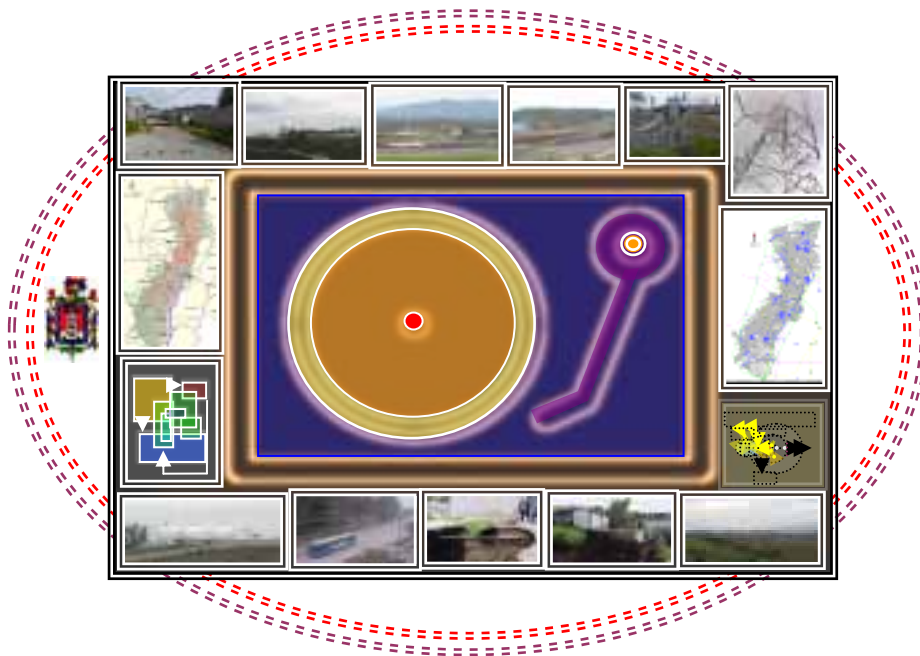


Jairo ESTACIO

**Risques technologiques liés au stockage et au transport de combustibles  
dans le District Métropolitain de Quito**



**Mémoire de DEA : Structures et dynamiques spatiales**  
Réalisé sous la direction de Robert D'ERCOLE

**Membres du Jury :**

Robert D'Ercole  
Jacques Donze  
Jean Jacques Delannoy

Maître de conférences à l'Université de Savoie  
Professeur à l'Université de Lyon III  
Professeur à l'Université de Savoie

**Juin 2004**

À ma mère, à l'épouse et aux enfants  
A mon peuple en désastre  
À Popper qui m'arrachait de temps en temps de la routine  
A tous ceux qui habitent dans les zones à risque  
Aux survivants de Toulouse  
À ceux qui risquent Aux humanistes  
À moi -même

## REMERCIEMENTS

Je remercie tout particulièrement l'ensemble des personnes qui ont rendu possible mes études en France, les personnes qui m'ont aidé avec des informations depuis l'Equateur, et tout spécialement:

**Robert D'Ercole**, Maître de Conférences à l'Université de Savoie, en accueil à l'IRD

**Jacques Donze**, Professeur à l'Université Lyon III

**Patrick Pigeon**, Maître de Conférences à l'Université de Savoie

**Alexis Sierra**, Chercheur associé à l'UR 029 de l'IRD

**Florent Demoraes**, Docteur en Géographie à l'Université de Savoie

**Paulina Guerrero**, Responsable Zonal de l'Environnement AZC - MDMQ

**Diego Vallejo**, Gérant adjoint de la Fondation « Natura »

**Nury Bermudez**, Responsable de l'Unité SIIM-DMTV

**Lorena Vinuesa**, Directeur de la DMSC-DMTV

**Gloria Roldán**: Responsable de la bibliothèque de la Defensa Civil

**Rosa Yanez**: Responsable des transports PE CO Pétrole et combustibles Petroecuador

**Washington Salazar**: Gérant de Aga SA Compagnie de Gaz

**César Subía**: Responsable de la sécurité industrielle de El Beaterio

**Iván Pavón** : Responsable de l'information sur la prévention des crises au SIAT

Un merci à toute ma famille équatorienne pour son appui depuis Quito, la famille franco latine de Chambéry, Avignon et Grenoble qui m'a toujours ouvert les portes de son coeur: Juan, Rolando, Frederic, Estef, Ciri, Yoann, Bárbara, Fred et Julliete, Florent, Seb, Ane, Hervey, Antony..... le groupe « Azalia Snail » pour leur aide durant mon séjour en France. "A ces gentilles personnes venues de Russie", Katiushka et Masha pour leur aide dans la traduction en français, leur nourriture et la petite vodka du soir.

## RESUME

Les établissements humains requièrent la mise en place d'infrastructures, de biens, de produits et de services afin d'assurer leur bien-être et leur développement. La recherche de ce bien être et de ce développement a contribué, depuis l'ère industrielle, à l'apparition du risque technologique qui s'est concrétisé durant les XIXe et XXe siècles par de graves accidents industriels qui ont sérieusement affecté les villes et, de manière générale, les centres peuplés. Le risque et les accidents ont progressivement conduit à réfléchir sur les conditions de la localisation industrielle, sur la formation et l'évolution du risque technologique, sur la vulnérabilité des établissements humains concernés.

De nombreux accidents technologiques survenus dans le monde sont en relation avec l'**approvisionnement, le stockage** et le **transport des combustibles**, avec l'apparition de technologies de plus en plus complexes et ceci, dans un contexte de gestion difficile des dangers engendrés. Les risques, leur définition, la formation de nouveaux **espaces à risque, les vulnérabilités** sont ainsi devenus des thèmes de recherche importants mais les solutions à mettre en œuvre sont loin d'être évidentes. Il ne suffit pas de disposer de diagnostics scientifiques clairs sur la problématique des risques technologiques (qu'ils soient **potentiels** -avec peu de statistiques concernant les accidents-, ou **avérés** -avec de nombreuses statistiques-). Il est aussi nécessaire de tenir compte du contexte sociopolitique et de rechercher des solutions dans le cadre d'une **gestion intégrale des risques technologiques**. Ce type de gestion doit notamment considérer les limites et les **incertitudes** de la connaissance scientifique ainsi que l'intervention de tous les acteurs impliqués. La **science « post-normale »** (intégrée) et le **principe de précaution** constituent des supports théoriques et méthodologiques qui laissent envisager des solutions dans le cadre d'un développement durable des cités.

Dans ce contexte, ce mémoire de DEA aborde le thème du risque technologique lié au stockage et au transport des combustibles à l'intérieur du **District Métropolitain de Quito (Equateur)**, mettant l'accent sur leur localisation, leur organisation systémique, les accidents fréquents et les dangers concernant l'espace urbain, les priorités en matière de recherche ainsi que les possibilités de gestion pour réduire les risques. Cette analyse souligne la nécessité d'améliorer la qualité de l'information utile aux chercheurs et de développer des méthodologies de cartographie des zones à risques répondant aux besoins des gestionnaires urbains.

**Mots-clés:** risques technologiques, scénarios d'accidents, dangers, localisation industrielle, vulnérabilité, approvisionnement en combustibles, transport de combustibles, espaces à risque technologique, risques avérés, risques potentiels, systèmes, zones à risque, gestion intégrale des risques technologiques, principe de précaution, incertitudes, science « post-normale », District Métropolitain de Quito (DMQ), Equateur.

## Resumen

Los asentamientos humanos demandan la implementación de infraestructuras, bienes, productos y servicios a favor de su bienestar y desarrollo; éste último en la “era industrial”, constituyó el eje del apareamiento de los **riesgos tecnológicos** y en el siglo XX marcó la época de los grandes **escenarios de accidentes** industriales que afectaron sustancialmente a ciudades y centros poblados. Justamente a partir de los efectos del riesgo y los accidentes provocados, nace el interés de vislumbrar la **localización de las instalaciones** o elementos que lo provocan, su rol en la formación de nuevos peligros y la **vulnerabilidad** de los conglomerados humanos frente a ellos.

Muchos accidentes tecnológicos ocurridos en el mundo han tenido relación con el **abastecimiento y transporte de combustibles** y con el apareamiento de tecnologías, cada vez más complejas y de difícil manejo en cuanto a los **peligros** generados. Este mismo aspecto ha hecho que la investigación de los riesgos, su definición y formación de nuevos **espacios de riesgo**; sean una tarea de constante estudio y de difícil conclusión. Por otra parte, no basta a nivel científico, tener claros diagnósticos sobre la problemática de riesgos tecnológicos, (sean estos **potenciales** -con poco conocimiento estadístico sobre sus accidentes-, o **revelados** -con amplio conocimiento estadístico sobre ellos-), sino que es necesario en un ámbito sociopolítico, buscar soluciones dentro de una **gestión integral de riesgos tecnológicos**. En ella se consideran los límites e **incertidumbres** del conocimiento científico y la intervención de todos los actores involucrados. La **ciencia pos normal** y el **principio de precaución** constituyen aportes teórico-metodológicos que guían la solución en el marco del desarrollo sustentable de las ciudades.

Considerando estos antecedentes, la presente memoria de DEA ha abordado el tema de los riesgos tecnológicos ligados al abastecimiento y transporte de combustibles en el **DMQ Ecuador**, la importancia de su ubicación, sus **sistemas**, peligros frecuentes en espacios urbanos, prioridades de investigación y posibles vías de gestión para evitarlos; aspectos que relacionados indican la necesidad de mejorar la calidad de la información, así como buscar metodologías apropiadas para la conformación de cartografía de **zonas de riesgo**; elementos útiles para los entes de decisión política de la ciudad.

**Palabras claves:** riesgos tecnológicos, escenarios de accidentes, peligros, localización de instalaciones, vulnerabilidad, abastecimiento combustibles, transporte de combustibles, espacios de riesgo, riesgos revelados, riesgos potenciales, zonas de riesgo, gestión integral de riesgos tecnológicos, principio de precaución, incertidumbres, ciencia pos normal, sistemas, DMQ, Ecuador.

## SUMMARY

Human settlements demand the provision of infrastructure, goods, products and services for their benefit and well being. In the “industrial era” these aspects became the axis of the surge of **technological risks**, and in the 20<sup>th</sup> century they have been the cause of big industrial **accidents scenarios** that have affected cities and populated centers. Due to these risk and the accidents that have occurred, an interest has arisen in determining **the industrial location** of provoking elements, their role in the formation of new **dangers**, and the **vulnerability** of human conglomerates.

Many of the technological accidents that have occurred in the world have been related to the **provision and transport of fuels** and the appearance of new technologies, ever more complex, and the **dangers** that they create, which are more difficult to control. These aspects have stimulated the performance of research about **spaces of risks**. This is an area of constant study and difficult conclusion. On the other hand, it is just not enough to have a scientific diagnosis of technological risks (be these **potential** –with little statistical knowledge about accidents- or **revealed** –with ample statistical knowledge about them); it is socially and politically necessary to find solutions by the **integral management of technological risks**. This approach takes into consideration the limitations and **uncertainties** of scientific knowledge and the intervention of all the aspects involved. The **post normal science** and the **precaution principle** constitute theoretical and methodological contributions leading towards their solution within the sustainable development of cities.

Considering these aspects, this DEA thesis has approached the topic of technological risks attached to the provision and transport of fuels in the **DMQ, Ecuador**, the location of their installations, their **systems**, the ever present urban dangers, research priorities and possible management schemes to avoid accidents. These aspects show the need of improving the quality of the information as well as the need of finding methods adapted to the cartography of the risk zones.

**KEY WORDS:** Technological risks, accident scenarios, dangers, industrial location, vulnerability, fuel provision, fuel transportation, spaces of risks, revealed risks, risk zones, integral management of technological risks, precaution principle, incertitude, post normal science, systems, DMQ (Quito’s Metropolitan District), Ecuador.

## SOMMAIRE

<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>PREMIERE PARTIE.....</b>	<b>5</b>
<b><i>Réflexions théoriques sur le problème des risques technologiques.....</i></b>	<b>5</b>
<b>Comment comprendre les risques technologiques? .....</b>	<b>6</b>
Critères scientifico-techniques.....	6
Définitions conceptuelles.....	6
Types d'accidents technologiques communs occasionnés par des installations de combustibles. ....	9
<b>Le risque technologique lié aux espaces urbains.....</b>	<b>10</b>
Vision historique et spatiale.....	10
L'évolution technologique au cours du siècle dernier.....	11
Différences de dangers technologiques entre pays développés et pays sous-développés ....	12
La localisation des installations industrielles en milieu urbain.....	14
Caractère de danger des installations.....	15
Les effets en chaîne des dangers .....	16
Le transport des combustibles : une source mobile de danger .....	17
<b>Le risque technologique et sa gestion intégrale .....</b>	<b>18</b>
Les concepts et les incertitudes pour affronter les risques technologiques.....	18
Gouvernabilité et principe de précaution.....	18
La science Post-Normale et les solutions urbaines aux risques technologiques.....	19
Critères de base de la science post-normale et principe de précaution .....	20
Etablissement de moyens juridiques pour une gestion intégrale adéquate des risques.....	21
<b>DEUXIEME PARTIE .....</b>	<b>22</b>
<b><i>Les risques technologiques liés aux combustibles dans le District Métropolitain de Quito (Equateur): types, conséquences, gestion intégrale. ....</i></b>	<b>22</b>
<b>Introduction aux risques technologiques en Equateur .....</b>	<b>23</b>
<b>Espaces à risques d'origine naturelle et leurs relations avec les risques technologiques .....</b>	<b>26</b>
<b>Evidence des principaux risques avérés et potentiels liés aux éléments technologiques importants.....</b>	<b>30</b>
<b>L'approvisionnement et le transport des combustibles dans le DMQ : un type de risque technologique.....</b>	<b>34</b>
Fonctionnement des systèmes liés aux combustibles dans le DMQ.....	35
Système réel: Structure et dynamique d'approvisionnement des combustibles dans le DMQ .....	35
Flux des éléments liés au transport .....	37
Hiérarchie des installations de combustibles .....	38
Système simulé: Risques potentiels des importantes installations de combustibles .....	42
Accidents importants lié aux combustibles.....	42
Les zones de danger des lieux de stockage des combustibles dans le DMQ .....	44
Relation des installations dangereuses avec la structure urbaine du DMQ.....	46
Cas spécifique: Localisation du centre d'embouteillage CONGAS et son influence sur la zone urbaine et sur les réseaux techniques des services (électricité et eau potable) ..	49
Conséquences et alternatives sur l'approvisionnement de possibles dégâts du réseau électrique.....	52
Comment améliorer la cartographie des risques technologiques liés aux combustibles ? .....	56

