se sitúan en la ciudad de Quito y cubren cerca

⁴¹ Este mapa fue elaborado a partir de los límites reales que figuran en los mapas de zonificación de las amenazas sísmicas y geomorfológicas y no con base en una información trasladada a mallas como en los mapas anteriores. El mismo método se utilizó para los dos mapas siguientes.

de 1.000 ha, es decir aproximadamente el 5% de la superficie. Conciernen una parte de las parroquias Belisario Quevedo y San Juan, varios barrios situados al sur del centro histórico, así como sectores ubicados al sur y sureste del aeropuerto

Conclusión

La primera conclusión de este capítulo radica en el hecho de que el Distrito está, en su conjunto, ampliamente expuesto a los seis tipos de amenazas considerados en este estudio. Como lo indican los diferentes mapas, por tipo de amenaza o de síntesis, el espacio metropolitano no se ve sin embargo afectado de manera uniforme. Algunos lugares están cuantitativamente más expuestos (mayor número de amenazas, mayor probabilidad de ocurrencia, mayores intensidades previsibles), otros presentan asociaciones de amenazas particularmente peligrosas. Los resultados obtenidos, interesantes por sí solos, no adquirirán un verdadero sentido sino cuando sean cruzados con los lugares donde se ubican los elementos esenciales del funcionamiento del Distrito. Es el objetivo de la síntesis de esta primera parte (capítulo 4), donde los lugares esenciales del DMQ serán relacionados con la vulnerabilidad espacial caracterizada por la exposición a las amenazas y por la accesibilidad de los espacios, a fin de poner en evidencia la vulnerabilidad territorial del DMQ. Además, en la continuación de esta obra, el estudio de la vulnerabilidad de algunos elementos esenciales del DMQ considera la presencia

simultánea en el espacio de los elementos esenciales y de las amenazas, siendo la exposición a estas una de las formas de vulnerabilidad analizadas.

La segunda conclusión se refiere a las limitaciones del presente estudio. Estas, que atañen a la vez a los datos de base y al método empleado, han sido subrayadas a todo lo largo de este capítulo. No retomaremos el asunto sino para decir que el utilizador de los documentos aquí presentados debe tener plena conciencia de ellas. El objetivo de este estudio es, ante todo, explotar de la mejor manera posible las informaciones disponibles en un momento dado, sabiendo que estas son perfectibles, y proporcionar a las autoridades una posibilidad de enfocar y optimizar las políticas de prevención de riesgos. Ciertos espacios puestos en evidencia por el número o el tipo de amenazas merecen estudios más finos. En otros casos, en especial fuera de la ciudad de Quito, la información en materia de amenazas es muy parcial y hasta inexistente y por tanto es preciso emprender todo un proceso de investigación. La heterogeneidad de la información de base (cobertura espacial desigual, escalas de estudio variables, métodos diferentes de evaluación de las amenazas y de los espacios expuestos, etc.) a la que intentamos dar soluciones, al menos parciales, constituye una limitación para una aproximación global de los riesgos al interior del Distrito. Hay pues que desplegar un esfuerzo de coordinación y de armonización de la investigación y del manejo de la información en materia de amenazas.