Système simulé : Gestion des risques technologiques liés aux combustibles dans le DMQ .....	60
Modèle de gestion intégrale .....	60
Acteurs d'intervention.....	61
Limitations politiques et scientifiques.....	62
Notion de risque acceptable .....	62
<b>CONCLUSIONS GENERALES.....</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>64</b>
<b>SITES WEB.....</b>	<b>76</b>
<b>LOGICIELS UTILISÉS.....</b>	<b>77</b>
<b>SIGLAS.....</b>	<b>78</b>
<b>Liste des Schémas.....</b>	<b>79</b>
<b>Liste des Tableaux .....</b>	<b>80</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>81</b>
Coordonnées des personnes et des organismes.....	81
Base théorique des concepts et de la localisation des dangers technologiques.....	83
<i>Annexe 1: Courbe en Baignoire .....</i>	<i>83</i>
<i>Annexe 2: Scénarios des accidents d'hydrocarbures .....</i>	<i>84</i>
<i>Annexe 3: Localisation des accidents majeurs des bateaux-citernes du pétrole .....</i>	<i>85</i>
<i>Annexe 4: La logique radioconcentrique des risques urbains .....</i>	<i>85</i>
Gestion des risques technologiques .....	86
<i>Annexe 5 : Caractéristiques à tenir compte au cours de la construction d'un dialogue et d'une coopération.....</i>	<i>86</i>
Les risques Technologies en Equateur et DMQ et des apports pour la cartographie.....	86
<i>Annexe 6 : Profil du pipeline à travers du territoire équatorien .....</i>	<i>86</i>
<i>Annexe 7: Distances de dangers relatives au pôle chimique de Toulouse Sud de INERIS..</i>	<i>87</i>
<i>Annexe 8: Analyse globale de la vulnérabilité des éléments principaux du système électrique.....</i>	<i>88</i>
<i>Annexe 9 : Application de quelques méthodes pour l'identification des dangers industriels.....</i>	<i>89</i>
<i>Annexe 10: Distances permises pour la localisation des stations de services dans le DMQ.....</i>	<i>90</i>
<i>Annexe 11: Distances minimales pour localisation des centres de distribution de GPL.....</i>	<i>90</i>
<i>Annexe 12: Distances minimales aux points de transfert de gaz GPL.....</i>	<i>90</i>
<i>Annexe 13: Ordonnance municipale du déplacement des équipements de GPL .....</i>	<i>91</i>

## Introduction

« La paradoxe est que l'homme contrôle la nature  
par le moyen d'une technique qu'il ne contrôle pas »  
B. Séve

Cette étude s'insère dans la problématique d'analyse et de gestion des risques développée conjointement par la MDMQ (Municipalité du District Métropolitain de Quito) et l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement) dans le cadre du programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito ». Alors que la plupart des recherches développées à ce jour dans le district de Quito concernent les risques d'origine naturelle, l'étude proposée s'attache à considérer d'autres types de risques : les risques anthropiques et technologiques et plus particulièrement les risques liés au stockage et au transport de combustibles à l'intérieur du DMQ.

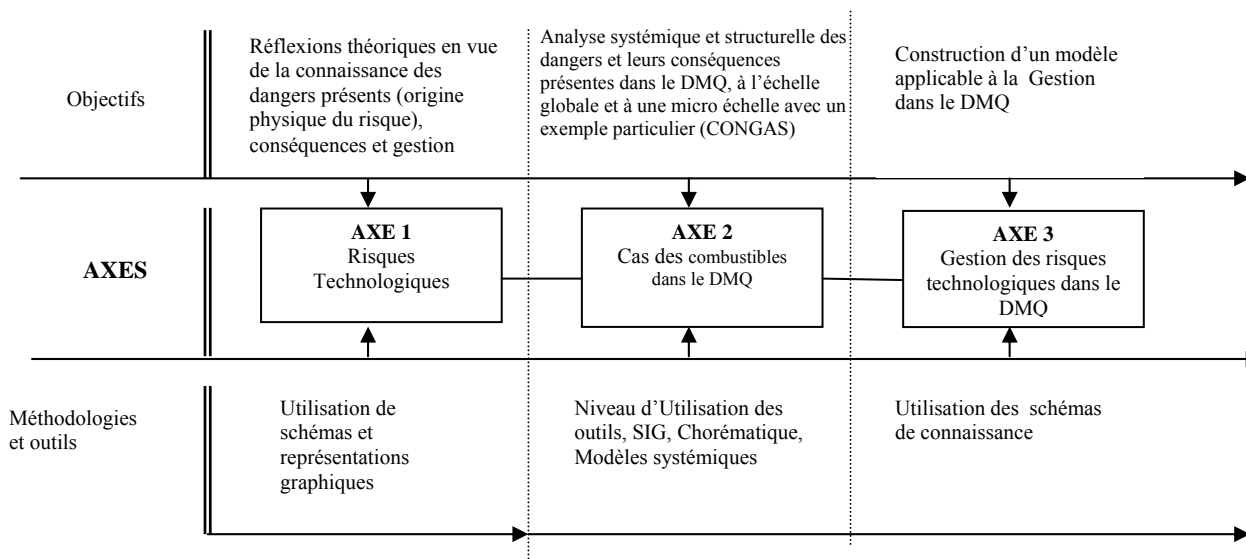
La Réglementation de l'Usage du Sol du MDMQ (unique instrument régulateur des activités et implantations urbaines), ne mentionne aucun critère relatif à l'emplacement des installations qui génèrent le risque technologique ainsi que les règles spécifiques applicables à son contrôle; ce qui démontre le peu d'intérêt affiché jusqu'à présent par le gouvernement local. Depuis quelques années, cependant, les études sur les risques technologiques intégrant des considérations géographiques et des orientations en matière d'équilibre entre l'usage du territoire et les pratiques technologiques qui y sont développées (celles-ci étant liées au processus d'industrialisation et à la recherche de la compétitivité), prennent de l'importance dans la mesure où elles commencent à être considérées comme des instruments utiles pour les prises de décision. La présente étude s'intègre dans ce contexte et repose sur deux constats :

- ⊗ La présence d'installations de stockage de combustibles qui constituent des dangers considérables (par exemple des explosions, des incendies, de la pollution et de la toxicité) pour l'espace urbain du DMQ, et qui peuvent affecter de nombreuses infrastructures et d'activités.
- ⊗ Le peu de gestion et d'intervention dans les espaces urbains vulnérables de la part des autorités locales et des acteurs impliqués.

Ces constats rendent nécessaire la recherche de nouvelles manières de comprendre les dangers technologiques, les scénarios d'accidents qui en découlent, ainsi que leurs conséquences sur les espaces urbanisés. Dans cette optique, la présente étude suivra la logique de recherche représentée dans le schéma qui suit. L'axe 1 constitue le support conceptuel de l'étude. L'axe 2 est le cœur de l'étude. Il démontre l'importance de la recherche liée aux dangers générés par le stockage et le transport des combustibles dans le DMQ. On se basera, pour cela, sur l'expérience passée d'événements de type technologique (à l'échelle locale et nationale) et sur la nécessité de considérer cette expérience comme partie intégrante de la planification et de la gestion urbaine du DMQ. L'axe 3 prendra en compte la *science post-normale* et le *principe de précaution* pour élaborer un modèle appliqué au DMQ. Il s'agit de réfléchir en termes de développement durable de la cité, afin de développer une gestion correcte des risques, compte tenu des limites des faiblesses institutionnelles actuellement observables.



## Schéma : les trois axes de la recherche proposée



Sur le plan méthodologique, l'utilisation de la systémique sera importante dans les axes 2 et 3 car elle permettra de différencier le fonctionnement «normal» ou «réel» de l'approvisionnement et du stockage de combustibles dans le DMQ de situations «abstraites ou simulées», s'appuyant sur des zones de danger potentiel. Par exemple, dans le cas d'une éventuelle explosion du centre d'embouteillage GLP CONGAS, l'approche systémique aide à répondre aux questions suivantes : quelles seraient les répercussions d'un tel événement sur des éléments essentiels du fonctionnement du DMQ tel son réseau électrique ? Quels seraient les zones ou les secteurs susceptibles d'être affectés par cette catastrophe ? Une dernière considération pour laquelle la systémique est utile concerne l'espace «souhaité» pour l'emplacement des combustibles, dans le cadre d'une gestion préventive du risque technologique.

L'étude présentée ici utilise des outils comme les Systèmes d'Information Géographique (SIG), qui permettent non seulement de développer une cartographie pertinente mais aussi de rechercher de nouvelles méthodes pour représenter spatialement les risques technologiques. De la même manière, la chorématique et la schématisation permettent de visualiser le problème depuis la structure urbaine et ses processus de territorialisation.

Il convient enfin de considérer que cette étude est seulement le début d'une réflexion susceptible d'ouvrir la porte à de futures recherches sur les risques technologiques, leurs scénarios d'accident, leurs conséquences urbaines et de permettre l'amélioration de la cartographie des risques; autant d'éléments qui sont d'une grande importance au moment de prendre des décisions politiques.

## **PREMIERE PARTIE**

### **Réflexions théoriques sur le problème des risques technologiques**

Cette partie a comme objectif d'analyser les critères conceptuels concernant les risques technologiques et leurs scénarios d'accident suivant une approche scientifique et technique. Sont également analysés les critères de localisation des industries dans les espaces urbains, les dangers engendrés par celles-ci, en tenant compte des différences de développement entre pays industrialisés et pays en développement. Enfin, on essayera avec un regard sociopolitique de donner des pistes pour une gestion intégrale des risques technologiques compte tenu des limites et conflits existants.

## Comment comprendre les risques technologiques?

### Critères scientifico-techniques.

Parallèlement aux bénéfices que génèrent les activités industrielles dans la vie des citoyens, elles occasionnent aussi des dangers liés aux modes de production, aux produits chimiques utilisés et à leur transport. Ces dangers sont à l'origine des *risques technologiques* et la recherche dont ils font l'objet constitue un apport scientifique qui améliore progressivement les critères techniques de prévention des désastres. Cette amélioration est sujette au même développement scientifico-technique des installations industrielles, c'est à dire qu'elle dépend des modifications et des ajustements permanents de la nouvelle ère technologique au cours de laquelle l'apparition d'outils et d'équipements de travail innovateurs et complexes permet la formation de risques nouveaux. Pour cela, la conception de nouvelles dynamiques de danger et les espaces de risques technologiques tendent à changer avec le temps, ce qui fournit un support constant de recherche. Le tableau 1 illustre une partie des critères scientifico-techniques concernant les risques technologiques.

Tableau 1: Caractéristiques des risques technologiques au niveau mondial

Caractéristiques principales	Observations
<i>La nouveauté</i>	L'étude du risque, sa gestion, et l'utilisation d'outils techniques sont récents, ce qui fait que quelques incertitudes persistent encore. En dépit de cela, il est vital de considérer danger de l'industrie et ses conséquences sur l'espace géographique.
<i>La gestion</i>	Le risque zéro n'existe pas en tant que tel, sinon comme la notion de l'acceptable, c'est-à-dire un degré techniquement tolérable et maniable. Pour atteindre cette acceptabilité il est nécessaire de prendre en compte dans la gestion du risque non seulement ses dangers divers, ses normes et ses réglementations pour les minimiser, mais aussi des méthodes complémentaires pour élaborer la cartographie appropriée des espaces impliqués. Il est important de mentionner qu'un désastre est le meilleur indicateur de risque <sup>1</sup> , car à partir de lui on peut élaborer des politiques actuelles de prévention pour sa gestion et sa réduction, et pour l'amélioration de la sécurité industrielle.
<i>L'expérience</i>	L'accident de la fabrique Hoffman – La Roche à Seveso (Italie), dans l'agglomération périurbaine de Milan, en 1976, fut provoqué par la suppression d'un réacteur et la rupture d'une valve, provoquant une masse de gaz de dioxine (considéré comme un produit chimique mortel) qui a envahi toute la fabrique. Sur la quantité de morts il n'y a aucune certitude (bien que le nombre de personnes affectées atteignit 35 000), de même que l'on méconnaît les possibles dégâts génétiques. Cette catastrophe (qui a marqué la Communauté Européenne) a permis la formation de la fameuse <i>Directive de Seveso</i> et la formulation de la loi de 1984, à partir de laquelle est né le critère du risque technologique où se classifie comme risque majeur ce qui est lié au stockage et à la production des produits chimiques et pétroliers. Avant, en France, il n'existait seulement que des mécanismes de régulation à travers des réglementations urbaines très générales.

Source: D'après Olivier Godard, Claude Henry, 2002

Mise en place: Jairo Estacio

### Définitions conceptuelles

Le *risque* dans le contexte urbain et technique se définit comme une éventualité ou une probabilité de danger (Chaline, Dubois 1994) qui porterait atteinte à l'intégrité et aux intérêts urbains. Actuellement, ce concept reçoit une connotation importante dans les définitions législatives de sécurité.

Cette définition générale considère le risque comme le résultat de l'interaction entre un aléa et une vulnérabilité. Mais quand on parle d'un risque de type *technologique* la définition change en

<sup>1</sup> D'après Omar Dario Cardona dans son livre « les risques ne sont pas naturels », page 57.

considérant le *danger* et non l'*aléa* comme l'élément d'interaction. Quand on parle de ce type de risque, au contraire de ceux ayant une origine naturelle, l'aléa est un phénomène ou une situation éventuelle qui peut générer un danger pour les personnes, les biens ou les moyens de production<sup>2</sup>, et il est éventuellement imprévisible. En revanche, le danger technologique n'est pas lié à l'éventuel ou l'aléatoire, il est de fait lié à des erreurs et des faiblesses humaines et techniques dans les industries<sup>3</sup>; c'est à dire que la source de ces dangers est la vulnérabilité du fonctionnement normal d'un système industriel, caractérisé par différents facteurs comme par exemple: la vieillissement d'un élément et son conséquent mauvais fonctionnement (voir la courbe en baignoire *Annexe 1*). En allant dans ce sens, le risque technologique est le produit d'un danger et d'une vulnérabilité dans un espace géographique.

Il existe d'autres points de vue pour comprendre les risques technologiques. Par exemple les industriels mesurent les risques seulement à l'intérieur de l'industrie ou dans ses processus, dans une dimension de *probabilité* (risques proprement dits) et de *conséquence* (production et pertes économiques) (Alain Leroy, et Jean-Pierre Signoret, 1992). La probabilité et la conséquence sont abordées parallèlement à partir des notions de *sécurité industrielle* et de *production des installations*.

La *sécurité industrielle* essaye dans la mesure du possible de maintenir dans les installations une probabilité minimale d'accidents et d'éviter des conséquences majeures ; c'est-à-dire de diminuer le danger ou le dégât potentiel généré par un processus industriel, sans mettre en valeur les pertes économiques inhérentes à une situation postérieure au désastre. En revanche, le processus lié à *la production des installations* met faiblement en valeur la sécurité du processus industriel pour se concentre plutôt sur la probabilité d'occurrence des événements et leurs conséquences, diminuant les possibles pertes économiques de la production.

D'autre part, il existe des notions de risque en dehors de l'industrie, c'est-à-dire un point de vue géographique où s'associent le concept de vulnérabilité et ses facteurs. La vulnérabilité comprise en tant que niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène sur les enjeux (selon le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement) ou comme une susceptibilité de dégât, est une variable importante à considérer dans l'étude de la formation des risques. Dans ce contexte, on parle de risque quand au moment de l'événement il existe des installations, des biens ou une collectivité exposés, alors que dans le cas contraire il s'agit seulement de dangers technologiques.

D'autres définitions du risque reçoivent de l'importance en étant associées à la probabilité d'occurrence, sa gravité, sa cause ou ses dégâts, comme il est expliqué dans le tableau suivant :

---

<sup>2</sup> D'après D'Ercole R. et Pigeon P. dans « La géographie des risques dits naturels entre géographie fondamentale et géographie appliquée » dans les Cahiers Savoisiens de Géographie, page 30.

<sup>3</sup> D'après Donze J. dans « Les risques » sous la direction d'Yvette Veyret, page 133.

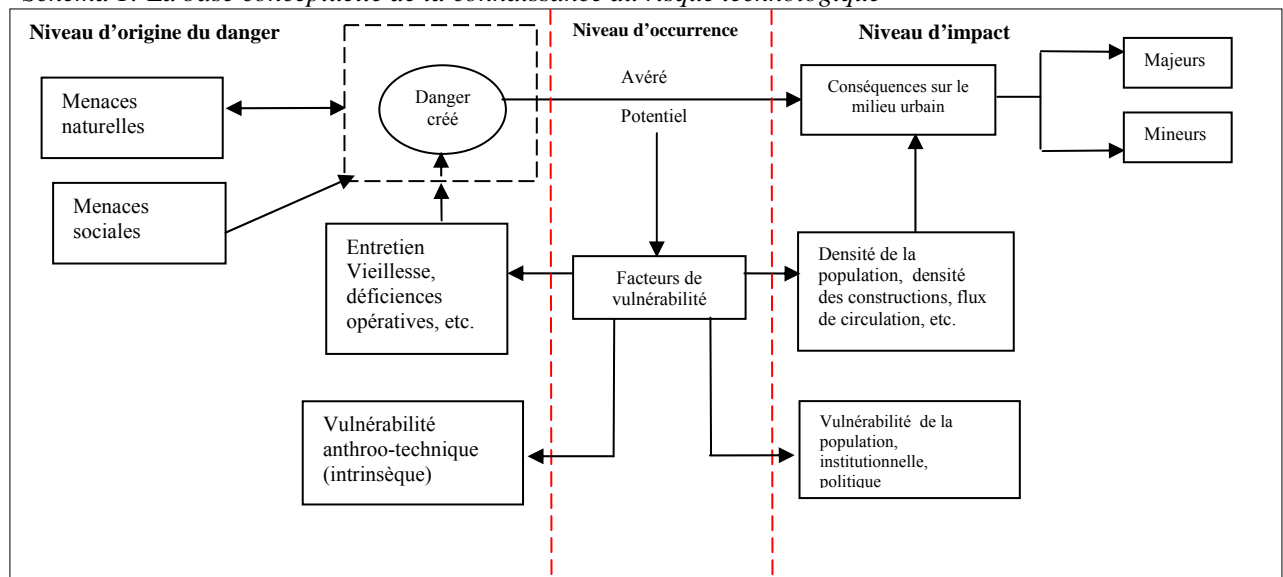
Tableau 2: Niveaux de définitions du risque technologique

L'OCCURRENCE (probabilité)	LA GRAVITE	LES CAUSES OU LES ORIGINES
<b>Risque avéré:</b> Il est fourni par l'expérience et la connaissance statistique sur le fait qu'un événement puisse être déclenché. C'est-à-dire qu'il est défini par des probabilités objectives*	<b>Risque Majeur:</b> Un événement hors du commun, lié au mauvais fonctionnement d'un système technique et dont les conséquences ont une répercussion exceptionnelle, non délimitable à l'intérieur de l'espace et du temps, pouvant affecter la collectivité dans son ensemble et déstabiliser les pouvoirs locaux**	<b>Vulnérabilité anthropo-technique:</b> Elle est donnée par des niveaux de faiblesse et de déficience du fonctionnement technique à l'intérieur d'une industrie qui peuvent déclencher des dangers technologiques****
<b>Risque potentiel:</b> Il est défini par le manque de probabilités objectives, mais présente l'évidence d'un danger qui peut être déclenché*	<b>Risque mineur:</b> un événement lié au mauvais fonctionnement technique et dont la répercussion spatiale se localise ponctuellement ; il peut affecter une bonne partie de la collectivité mais sans considérations temporelles majeures***	<b>Risque socio-technique:</b> Il est défini par l'exposition d'installations industrielles à des agents externes de risque social. Sont inclus les attentats, les actes terroristes et les actes de délinquance contre des installations et des lieux de stockage****
		<b>Risque technico-naturelle:</b> Il est défini par l'exposition d'installation à des menaces naturelles, par exemple des installations exposées à des glissements de terrain, des séismes ou des lahars volcaniques ; il se réfère aussi à des installations ayant une vulnérabilité intrinsèque qui, du fait d'être en relation avec une menace naturelle, peut aggraver le risque (dans le cas de fortes pluies avec un système d'égout techniquement inadapté, le résultat est une inondation)****

Source: \* Olivier Godard, Claude Henry, 2002; \*\* Zimmerman, 1994; \*\*\* Claire Hiegel, 2003; \*\*\*\*Cardona Omar, 1993.  
Mise en place: Jairo Estacio.

La Schéma 1 illustre le critère conceptuel selon l'interprétation définie dans le tableau précédent:

Schéma 1: La base conceptuelle de la connaissance du risque technologique



Mise en place: Jairo Estacio (2004)

Ce schème permet d'observer que l'origine du risque technologique d'une installation dangereuse est provoquée par des événements externes ou exogènes (naturels ou sociaux) ou par des événements internes ou endogènes (déficiences des composants). Le danger détermine un type de conséquence (majeur ou mineur) qui dépend du degré de vulnérabilité déterminé par le nombre d'habitants, leur dynamique et leurs activités, et par les concentrations de biens et d'installations urbaines.

### **Types d'accidents technologiques communs occasionnés par des installations de combustibles.**

Dans cette étude on réfléchira sur les scénarios en tant que produit d'expériences d'accidents technologiques survenus dans les espaces peuplés et urbains. Les accidents peuvent être de 2 types, selon leur magnitude :

1. Moins forts et contrôlables dans leur impact, comme dans le cas des incendies.
2. Eventuels, de grande ampleur et difficile à contrôler, comme les explosions et les effets toxiques.

Les causes peuvent être le produit d'erreurs humaines dans l'opération de machineries, ou des défauts des systèmes techniques<sup>4</sup>. A partir de ces erreurs les installations présentent différents phénomènes physiques qui peuvent déclencher de graves dangers. Entre les plus courants se trouvent :

**Emission ou fuite** : fait référence à l'échappement d'une substance gazeuse ou liquide d'un système de stockage ou d'un réseau de conduction. La fuite change les concentrations du matériel qui s'est échappé<sup>5</sup>.

**Dispersion** : Est liée à la forme et à la densité du dépôt occasionné par une fuite ou un déversement accidentel (voir *Annexe 2*). Elles peuvent être d'origine globale avec la rupture d'un réservoir de stockage, ou d'origine ponctuelle avec la rupture d'un oléoduc<sup>6</sup>. La dispersion peut être instantanée, dans le cas d'une explosion d'un réservoir, ou bien continue comme dans le cas de l'évaporation de la nappe de combustibles répandus sur une superficie.

De plus, il existe des agents environnementaux qui peuvent aggraver les événements, comme par exemple: *les conditions météorologiques* (environnement humide ou sec dans lequel peut agir le phénomène), *la vitesse du vent* (de sa force et de son intensité dépend la magnitude des explosions, des incendies et des dispersions toxiques) et *la stabilisation atmosphérique* (qui augmente ou réduit les mouvements verticaux, les degrés de densité de l'air et la température).

---

<sup>4</sup> Un accident attribué à une faute humaine s'est produit dans le cas de Tchernobyl (Ukraine, 1986), où une série de manipulations intempestives et des erreurs de manoeuvre ont produit l'explosion du réacteur de graphite, avec la conséquente massive dispersion de radioéléments, occasionnant la mort d'environ 40 000 personnes.

<sup>5</sup> Un cas de fuite s'est produit en novembre 2002, dans le centre d'embouteillage Caribe, en République Dominicaine, où s'est produit la fuite de gaz propane d'un réservoir de 120 000 litres, occasionnant un nuage volatil dont la conséquence fut une explosion et un incendie qui ont affecté plusieurs personnes. Ce fut le troisième accident survenu en l'espace de peu de temps.

<sup>6</sup> Un accident par dispersion s'est produit en 1989 dans un des systèmes d'oléoducs de Piper Alpha, en mer du nord, provoquant une explosion et l'incendie de toute l'installation, et entraînant la mort de 167 personnes.

Le tableau 3 montre quelques exemples d'accidents occasionnés par des erreurs ou un mauvais fonctionnement des systèmes, lesquels peuvent être empêchés ou réduits avec une maintenance adéquate.

Tableau 3 : Accidents et scénarios provoqués par des installations de matériel dangereux

Accidents	Types de produits	Scénario	Exemples survenus
Incendies	Liquides inflammables	Feu de grande ampleur BOIL OVER : boule de feu et projection de produits inflammables. Une partie de la masse d'hydrocarbures liquides contenus dans un récipient s'est répandue par la vaporisation brutale de l'eau ; le résultat fut un incendie qui a duré environ 6 heures.	Juin 1974. Accident Flixborough, à 240 Km au nord de Londres. La rupture accidentelle d'une tuyauterie, dans une fabrique chimique de nylon, provoqua un nuage chimique qui s'est enflammé. La chaleur et le feu ont affecté 2 450 habitations et ont entraîné la mort de 28 personnes. Le nombre de morts est dû au fait que l'accident est survenu un week-end.
Effets toxiques	Gaz toxiques	La perte totale et instantanée du produit contenu. La rupture instantanée d'une grande canalisation en phase liquide, durant son rendement maximal.	1984. Bhopal, Inde. La rupture d'une vanne a produit un fluide d'isocyanate de méthyle, un produit à haute toxicité qui s'est propagé aux populations alentours et a entraîné la mort de 2 660 personnes. Cela fut considéré comme le majeur accident de l'histoire (Lapierre et Moro, 2001)
Explosions	Gaz combustibles liquéfiés GLP	BLEVE: Explosion de gaz inflammable liquéfié en ébullition. Cela se présente comme une masse qui s'enflamme ou brûle en compagnie d'explosions. Phénomène commun dans les grandes installations de combustibles (GLP). UVCE (Unconfined vapor cloud explosions) : explosion d'un nuage de gaz suivi de la rupture d'une canalisation en phase liquide.	1980. Ortuella, Espagne. Une explosion suite à la fuite de gaz propane a entraîné la mort de 51 personnes et de nombreux blessés. Avril 1986, Philippines. Une explosion de produits volatils a entraîné la mort de 11 personnes et en a blessé huit. Novembre 1984. San Juan Ixhuatepec, Mexique. La rupture d'une canalisation a libéré un nuage de gaz qui s'est enflammé, générant une série d'explosions qui a atteint un proche dépôt de GLP, lequel a explosé et a produit une contamination avec ses dépôts. L'accident a provoqué la mort d'au moins 452 personnes.
	Liquides inflammables	Explosion de la phase gazeuse de cuves à toit fixe	1992. Guadalajara, México, Le gaz d'un collecteur d'eaux usées qui apparemment contenaient des eaux industrielles résiduelles d'une fabrique de pétrole, a produit une explosion qui a tué 175 personnes et affecté des demeures situées à 8 Km à la ronde.
	Explosives	Importante explosion produite par la réaction en chaîne de produits volatils présents.	

Source: Ministère de l'Environnement, Service de l'Environnement Industriel 2004 (SEI), après E Zimmermann, Alain Leroy et Jean-Pierre Signoret)

Mise en place: Jairo Estacio

## Le risque technologique lié aux espaces urbains

### Vision historique et spatiale

Une des situations qui a aggravé l'apparition des espaces à risques technologiques fut la croissance démesurée des villes<sup>7</sup>. Avec cette croissance la demande de services et de biens est chaque fois plus importante, ce qui entraîne l'augmentation du nombre d'industries et d'installations de services.

<sup>7</sup> Entre 1950 et la fin du siècle, le pourcentage de la population urbaine au niveau mondial est passé de 29% à 51%, et dans certaines zones déterminées la croissance a été spectaculaire, arrivant à tripler comme dans le cas du Nigeria, de la Chine, de l'Indonésie, de la Nouvelle Guinée et de l'Ouganda. Mais même dans des pays ayant d'anciens taux d'urbanisation élevés, le gigantisme de certaines villes a atteint des limites extraordinaires : New York et Mexico City ont atteint 20 millions d'habitants dans leur zone urbaine ; Sao Paulo et

La croissance des villes et l'apparition d'industries définissent la période de l'industrialisation des villes comme un phénomène nettement urbain (Garcia Calvo F, 2001). Les industries intercalées dans la trame urbaine augmentent les espaces à risque et les accidents. Seulement durant la période 1970 – 1975 on a enregistré trois accidents par an au niveau mondial, un chiffre qui ne cesse d'augmenter puisqu'on enregistre à présent environ 7 accidents (reportés et avec des conséquences importantes) (Hiegel, 2003). Cependant, il existe une différence significative concernant l'occurrence de ces accidents dans le contexte mondial puisque dans les pays développés les politiques de déplacement des industries ont été efficaces, tendant à diminuer le nombre d'accidents, alors que dans les pays en voie de développement ce nombre tend à augmenter du fait d'un manque de politiques et actions applicables.

### **L'évolution technologique au cours du siècle dernier**

La révolution industrielle marque l'époque du développement industriel, mais aussi le développement de nouveaux risques. Par exemple, durant la période 1910 – 1960, le pétrole est apparu comme source d'énergie pour le fonctionnement de machineries, et l'industrie chimique organique a augmenté. A partir des années 60 a commencé le développement nucléaire et informatique (Hiegel, 2003).

L'apparition de risques industriels liés à des installations fixes dangereuses depuis les années 1970 jusqu'à nos jours, a multiplié par 10 la production chimique et la taille des installations de production dans le monde, alors que la vente de gaz domestique se multipliait par 30, et la production industrielle ainsi que la consommation d'énergie par 4. Tout ceci a produit une augmentation du nombre d'accidents au niveau mondial (comme il est montré dans le tableau 3). Ainsi, durant la période 1940 – 1970 le chiffre est passé de 3 à 4 accidents graves, entre 1970 et 1975 ce chiffre a atteint 15 accidents, et depuis, les accidents sont au nombre de 30. C'est pour cela que le 20<sup>e</sup> siècle est considéré comme le siècle des graves accidents industriels, des explosions et de la pollution environnementale.

En ce qui concerne les risques technologiques liés au transport de produits dangereux, à partir des années 70 ils ont atteint le chiffre de 5 par an au niveau mondial<sup>8</sup>. Mais l'accident du transport de combustibles par voies n'est pas le seul, puisqu'à partir des années 30 de nouvelles formes technologiques de transport se sont développées, comme les oléoducs et postérieurement les gazoducs qui n'échappent pas non plus aux accidents<sup>9</sup>.

---

Shanghai s'approchent rapidement de ce chiffre ; et d'autres villes comme Le Caire, Tokyo, Istanbul, Paris, Manille ou Los Angeles oscillent autour de 10 millions.

<sup>8</sup> Un cas de ce genre s'est produit en 1973 à St Amand-les-eaux (France) lorsqu'un semi-remorque qui contenait 20 tonnes de propane (sous forme gazeuse et de gouttelettes), est rentré en collision avec un tracteur au moment où il dépassait un cycliste ; le gaz liquéfié se déversa, provoquant un brouillard qui enveloppa la route. La citerne éclata et s'éparilla dans un rayon de 450 m, provoquant la mort de 9 personnes, 45 blessés, et 15 maisons et 9 voitures détruites.

<sup>9</sup> Comme par exemple à Chelyabinsk (Russie, 1989), quand un gazoduc transportant un mélange de propane et de butane fut l'objet d'une fuite; le gazoduc passant à proximité de la ligne de chemin de fer transsibérien, une explosion se produisit au moment où deux trains se croisaient; le bilan fut de 645 morts. Le gazoduc avait peut-être été endommagé plusieurs années auparavant par un excavateur sans que l'incident ne soit signalé.



## Différences de dangers technologiques entre pays développés et pays sous-développés

A l'échelle mondiale les dangers et les accidents se concentrent plus sur les pays du Sud et de l'Est. Cependant, il existe des accidents ponctuels localisés aux Etats Unis et en Europe Occidentale (mais moins nombreux et moins mortels). Les accidents se doivent aux causes suivantes:

**Le type de produits utilisés, les technologies et les mécanismes d'opération:** une de ces technologies est liée aux activités de production maintenues pendant un temps prolongé. Par exemple, une importante activité minière destinée à la recherche de formes d'énergie et le manque de sécurité adéquate ont été à l'origine de nombreuses catastrophes technologiques dans les pays en développement, avec un nombre plus élevé que dans les pays développés<sup>10</sup>.

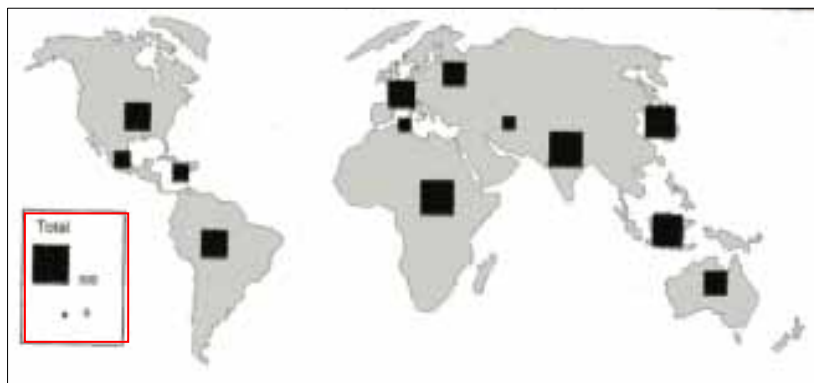
D'autre part, l'utilisation de produits chimiques volatils a provoqué des accidents plus mortels et plus nombreux dans les pays en voie de développement et particulièrement dans les pays de l'Est<sup>11</sup>.

Une technologie introduite dans les pays développés à partir de la seconde guerre mondiale a généré des énergies alternatives, de grands équipements hydrauliques et de grandes installations nucléaires (au risque très élevé) qui sont la cause de nouveaux et ponctuels scénarios d'accidents. Simultanément, en Amérique Latine et au Moyen Orient, la production pétrolière a obtenu un caractère transcendantal sur l'économie des pays, mais a aussi généré des accidents comme celui de Cubatao au Brésil (1984)<sup>12</sup>.

De même, divers sont les accidents liés au mécanisme de transport de matériel dangereux, comme celui survenu sur l'Exxon Valdez (1989)<sup>13</sup>. Le transport de matériel dangereux par voie terrestre provoque le plus grand nombre d'accidents dans les pays en développement.

La Schéma 2 illustre les majeures concentrations d'accident au niveau mondial.

Schéma 2 : La répartition des catastrophes technologiques par domaine



Source: CRED et Dauphiné André 2003.

<sup>10</sup> Cela fut le cas avec une mine de charbon en Ukraine où une explosion de méthane entraîna la mort de 60 personnes qui travaillaient dans la mine.

<sup>11</sup> Par exemple les grands accidents chimiques en Inde (Bhopal) et en Ukraine (Tchernobyl).

<sup>12</sup> Cet accident s'est produit à la suite d'un imprévu technique et d'un manque de maintenance dans les installations qui provoquèrent l'explosion d'un oléoduc qui a entraîné la mort de 500 morts.

<sup>13</sup> De mauvaises manœuvres sur l'embarcation ont provoqué l'écoulement de 25 000 barils de pétrole sur les côtes de l'Alaska ; il n'y eut aucune victime mais de grandes répercussions écologiques qui ont même freiné la réalisation de nouveaux projets pétroliers dans la région.

**Accords entre pays développés et pays en développement :** Beaucoup d'unités de production ayant un processus technologique élevé, dans les pays développés, tendent à se déplacer vers les pays en développement car les conditions concernant leur installation administrative et légale sont moins contraignantes dans ces derniers; plusieurs d'entre elles sont localisées depuis plusieurs années en Asie et en Afrique. Un autre point important réside dans le déplacement de résidus dangereux vers ces pays, par l'intermédiaire d'une « négociation » d'espaces pour leur disposition qui constitue un risque pour les pays qui les reçoivent.

**Réglementations et politiques de prévention appliquées à la Gestion de ces risques:** Dans les pays développés la « vulnérabilité est moindre grâce à d'incessants progrès en ce qui concerne la prévention et la vigilance » (Dauphiné, 2003). C'est pourquoi les politiques et les actions de contrôle en accord avec des réglementations spécifiques ont été les éléments clés pour exiger une sécurité industrielle dans les pays développés ; en revanche, dans les pays en développement les actions sont limitées, les réglementations et les politiques n'ont pas la priorité gouvernementale car il n'existe pas de spécialistes qui les exécutent, et encore pire, elles ne figurent pas à l'intérieur des plans de planification et d'ordonnance territoriale. Il n'existe pas non plus d'études adéquates en ce qui concerne les impacts et les dangers présents dans les installations industrielles, et s'il y en a elles n'ont pas été diffusées (bien sûr, la majorité des pays en voie de développement n'ont pas subi d'accidents technologiques graves, à l'exception de l'Inde et du Mexique).

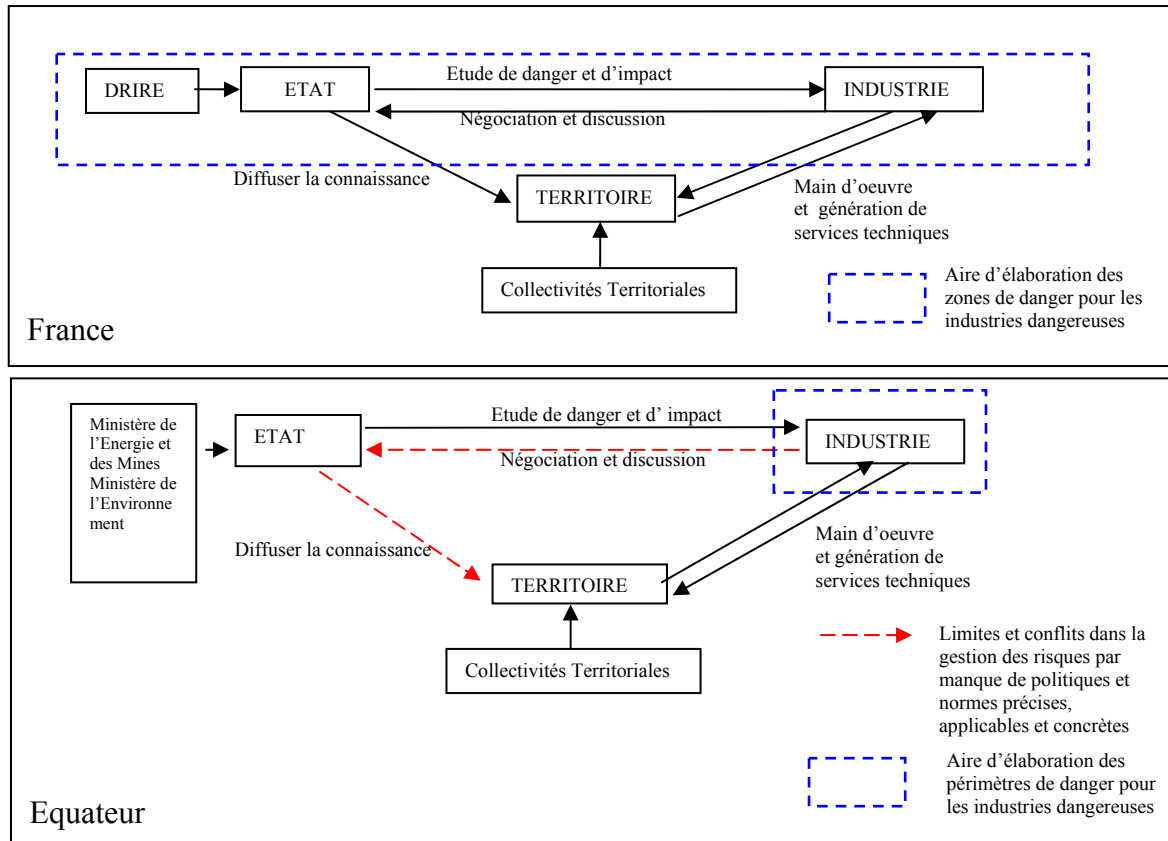
Il se passe le contraire dans les pays développés, comme par exemple en France où l'applicabilité des normes de la part du ministère de l'Environnement et de la DRIRE (Direction Régionale de l'industrie, de la recherche et de l'Environnement) sur les installations dangereuses, exige le respect des études sur l'impact et les dangers de leurs installations, lesquelles sont analysées par des techniciens du même organisme qui informeront ensuite la population concernée. Les politiques de sécurité établies par l'intermédiaire des acteurs politiques et des compagnies d'assurance mêmes sont plus importantes dans les pays développés, où s'est formé une « culture de la sécurité à tous niveaux » (sécurité du logement, du transport, de l'emploi, etc.). En revanche, dans les pays en développement cette culture ne s'est pas imposée et n'est pas du tout appliquée aux différents niveaux (*Annexe 4*)<sup>14</sup>.

Le schéma 3 montre les différences de conception du risque en prenant comme exemple un pays développé et un pays en voie de développement (France et Equateur respectivement).

---

<sup>14</sup> Bien que ce ne soit pas un accident de type industriel un exemple qui illustre ce concept fut l'accident survenu à Quito, en Equateur, en 2001, lorsqu'un incendie survenu dans le Congrès National a mis en évidence les déficiences de sécurité concernant un bâtiment qui est non seulement patrimonial, législatif et gouvernemental, mais aussi à forte sécurité physique.

Schéma 3: Les dynamiques de gestion des risques technologiques en France et en Equateur



Source: DRIRE, Fondation « Natura » 2003  
Mise en place: Jairo Estacio (2004)

### La localisation des installations industrielles en milieu urbain

La localisation industrielle est considérée à l'intérieur d'une relation *espace - installations* (Bernadette, Merenne- Schoumaker, 2002) et peut être de trois types:

- ❑ Forte concentration d'industries dangereuses dans un espace déterminé.
- ❑ Importante circulation de produits dangereux et inflammables (qui ont déjà causé des accidents et des explosions) le long d'axes urbains.
- ❑ Une industrie dangereuse à proximité de réseaux de services ou d'équipements pourrait compromettre le fonctionnement normal de la cité.

La localisation des industries dans un ou plusieurs sites n'obéit pas à des actes fixes et durables dans le temps, mais obéit plutôt à des changements provoqués par des intérêts particuliers et surtout politiques. Pour maintenir ou déplacer les installations industrielles et les routes des combustibles il faut prendre en compte trois processus importants :

**L'exurbanisation** des installations et du transport, qui se rapporte au transfert de toutes les activités situées dans des espaces urbains vers des espaces périphériques tels que des zones et des parcs

industriels. Dans ce cas c'est tout l'appareil industriel qui est déplacé vers des zones à moindre risque, même si quelques fois les fonctions administratives restent à l'intérieur de la cité.

**La décentralisation** des installations, qui cherche à transférer les activités industrielles depuis des métropoles plus ou moins congestionnées jusqu'à des régions périphériques ou en crise. Ce changement est partial puisque l'axe et le siège principal du moteur principal restent encore dans les cités ; c'est-à-dire que l'établissement appelé « nucleus » ou cellule industrielle est considéré comme un lieu de convergence ou de divergence des flux ou comme un centre de travail. Il regroupe différentes activités allant de l'opération, la maintenance et le stockage jusqu'à l'origine et la destination du transport.

Tous ces processus de localisation industrielle ne sont pas isolés dans l'espace puisque le développement de la cité et la croissance de sa population dépassent les attentes concernant les espaces souhaités ou interdits pour leur emplacement. Ce phénomène s'inscrit dans une relation croissance urbaine – industrie.

Un autre phénomène important est la **localisation des espaces dangereux** ou à forte concentration de combustibles à l'intérieur du tissu urbain. Sans aucun doute le danger est ponctuel et dépend de la distance entre les installations et leur relation avec les lieux de concentration urbaine. Un autre type de morphologie urbaine est définie par la localisation plus ou moins continue d'installations dangereuses, alignées le long d'axes principaux de communication.

### **Caractère de danger des installations**

L'étude du danger des installations est définie par la relation *installations – espace* où sont pris en compte les impacts et les relations qui peuvent se créer au niveau local et régional.

Pour cela il est nécessaire d'identifier le niveau de danger des *installations industrielles*, selon le type de matériel stocké, en plus du type de processus (quelques fois peu évident) de leurs activités, leurs fonctions, leurs opérations de production, leur administration et leur relation avec les espaces « *exurbanisés* » ou *décentralisés*.

Un autre aspect à considérer est la *hiérarchisation des établissements industriels*, qui selon le DRIRE (France) se réfère au degré de danger (*peu dangereux* et *hautement dangereux*) déterminé par la quantité et la nature des produits de traitement industriel dans les installations.

Un dernier aspect sont les *possibles réactions et combinaisons de combustibles* avec d'autres éléments : il est important de noter qu'un danger associé à des explosions, BOIL OVER, BLEVE, peuvent s'aggraver si celles-ci se combinent ou réagissent avec d'autres éléments aux caractéristiques similaires, que ce soit dans un entourage immédiat ou dans les mêmes espaces de localisation que les installations.

En revanche, les flux provenant des transports de combustibles et de matériaux dérivés des hydrocarbures (qui impliquent des volumes considérables) sont à l'origine d'une gamme diverse d'accidents, pas en des lieux ponctuels mais dans divers points de l'agglomération urbaine (qui sont les points de départ, d'arrivée et de transit), ainsi que le long des axes de circulation.

Le long des canalisations transportant des combustibles et des dérivés (gazoducs, pipelines, oléoducs) le danger est déterminé en fonction de la disposition spatiale des installations et de l'infrastructure, c'est-à-dire si les canalisations sont à l'air libre ou enterrées.

Une fois identifiés les types d'installations et leurs activités, les dangers peuvent s'analyser suivant leur incidence sur la population et sur le système urbain.

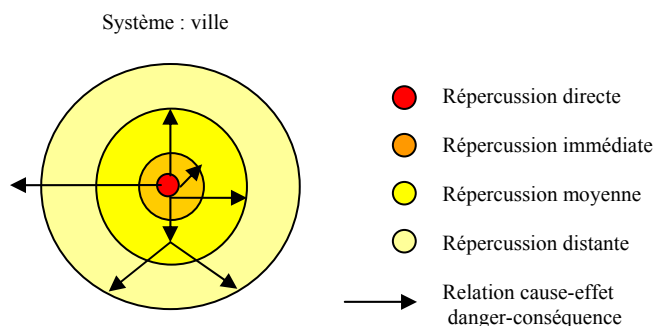
Dans ce sens, l'incidence des événements sur la vie humaine et le milieu urbain est sujette à des facteurs de vulnérabilité liés à la concentration populationnelle et à la quantité d'infrastructures urbaines dans des lieux de danger et le long d'axes routiers de circulation.

### Les effets en chaîne des dangers

Plus une société progresse techniquement plus il est lui difficile de contrôler les risques provoqués sur les agglomérations urbaines. La gamme diverse d'accidents réside dans la multiplicité des relations entre les installations de produits combustibles, leurs flux et les caractéristiques économiques et logistiques du territoire urbain impliqué. L'impact qui s'ensuit dépend de :

**L'interdépendance entre les sous-systèmes urbains:** La ville est un système urbano-relationnel, où un danger ou un problème présent dans l'une de ses parties est assimilé par l'ensemble. De cette manière, après une grave perturbation locale on observe une interdépendance des sous-systèmes qui composent la ville et des répercussions matérielles, économiques et sociales sur son ensemble ; c'est-à-dire qu'un accident physique ponctuel survenu dans un secteur de la ville peut entraîner des commotions qui seront senties d'une manière intégrale<sup>15</sup>. Dans le schéma 4 se trouve schématisé le type de répercussions sur la ville, les impacts les plus importants étant dans l'entourage immédiat du scénario de l'accident ou de l'événement, alors que les plus faibles s'en trouvent éloignés. .

Schéma 4: Dynamiques et conséquences de dangers dans le système:ville

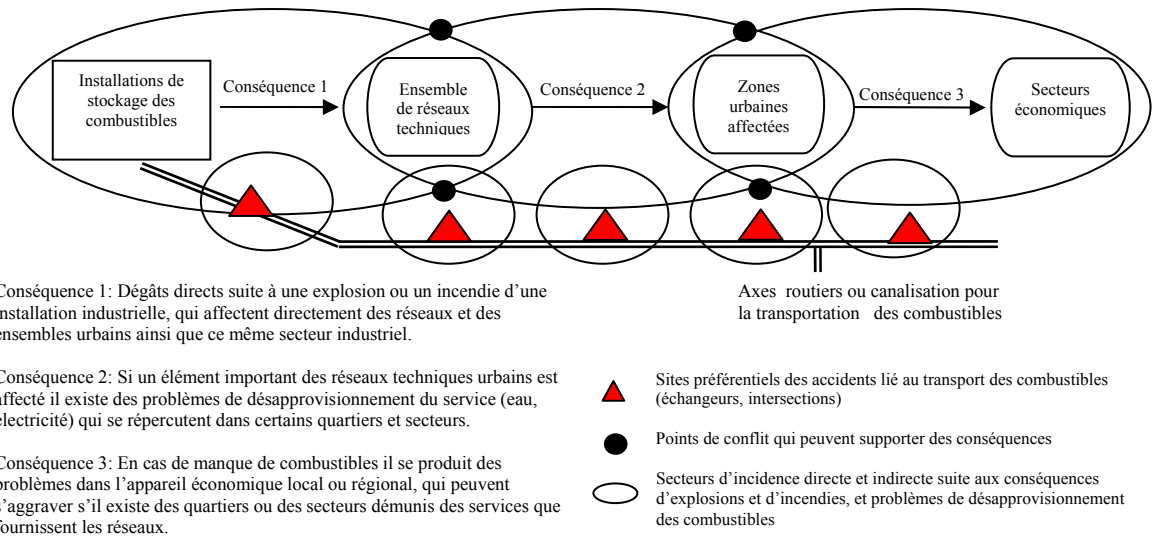


Mise en place: Jairo Estacio (2004)

**La forte incidence des événements sur des éléments importants des réseaux de flux urbains.**-Une installation de combustibles peut produire des dangers qui affectent non seulement le milieu urbain établi mais aussi les réseaux techniques qui permettent son fonctionnement : électricité, eau potable et viabilité. Quand les installations de ces réseaux importants et vitaux pour le fonctionnement de la ville souffrent des dégâts, s'enchaîne un problème de désapprovisionnement (Voir Schéma 5).

<sup>15</sup> Comme dans le cas de l'accident survenu à Flixborough en Grande Bretagne, dont le dégât fut la destruction de 2 450 maisons et 167 fabriques qui cessèrent de produire, ce qui a considérablement affecté le moteur économique local avec une perte évaluée à plus de 180 millions de dollars (Hiegel, 2003).

Schéma 5: Effets en chaîne des dangers technologiques liés aux combustibles sur des sites urbains



Mise en place : Jairo Estacio (2004)

Ces effets en chaîne se doivent à l'intégrité, la régularité parfaite et la fiabilité des systèmes de réseaux et de flux. Cela signifie que durant le fonctionnement régulier et fiable d'un réseau de flux matériels (eau et énergie) et immatériels (télécommunications), un accident dans une de ses parties va affecter l'ensemble des éléments du réseau, puisque ses erreurs sont assimilés de la même manière qu'est assimilé son fonctionnement optimale (effet domino).

### Le transport des combustibles : une source mobile de danger

Les accidents en route sont fréquents mais avec des conséquences locales mineures. Les statistiques montrent que la plupart se produisent aux échangeurs, aux carrefours, sur des aires de stationnement et dans des zones urbaines à forte densité. C'est pour cela que leurs effets sont très ponctuels et la gravité dépend des installations et des services situés aux alentours (Schéma 5).

Les accidents dans les réseaux souterrains (gazoducs, pipelines et oléoducs ; principalement enterrés à au moins un mètre de profondeur) sont peu probables en zones urbaines, la cause la plus fréquents d'accident provenant des œuvres d'excavation dans les centres habités<sup>16</sup>. Peu d'événements liés au transport des combustibles ont eu une conséquence catastrophique en ce qui concerne leurs effets et le scénario des accidents; notons quand même le cas de Guadalajara en 1992, au Mexique (Voir tableau 3).

<sup>16</sup> Aux Etats-Unis on a enregistré au cours des années 1980 plus de 18 470 ruptures des réseaux de gaz et de pétrole, entraînant la mort de 340 victimes (Chaline et Dubois, 1994).

## Le risque technologique et sa gestion intégrale

### Les concepts et les incertitudes pour affronter les risques technologiques

Dans le thème des risques technologiques il est indispensable de parler de niveaux de décision pour les affronter (gestion)<sup>17</sup>. Les niveaux de décision incorporent une dimension d'*incertitude* ainsi que des degrés de vulnérabilité institutionnelle. Comment connaître et prendre des décisions à propos des risques ? Cette question surgit dans la mesure que « (...) les décisions qui sont prises ne prennent pas en compte l'infailibilité des arguments de la science moderne et met en évidence le fait que même la décision politique la plus informée renferme des compromis de valeur » (Funtowicz, *et al* 1993); ce qui signifie la nécessité de reformuler des méthodologies d'approximation et de résolution de ces risques.

Les incertitudes présentent deux types de distinctions: l'une, dénommée orthodoxe, est liée au fait qu'un contrôle inadapté des risques technologiques et environnementaux est dû à l'imprécision ou aux limitations de la connaissance technique sur les risques technologiques; l'autre, appelée sociale, englobe le système technique (Wynne, 1992) et incorpore les acteurs et les agents techniques qui génèrent, opèrent, régulent et en fin de compte coexistent avec les systèmes techniques.

Le vide concernant le développement scientifico-technique des risques occasionne aussi les *indéterminations* de la part des acteurs sociaux en ce qui concerne la prise de décisions de contrôle. Le principe d'*indétermination* se base sur le fait que les technologies cessent d'être soumises à une emprise exclusive de la part des industries et des entreprises dans un contexte de sécurité, parce que leurs dangers impliquent une communauté; les technologies s'incorporent donc dans des dynamiques sociales et leurs divers acteurs, c'est-à-dire qu'elles sont pensées depuis un système socio-organisationnel auquel s'ajoutent des décisions préventives.

A l'intérieur de l'*indétermination* les décisions obéissent à deux critères : *un caractère situé*, dans lequel les risques techniquement caractérisés par leurs causes et effets impliquent des décisions d'ordre et de niveau différent (institutionnel, normatif, socio-économique, politique, etc.) qui n'incorporent pas toujours tous les arguments et toutes les actions nécessaires pour leur applicabilité (Wynne:1987). Et *un caractère ample*, dans lequel les effets des décisions et des actions qui ont été prises peuvent ou non aggraver les risques et leurs conséquences. Par exemple, une installation d'approvisionnement de gaz, à quantité égale, peut représenter plus de danger qu'une autre de par l'inefficacité de ses décisions et des actions de prévention et de sécurité (Firpo, y Freitas, 1996).

Même si les réglementations et la normalisation ne sont déjà pas suffisantes pour résoudre le problème *per se*, le manque de lignes directrices précises augmente l'indétermination, c'est-à-dire qu'il donne lieu à des conflits chroniques et des indécisions, ce qui rend difficile la prévision et la planification, et diminuent la légitimité et l'intégrité des institutions (Wynne, 1992).

### Gouvernabilité et principe de précaution

La recherche de solutions aux problèmes technologiques est complexe puisque entre en jeu une diversité de valeurs et de positions qui s'imbriquent dans des questions institutionnelles, en consensus pour sauvegarder un système sociopolitique, ou dans les menaces et les dangers qui affectent un espace.

---

<sup>17</sup> On entend par gestion l'ensemble de diligences nécessaires pour atteindre un but.

Pour comprendre la dynamique et la complexité des risques actuels il est important que la définition de départ du risque inclue les relations entre les aspects « purement » techniques et les aspects sociopolitiques. Pour que les aspects sociopolitiques soient techniquement adaptés et satisfaisants (aspects importants pour la stabilité des décisions) ils doivent être traités à l'intérieur de la conception des solutions et non comme externalités, sinon sera créée une tergiversation dans les décisions.

Le *principe de précaution*, par rapport à la responsabilité du comportement éthique de l'homme et le respect à la vie (Jonas Hans, 1990), se présente comme un des ponts possibles entre la gouvernabilité<sup>18</sup> et le risque (De Marchi y Funtowicz: 2002). Cela est dû au fait que dans ses propositions, il est capable d'articuler des objectifs scientifiques et ethico-politiques afin de guider l'élaboration de politiques publiques en relation aux risques, soutenues par des consensus plus amples et plus stables.

Un des postulats sur le principe de précaution est décrit par Lowell (Décembre 2001) dans son discours sur la Science et le Principe de Précaution où il mentionne les éléments nécessaires pour le mettre en pratique: *« la défense du droit de base de chaque individu et des futures générations pour un environnement sain et promoteur de vie ; l'action préventive quand il existe une évidence crédible qu'un dégât se produit ou peut se produire, même quand la nature exacte et la magnitude du dégât ne sont pas totalement connues ; l'identification, l'évaluation et la mise en pratique des chemins les plus sûrs pour satisfaire d'une manière viable les nécessités sociales ; assigner aux promoteurs des activités potentiellement dangereuses la responsabilité d'étudier à fond les risques pour pouvoir les réduire, ainsi qu'évaluer et choisir les alternatives les plus fiables pour satisfaire une nécessité particulière, dans une révision indépendante du processus ; et appliquer des processus de prise de décisions transparents et complets pour augmenter la participation de tous les acteurs impliqués et des communautés (particulièrement ceux qui seraient potentiellement affectés par une décision au niveau des politiques). »*

## **La science Post-Normale et les solutions urbaines aux risques technologiques**

Le critère fondamental de la science post-normale est de chercher des solutions qui soient viables et sûres à des problèmes ayant une base scientifique et qui ne possèdent pas d'arguments, d'explications et de prédictions qui permettent de « contrôler » la complexité de leurs causes et effets. La majorité des problèmes environnementaux ou des risques technologiques actuels se situent dans ce contexte, ce qui signifie que le problème du risque peut faire l'objet de l'application de cette nouvelle conception, offrant un chemin qui ne recherche pas des solutions finies mais qui essaye plutôt d'établir et de concilier des processus pour la gestion de tels problèmes complexes. Au contraire de la science normale, dont la pratique traditionnelle consiste communément à isoler les valeurs et à en simplifier la complexité, la science post-normale part d'une base éthique et intellectuelle différente en proposant d'incorporer ces éléments comme principaux axes d'attention.

Funtowicz et De Marchi exposent clairement: « dans la science post-normale, le principe organisateur n'est pas la vérité sinon la qualité. Le travail à effectuer n'est pas celui d'experts individuels qui découvrent des faits réels pour élaborer de bonnes politiques mais il s'agit bien d'un

---

<sup>18</sup> La gouvernabilité se réfère à un « processus continu dans lequel se conjuguent des intérêts divers et en conflit et s'adopte quelque action coopérative. Sont inclus les institutions formelles et les régimes ayant le pouvoir de se faire obéir, tout comme des arrangements informels que les personnes et les institutions ont accordé et perçu comme intérêt propre » (Commission sur la Gouvernance Globale 1995:2 en De marchi et Funtowicz, 2002).



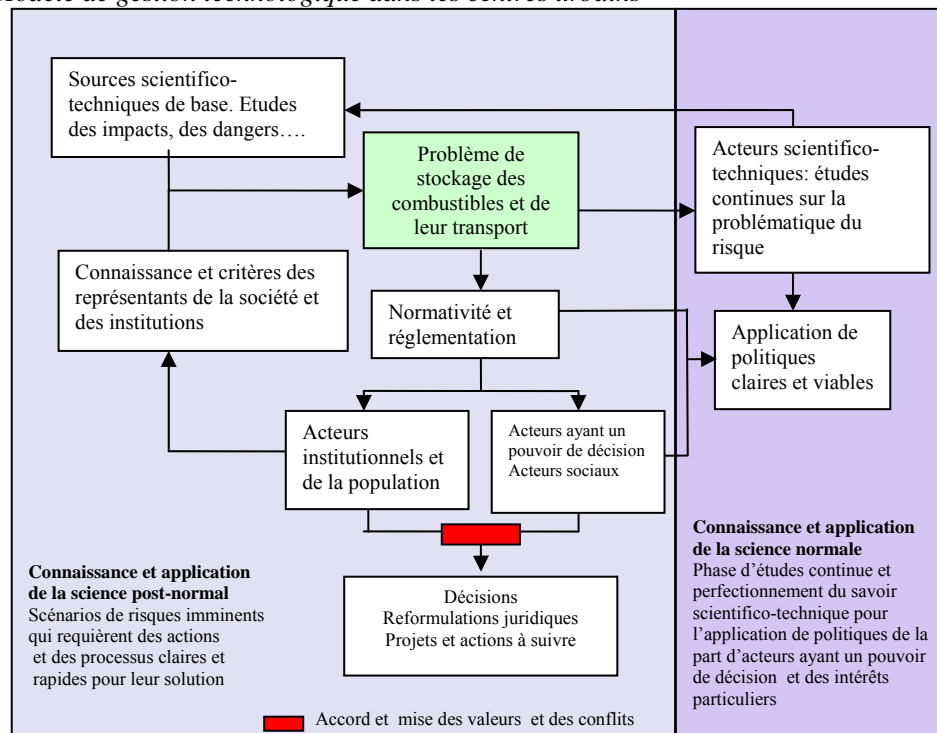
travail qui ressort du domaine d'une communauté étendue et qui évalue et gère la qualité des inputs<sup>19</sup> scientifiques en processus complexes de prises de décisions où les objectifs sont négociés depuis des perspectives et des valeurs en conflit. Nous avons encore besoin d'une science traditionnelle et d'une technologie de bonne qualité, mais leurs produits doivent être incorporés dans un processus social intégrateur. De cette façon, le système scientifique se convertira en un input utile pour de nouvelles formes de décision politique et de gouvernabilité » (1993). La nécessité de garantir la qualité des décisions ne revient pas seulement au système scientifique et de production des connaissances, mais aussi au sociopolitique dans la mesure où il est nécessaire d'avoir une communauté étendue qui soit préparée au dialogue ; dialogue dans lequel le droit à l'information et le droit à la participation sont des piliers fondamentaux.

### Critères de base de la science post-normale et principe de précaution

Ces critères sont de diverses sortes et contribuent à une meilleure compréhension de la gestion intégrée du risque technologique, supportant de plus des processus qui doivent associer un scénario étendu et participatif dans lequel sont impliqués non seulement les différentes sources de savoir mais aussi les différents représentants de la société, le pouvoir public, les institutions et les réglementations (liées au stockage et au transport des combustibles).

Dans la Schéma 6 sont définis les processus d'échange et d'accord technico-sociopolitique

Schéma 6: *Modèle de gestion technologique dans les centres urbains*



Source: Funtowicz et De Marchi, 2002  
Mise en place : Jairo Estacio (2004)

<sup>19</sup> Input : terme anglais qui se réfère aux éléments d'entrée.

A l'intérieur de l'*accord* il existe une échelle des valeurs très importante à prendre en compte lors de la prise de décisions en vue de résoudre les conflits.

Effectuer un travail commun est difficile quand interviennent des intérêts totalement opposés (surtout économiques). Il est difficile d'estimer les coûts de prévention des risques tout comme les formules pour déplacer ou fermer définitivement les établissements dangereux. La solution est de chercher des intérêts horizontaux communs qui garantissent le principe de gestion intégrale des risques, qui sont la prévention et la garantie de l'intégrité et de la survie des habitants. Pour cela il est important de prendre en compte des priorités qui se basent sur des principes d'intérêts totalement particuliers (*Annexe 5*).

### **Etablissement de moyens juridiques pour une gestion intégrale adéquate des risques**

Un des aspects ayant la même importance que les inputs est la réglementation et la normativité qui ont en majorité une portée limitée et peu d'applicabilité pratique. Les avancées technologiques des industries laissent des vides juridiques en ce qui concerne la formation de nouveaux dangers.

D'autre part, le développement des villes permet des changements d'usage et d'occupation des sols ; dans ce cas l'ordonnance territoriale doit fournir une législation cohérente du sol, toujours accompagnée d'une distinction des sites industriels (bien que l'apparition de nouveaux sites puissent créer un autre type de risque et de nouvelles lois). Pour les industries qui représentent un problème relativement grave la solution peut être la fermeture ou le transfert ; mais le transfert implique de nouveaux itinéraires de transport des matériaux dangereux et génère d'autres risques.

Les principaux moyens juridiques pour contrôler le sol sont (en France) le PLU (Plan Local d'Urbanisme), où sont établies des limites de zones inconstructibles ou à vocation industrielle. A cela s'ajoute le COS (Coefficient d'Occupation du Sol), qui conditionne la zone d'édification (dans le cas d'une industrie) sur une propriété, et en quelque sorte cette spécification technique de construction limite les risques.

De la même manière, la législation stipulée dans l'ordonnance territoriale doit intégrer une base juridique qui concerne le transport des matériaux inflammables et dangereux ; base juridique qui doit aussi être incluse dans les documents d'urbanisme.

La réglementation qui concerne les dangers inhérents aux flux des matériaux dangereux sur les routes ou autoroutes doit prendre en compte non seulement l'identification du chargement mais aussi les sites de relocalisation et de réorganisation des zones de stationnement et des routes alternatives.

En ce qui concerne les pipelines, gazoducs et les canalisations d'hydrocarbures liquides, gazeux et liquéfiés, les ordonnances doivent prendre en compte les usages du sol en zones périurbaines, et dans le cas de zones comportant une agglomération il faut considérer la fiabilité de la canalisation comme un aspect important de respect et de devoir.

Dans ce contexte ce sont les acteurs sociopolitiques qui doivent participer à la restructuration, la formulation et la reformulation des moyens juridiques afin de rendre légitime le pouvoir public et les institutions à charge.

## DEUXIEME PARTIE

### **Les risques technologiques liés aux combustibles dans le District Métropolitain de Quito (Equateur): types, conséquences, gestion intégrale.**

L'objectif de la présente partie est d'analyser la problématique des risques technologiques actuels en Equateur et plus particulièrement dans le DMQ compte tenu des points de vue suivants :

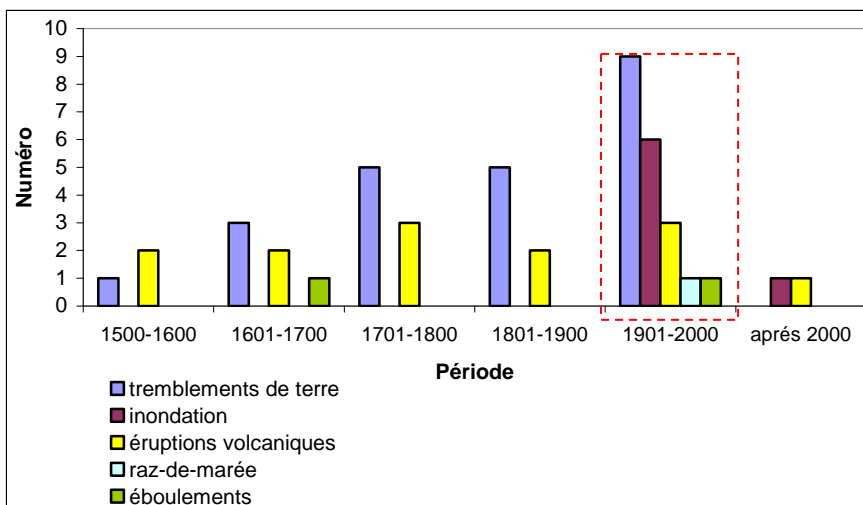
- L'approche théorique de la première partie constitue une base pour la compréhension des risques technologiques, la définition de scénarios d'accidents, la localisation des installations dangereuses dans l'espace urbain, la mise en évidence d'espaces vulnérables et la définition d'une politique à mener pour une gestion intégrale des risques.
- L'utilisation de bases de données concernant les risques avérés permet de comparer les risques technologiques avec ceux d'origine naturelle et de faire ressortir leur importance en tant que problème récent et récurrent.
- L'utilisation des outils et des modèles comme les SIG, les chorèmes et la systémique aide à apprécier les espaces exposés aux risques technologiques (à grande échelle) et les conséquences dans le DMQ (à microéchelle). Ces outils permettent de tester différentes méthodes pour la représentation spatiale des risques technologiques dans la ville et de faire des suggestions pour son amélioration.
- La considération d'un schéma général s'appliquant à la gestion intégrale des risques technologiques dans le DMQ sert à mettre en pratique les discussions et les solutions proposées pour résoudre les conflits entre les principaux acteurs impliqués, ainsi qu'à fournir des idées concernant les futures études de vulnérabilité politique et institutionnelle de la ville.

## Introduction aux risques technologiques en Equateur

En Equateur les études sur les risques d'origine naturelle ont jusqu'à présent été prioritaires par rapport aux autres études de risques. Cela est dû au fait que l'Equateur présente une gamme diverse de phénomènes et de menaces causés par la présence de volcans actifs, de failles géologiques actives, de l'influence d'événements ENSO<sup>20</sup>, de l'influence de la Plaque Sud-américaine (une des plus actives au monde), de la localisation du pays dans la zone de la Ceinture de Feu du Pacifique, entre autres.

Les catastrophes liées à ces phénomènes naturels sont fréquentes (*Schéma 7*), quelques unes ayant eu des répercussions dramatiques comme celles occasionnées par les événements ENSO des années 1997 et 1998<sup>21</sup> ; les tremblements de terre comme par exemple celui de 1987, dont l'épicentre fut dans la forêt amazonienne et qui a affecté mêmes les régions du Pichincha et de l'Imbabura qui se trouvent sur la cordillère des Andes<sup>22</sup> ; et les éruptions volcaniques<sup>23</sup> comme celles du Guagua Pichincha et du Reventador tout récemment. La gravité de ces catastrophes a augmenté à cause de la présence toujours plus importante de populations exposées.

*Schéma 7: Les fréquences des catastrophes naturelles enregistrées durant la période 1500-2000 en Equateur*



Source: Fondation Natura, Défense Civil, 2004, Loyd CAS, 2004, Journal "Hoy" 2002  
Mise en place: Jairo Estacio

Cependant, les études des risques technologiques ne furent pas développées en Equateur car il y a de nombreux vides dans le domaine juridique (pas de lois claires, précises et applicables) et cela

<sup>20</sup> Abréviation anglaise de « Oscillation Sud d'El Niño », ce qui correspond aux phénomènes produits par les courants d'El Niño. Cet événement est une variation climatique produite par les courants marins ; leur conséquence étant une variation climatique manifestée par d'importantes précipitations qui affectent directement la cote équatorienne, des crues de rivières et de fortes inondations.

<sup>21</sup> Les inondations produites par la présence d'El Niño ont fait des dégâts évalués à 152,2 millions de dollars seulement dans le secteur du logement ; ajoutons à cela plus de 286 morts, 30 000 sans abri, des ponts de communication détruits et des autoroutes endommagées (D'Ercole, Trujillo 2003).

<sup>22</sup> Ce tremblement de terre a causé 3500 décès, des dégâts sur l'oléoduc trans-équatorien et la conséquente réduction de 60% des revenus d'exportation, la fermeture de routes pour cause de glissements de terrain, et la marginalisation de peuples pour une période considérable (Sierra 2000).

<sup>23</sup> L'éruption du Guagua Pichincha a provoqué l'évacuation des secteurs de Lloa et de Quito, avec comme conséquence le dysfonctionnement urbain à Quito et les pertes agricoles de secteurs éloignés du volcan. En 2002 l'éruption du Reventador a causé d'importantes pertes dans le secteur productif, des dégâts dans les oléoducs et des problèmes de communication avec des peuples de l'Amazonie (Estacio, D'Ercole 2002).

empêche l'ordonnance et la planification territoriale (bien qu'il se soient produit plusieurs accidents dans l'industrie chimique et pétrolière, comme on peut l'observer dans le *tableau 4*) ; une des raisons est due au fait que les risques ne sont que rarement pris en compte par les autorités nationales dans la gestion urbaine, et leur présence assez fréquente a obligé la population à s'en habituer<sup>24</sup>.

*Tableau 4: Les principaux événements technologiques en Equateur entre 1995 et 2002*

DATE ET LIEU	EVENEMENTS LES PLUS IMPORTANTS	IMPACTS
1995, Latacunga	Déversement de 150 gallons de liquides toxiques	110 personnes exposées, pollution de sources d'eau, aucun suivi environnemental de l'accident.
1995, Quito, Panaméricaine Sud	Déversement de 40 tonnes d'acide sulfurique dans le fleuve Machángara	40 000 dollars de pertes pour l'entreprise, aucun suivi environnemental de l'accident.
1996, Quito Quartier Jipijapa	Incendie d'une entreprise textile. Brûlure de fibres synthétiques, de solvants, d'acides et de teintures.	12 pompiers asphyxiés, 180 personnes évacuées et 400 000 dollars de pertes pour l'entreprise.
1997, Bahía de Caráquez	Fuite d'ammoniac y de fréon d'une usine de conditionnement.	100 intoxications et 300 évacués.
1997, Quito San Rafael	Explosion de dynamite dans une poudrière militaire.	4 morts, 190 blessés, 4 hélicoptères endommagés et d'autres dégâts matériels non chiffrés.
1997, Sangolquí Rumiñahui	Explosion d'un nébuliseur d'alcool méthylique dans une fabrique de cure-dents	30 personnes brûlées, 4 morts, pertes matérielles de la fabrique.
1997, Amaguaña	Explosion de dynamite dans un dépôt militaire	4 morts et 190 blessés.
1997, Guayaquil	Explosion de 40 caisses de mortiers.	17 morts et 38 blessés.
1998, Guayaquil	Déversement de 20 000 gallons de fuel dans l'estuaire	Défoliation du palétuvier, mort de crustacées et de mollusques, problèmes génétiques et reproductifs chez les animaux et êtres humains.
1998, Durán	Explosion de chaudrons dans une fabrique d'huile	Pas répertorié
1998, Esmeraldas	Déversement de 8000 barils de pétrole brut et 3500 de diesel après la rupture du Système d'Oléoduc Trans-équatorien et incendie de 8 Km le long des fleuves Esmeraldas et Teane.	12 morts, 180 blessés, 170 maisons détruites, pertes économiques d'une valeur de 5 million de dollars, dégâts matériels et sociaux non chiffrés.
1998, Guayaquil	Expansion de gaz toxiques des égouts. Résidus d'huile de résine, utilisés dans l'industrie de la fibre de verre.	Vomissements et évanouissements chez les personnes situées dans la zone d'influence.
1998, Quito	Explosion de cabines de peinture dans une usine d'assemblage.	10 blessés, aucune évaluation des dégâts matériels.
1998, Daule	Incendie dans un entrepôt de produits finis d'une industrie de savons et de comestibles.	17 pompiers asphyxiés, la rivière Daule polluée par les eaux d'incendie et 15 millions de dollars de pertes matérielles.
1999, Quito	Explosion d'un chaudron et fuite d'ammoniac dans une fabrique de bières à Cumbayá.	Evacuation des habitations proches, dégâts dans les installations et paralysie de l'entreprise pendant 3 semaines.
1999, Manta	Fuite de fréon dans une usine d'emballage	400 évacués.
2000, Guayaquil	Fuite d'au moins 6 tonnes d'ammoniac dans une fabrique de bières.	Paralysie pendant 6 jours de l'entreprise et de 4 usines voisines.
2000, Quito	Fuite d'ammoniac dans une fabrique de glaces.	
2000, Guayaquil	Incendie d'un camion citerne transportant du diesel et du gasoil.	3 personnes brûlées et la route Daule fermée pendant 8 heures.
2000, Guayaquil	Renversement d'une remorque contenant 4 tonnes de cyanure de sodium.	Pont de l'Unité National fermé pendant 5 heures et évacuation d'un périmètre de 1500 mètres.
2001, Lumbaqui	3 635 barils de pétrole déversés, provoquant des explosions (attentats terroristes présumés).	Pollution du fleuve Aguarico, pertes économiques et destruction d'un écosystème productif pour les communautés

<sup>24</sup> Bien que ce ne soient pas des accidents technologiques du type de ceux examinés dans la présente étude, les deux exemples suivants illustrent l'acceptation de la population par rapport aux risques et le manque de législation appropriée pour les éviter : au cours des 10 dernières années il y a eu 4 accidents aériens en zones urbaines qui sont la cause de plus de 300 décès et des centaines de blessés (une d'entre eux a affecté Quito en 1998). En 1998 l'Equateur fut le deuxième pays au monde au niveau des morts par accidents de circulation (SIAT, 1999).

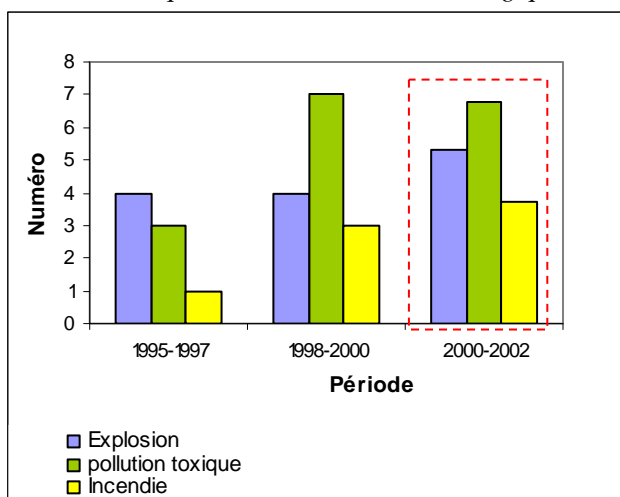
2001, El Guango	Rupture de l'oléoduc à cause d'un glissement de terrain. Ecoulement considérable	50 m affectés
2001, Galápagos	Echouement de l'embarcation Jessica et déversement de 280000 gallons de combustibles	Pollution du Parc National Galápagos. Dégâts environnementaux incalculables.
2001, Quito	Fuite de 6 tonnes de GLP en zone urbaine	700 évacués.
2001, Guayaquil	Fuite d'ammoniac	50 personnes affectées dont 5 par inhalation d'ammoniac, interruption de la circulation pendant 2 heures et perte de 30 Kg d'ammoniac
2001, Quinindé	Incendie due à une rupture de l'oléoduc	1 Km de végétation affectée à Esmeraldas – El Zapotal, nombreuses pertes économiques et dégâts écologiques incalculables.
2001, Oriente	Plusieurs ruptures de l'oléoduc El Sote	Dégâts environnementaux, incendie d'un véhicule de passagers.
2002, Quito	Incendie d'un entrepôt de produits finis dans une chaîne de supermarchés	Feu pendant 96 heures, 70 millions de gallons d'eau d'incendie versés dans les égouts et pollution environnementale par dioxine et furane.
2002 – Galápagos	Echouement et déversement de 30000 gallons de combustibles	Dégâts environnementaux incalculables dans le Parc National Galápagos.
2002 Riobamba	Explosion d'un entrepôt de munitions militaires	8 morts, 2500 affectés, 535 sans abri, 50 millions de dollars de dégâts.
2002, Lago Agrio	Explosions de l'oléoduc trans-équatorien vraisemblablement dues à des attentats externes	L'explosion a atteint un bus qui passait par là, entraînant la mort de 5 personnes et 20 blessés graves.

Source: Défense Civil 2004, Fondation Oikos 2000, Fondation Natura 2001  
 Mise en place: Jairo Estacio

Comme le montre le tableau 4 la plupart des accidents chimiques et de combustibles se sont produits dans les 2 plus importantes villes de l'Equateur : Quito (la capitale) et Guayaquil (où se trouve concentrée la plus grande partie de l'économie nationale) ; ces 2 villes renfermant un grand nombre d'industries dans leurs espaces urbains.

Contrairement aux accidents d'origine naturelle, ceux de type technologique sont plus récurrents (avec un nombre annuel et même mensuel plus élevé, et des conséquences et pertes économiques plus importantes), et augmentent chaque fois plus à cause de l'apparition de scénarios d'accidents. Dans la Schéma 8 est illustrée leur fréquence durant la période 1995 – 2002.

Schéma 8: Fréquence des accidents technologiques enregistrés entre 1995 et 2002 en Equateur



Source: Fondation Natura, Défense Civil, 2004, Lloyd CAS, 2004, Journal "Hoy" 2002  
 Mise en place: Jairo Estacio

Les scénarios d'accidents les plus fréquents en Equateur sont dus à la pollution toxique et aux fuites de produits dangereux, suivis ensuite en récurrence par les explosions et les incendies<sup>25</sup>. Beaucoup d'accidents sont la cause d'une mauvaise utilisation de produits chimiques dangereux, d'une vulnérabilité technique et physique de la construction, et de mauvaises manoeuvres autour des installations. D'autres accidents ont pour origine des phénomènes naturels, comme celui qui s'est produit à Esmeraldas en 1998, causé par un séisme qui a provoqué l'explosion d'une grande partie de l'oléoduc de pétrole brut destiné à l'exportation.

Depuis 2001, dans le secteur amazonien, l'oléoduc trans-équatorien (qui n'est pas enterré dans certains endroits et donc sujet à la manipulation humaine) fut le sujet de constantes explosions et d'incendies, provoqués délibérément par des groupes terroristes ou anti-gouvernementaux<sup>26</sup>. Cela a marqué le début d'un nouveau type de risques technologiques, lié à des facteurs sociaux.

Mais quelles sont les conséquences d'une rupture de l'oléoduc ou d'installations pétrolières au-delà de son danger évident ? La réponse est encore imprécise à cause du manque de connaissance du sujet. Ce qui est certain c'est que ce système est le plus vulnérable pour des facteurs propres et externes, leurs effets n'étant pas seulement des répercussions sur l'environnement et la population mais aussi de graves problèmes de déstabilisation socio-économiques du pays ; d'un côté se perdent des revenus économiques importants au niveau de l'exportation, et d'un autre coté se paralysent des activités dépendant directement du pétrole.

### **Espaces à risques d'origine naturelle et leurs relations avec les risques technologiques**

Le District Métropolitain de Quito est le lieu de concentration majeure des espaces de risques urbains (ils peuvent être de type naturel, technologique et social, pour citer les plus importants). Le DMQ comprend la ville de Quito et son district (paroisses suburbaines) ; la ville se trouve situés au dessus de 2800 mètres au-dessus du niveau de la mer, au pied du Pichincha, sur la cordillère occidentale, et sa situation géographique est sujette à des menaces d'origine naturelle de divers types:

**Sismique**, dont le degré de récurrence (durant les dernières 460 années) est resté aléatoire. Ces menaces sont associées à des tremblements de terre dont 5 (1 au 16<sup>e</sup> siècle, 2 au 18<sup>e</sup> siècle et 2 au 19<sup>e</sup> siècle)<sup>27</sup> ont eu des répercussions sur la population.

**Volcanique**, dû au fait que le DMQ est entouré de 6 volcans actifs situés à une distance maximale de 100 Km<sup>28</sup> de la ville de Quito, et dont les phénomènes les plus représentatifs ont été des lahars ou

---

<sup>25</sup> La récurrence se mesure en se basant sur les événements reportés ou compilés officiellement, mais il en existe d'autres qui ne sont point reportés comme par exemple les accidents de travail (Section du risque du travail de l'IESS, 2001). La même chose se passe avec les incendies qui sont uniquement reportés quand ils sont importants (par exemple ceux du type Boil Over).

<sup>26</sup> Comme l'a expliqué le Ministre Equatorien de l'Energie et des Mines : « l'infrastructure est vulnérable puisqu'il est très difficile de mettre un militaire tous les 100 mètres pour surveiller l'oléoduc » (Journal « Hoy », 2002).

<sup>27</sup> Données obtenues par le Project pour la Gestion du Risque Sismique à Quito, 1996.

des coulées de boue<sup>29</sup>, des chutes de cendres et des chutes de pierre (Voir *Schéma 9*, Cartes A1 et A2)

**Morpho-climatiques**, provoquées par l'association d'effets extrêmes du climat sur des reliefs et des sols, comme par exemple la présence de facteurs déterminants tels que des pluies intenses, des versants abruptes, la présence de ravins, les talus et la composition du sol. Ces menaces provoquent des dégâts considérables avec des affaissements, des inondations, des coulées de boue et des éboulements, avec des conséquences sur le développement des activités humaines (*Schéma 9*, Carte B). On estime qu'il y a eu environ 4 phénomènes considérables par an entre 1900 et 1988 (Peltre, 1989).

**Technico-naturelle**, provoquées par l'association d'effets excessifs du climat avec la présence d'œuvres civiles inachevées ou sans techniques de prévention, ou de mauvaises pratiques populationnelles sur le territoire (voir le *Cadre 1* pour d'autres critères). La conséquence de ces dernières a été la déforestation de pentes et de talus, et de mauvaises constructions dans des zones restreintes (par manque de respect de l'ordonnance de l'Usage et de l'occupation du sol), aggravant les risques d'origine naturelle au cours des dernières années et augmentant l'érosion et les infiltrations du sol<sup>30</sup> (*Schéma 9*, Photo A).

S'il on ajoute les dangers d'origine naturelle, comme les menaces volcaniques et quelques dangers morpho-climatiques, on obtient des scénarios de menaces qui affecteraient un grand pourcentage de la ville (*Schéma 9*, Carte C).

---

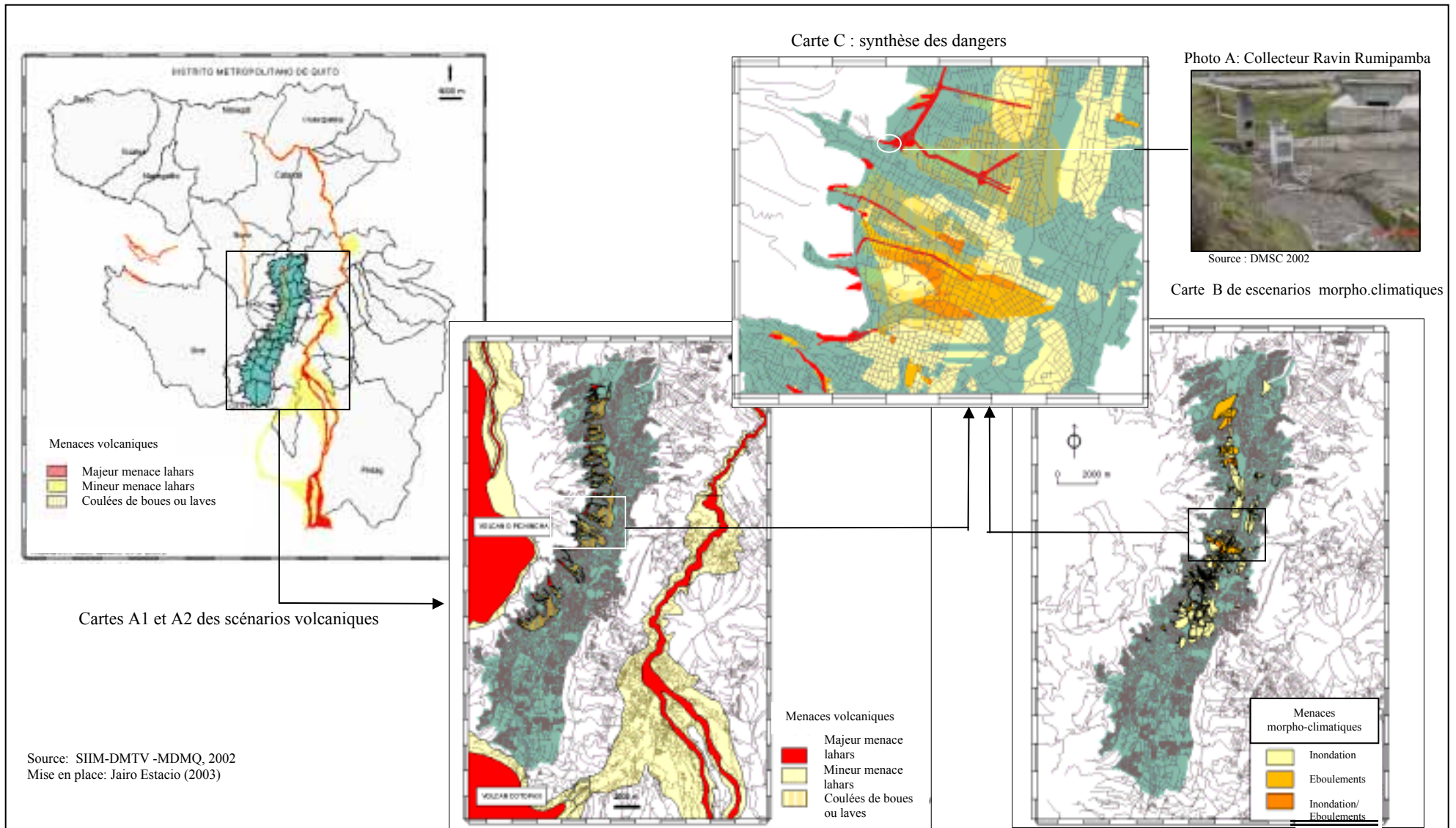
<sup>28</sup> Ces volcans sont : le Guagua Pichincha, le Cayambe, le Cotopaxi, le Pululahua, le Reventador et le Ninahuilca.

<sup>29</sup> Selon D'Ercole (1989) et Bemmelen (1946) les lahars sont définis comme « des coulées de boue qui contiennent des décombres et des blocs angulaires, principalement d'origine volcanique ». La genèse de ces phénomènes peut se présenter durant de fortes pluies ou des éruptions volcaniques qui provoquent la fonte de glaces et de neiges proches du cratère.

<sup>30</sup> Par exemple, la construction de maisons sur les pentes du quartier El Condado (au nord de Quito) et l'excessive déforestation ont provoqué en 1983 un fait considéré comme important dans l'historique des accidents : la présence de fortes pluies dans le secteur et l'incapacité du système d'égouts à recueillir les eaux de pluie a provoqué le glissement d'un versant, provoquant la mort de 3 personnes, la destruction de 10 maisons et de multiples dégâts dans la propriété privée.

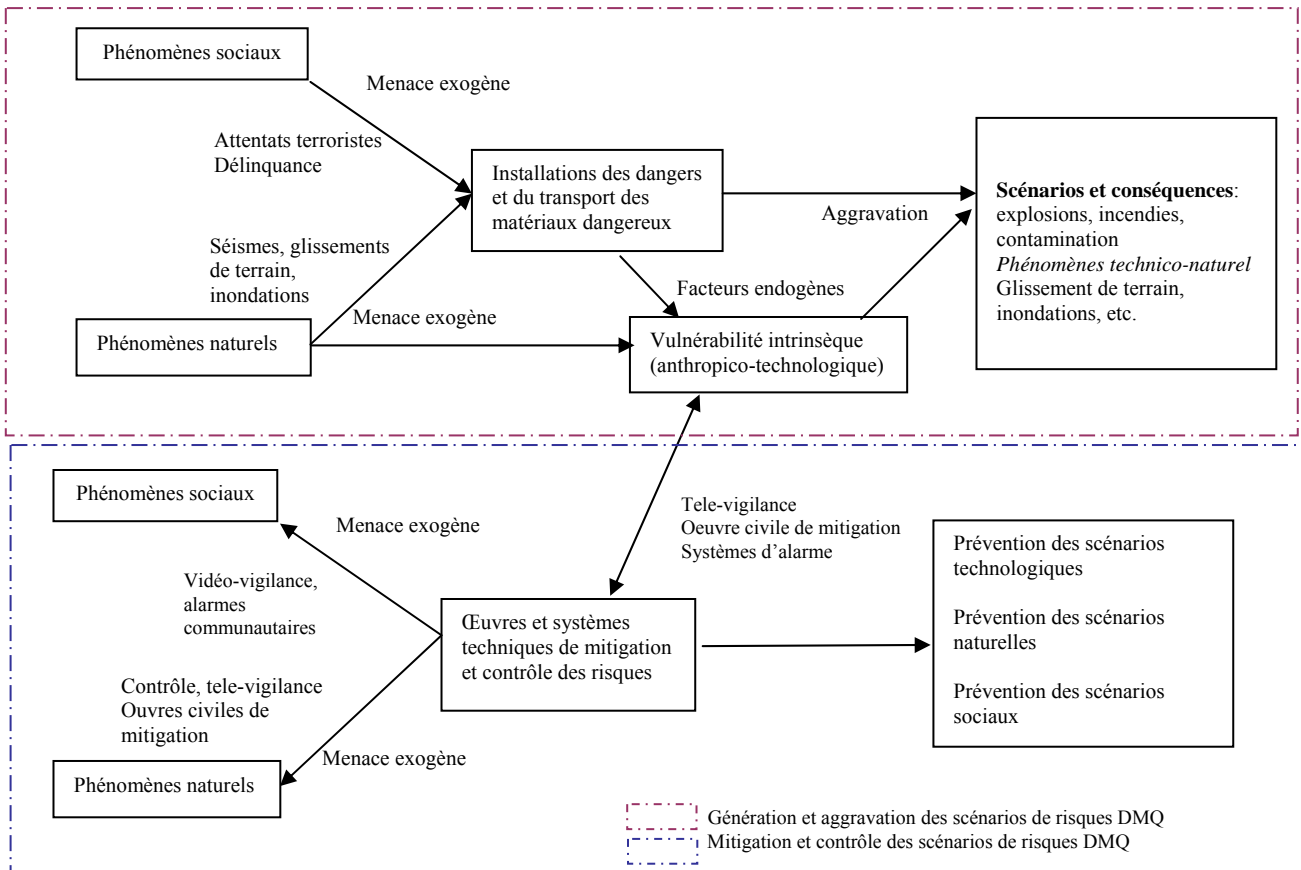


Schéma 9: Quelques risques d'origine naturelle dans le DMQ



D'autre part, comme on peut l'observer dans la Schéma 10, la présence d'éléments technologiques et d'œuvres techniques sont le centre d'une dynamique qui peut aggraver ou minimiser les risques d'origine naturelle ou d'origine sociale. Il ne faut pas oublier que la présence d'éléments technologiques est associée au développement industriel et économique du DMQ.

Schéma 10: Dynamique des installations technologiques concernant la mitigation ou l'aggravation des scénarios de risque du DMQ



Mise en place: Jairo Estacio (2004)

Les œuvres civiles sont communément réalisées pour améliorer certaines nécessités, mais elles ont d'une certaine manière des effets contradictoires: d'un côté elles protègent de possibles accidents, mais d'un autre côté leur vulnérabilité peut aggraver le risque<sup>31</sup>, de la même manière que si elles restaient inachevées ou si leur achèvement était reporté<sup>32</sup>. Dans ce contexte les éléments de risque technologique dans le DMQ se trouvent au centre de divers phénomènes et scénarios d'accidents non seulement technologiques sinon naturels, établissant l'importance d'une étude déterminée par la récurrence, la priorité et la gestion à l'intérieur d'une gestion générale.

<sup>31</sup> Par exemple, l'accident (récurrent) survenu dans le secteur de San Roque et La Libertad en 1983, quand des pluies torrentielles ont provoqué le débordement d'un canal d'irrigation qui remplit les caniveaux justement construits pour éviter le flux d'eau vers les pentes (lesquels ne remplissaient pas les conditions techniques requises pour leur fonctionnement). Cet accident a détruit plus d'une vingtaine de maisons, faisant 4 morts et de nombreux blessés (Peltre, 1989).

<sup>32</sup> Comme par exemple les accidents survenus sur la voie orientale durant la période hivernale de l'année 2002, où au moins 2 accidents ont été causés par des travaux inachevés sur les versants et talus (DMSC-MDMQ, 2002).

## Evidence des principaux risques avérés et potentiels liés aux éléments technologiques importants

Les risques potentiels et avérés<sup>33</sup> ont une relation avec leur «évidence» que l'on peut observer sous un angle de « certitude du risque » (comme dans le cas d'installations de produits dangereux en zones peuplées), ou que l'on peut évaluer en fonction d'expériences antérieures. Cependant, la présence de ces dangers n'a pas été suffisante pour forcer des décisions et des solutions en ce qui concerne le contrôle des dangers technologiques dans le DMQ<sup>34</sup>; ce qui démontre que l'évidence d'un danger avéré peut ne pas être suffisant quand il existe d'autres intérêts, politiques ou économiques.

Les moyens d'information (Douglas, 1994) ont mis en évidence les risques à travers le maniement de la communication et de l'information ; pour eux, la pollution environnementale, les accidents de la route, la pollution industrielle, le problème des décharges publiques, et le problème des accidents de la circulation, sont des thèmes prioritaires récurrents qui doivent être traités comme problèmes quotidiens dans le DMQ et qui doivent aussi être quotidiennement disséminés parmi la communauté.

Une autre évidence est liée à l'« acceptabilité » de la société et des autorités face à un risque dont l'occurrence quotidienne devient « normale ou habituelle », avec la population s'habituant à vivre avec ce risque<sup>35</sup>. Dans ce type d'évidence, la passivité des acteurs publics et de la population est chaque fois plus importante, jusqu'à devenir des « spectateurs » de la gestion urbaine malgré l'insistance des moyens de communication dans la diffusion de ces thèmes.

Divers risques potentiels et avérés dans le DMQ manquent d'une législation de contrôle. On connaît les dangers de la pollution, les problèmes de stockage de produits chimiques dangereux et de produits radioactifs en zones urbaines, mais pratiquement rien n'est fait pour les éviter, ce qui entraîne une contamination toxique ou des impacts toxiques causés par les déversements, la pollution et la mauvaise planification des dépôts d'ordures<sup>36</sup> (*Schéma 11*, Carte A et B). Un cas différent est constitué par les systèmes de réseaux urbains d'égouts, le réseau électrique et le réseau d'eau potable, qui, du fait d'avoir subi des accidents récurrents et d'avoir engendré des risques avérés depuis plusieurs années (*Schéma 11*, Carte C), reçoivent actuellement une priorité en ce qui concerne leur mitigation. Cela est démontré par des projets d'amélioration du système d'égout, l'optimisation du système d'eau potable et la fiabilité du système électrique du DMQ.

Le tableau comparatif suivant montre quelques exemples d'éléments technologiques évidents et de majeur danger dans le DMQ, leurs risques potentiels et avérés.

---

<sup>33</sup> On a mentionné dans l'introduction que les risques potentiels sont ceux dont on a peu de connaissances statistiques en ce qui concerne leurs accidents ; au contraire des risques avérés dont la connaissance statistique est très vaste.

<sup>34</sup> Par exemple, plusieurs accidents d'avion, produits de la situation de l'aéroport de Quito à l'intérieur d'une zone urbaine à haute densité et de ses conditions techniques limitées (longueur de la piste d'atterrissage qui n'est pas aux normes internationales), n'ont pas manqué pour appuyer la décision politique de le déplacer vers un secteur plus adapté (*Schéma 11*, Carte B) ; récemment, en 2002 (après avoir considéré l'expansion urbaine et une possible fermeture à cause des accidents récurrents), il fut décidé de construire un nouvel aéroport loin de la ville, avec de meilleures caractéristiques de sécurité, et un équipement respectant les normes internationales.

<sup>35</sup> Ceci est le cas avec les accidents de la circulation, la pollution ou les problèmes liés aux risques du travail.

<sup>36</sup> Basé sur l'Ordonnance Métropolitaine 012 et 31 du DMQ, le contrôle des émanations liquides, gazeuses et de la production des résidus solides, est effectué ; cela s'occupe fondamentalement du problème occasionné par la contamination et la génération d'accidents industriels, du fait de la faiblesse d'ordonnances qui furent ratifiées en 1999 et qui n'ont subi aucun changement jusqu'à ce jour. Le cas concret correspond aux sanctions économiques dont la plus élevée est de 40 dollars (même dans les contraventions d'ordre majeure), quantité dérisoire en comparaison avec les bénéfices économiques réalisés par les industries, et c'est pourquoi les patrons (qui ne possèdent pas de considération environnementale et qui ne mesurent pas la conséquence du risque) préfèrent payer l'amende plutôt que d'investir considérablement dans des processus de dépuración (Guerrero, 2004).

Tableau 5: Risques potentiels et avérés liés aux éléments technologiques dans le DMQ

Eléments technologiques	Risques potentiels	Risques avérés	Rôle dans les scénarios de menaces naturelles et d'accidents technologiques	Observation
<b>Œuvres civiles</b>	Décharge de Zambiza mal planifiée et fonctionnant sans norme de contrôle environnemental	Pollution permanente de la population de Zambiza avec la destruction de réserves naturelles d'eau utiles pour des activités agricoles. Percolation de liquides et contamination d'eaux souterraines.	Possibilité d'affaissements futurs. Problèmes de gaz méthane qui pourraient provoquer des explosions et des incendies.	La décharge terminée, une fermeture technique fut envisagée mais sans disponibilité économique. On a temporairement créé la Décharge Sanitaire de El Inga qui fonctionnera jusqu'en décembre 2004 ; jusqu'à aujourd'hui deux options de décharge ont été définies, au sud et au nord du DMQ, pour déposer 1500 tonnes d'ordures que produit quotidiennement le District.
	Aéroport situé dans le périmètre urbain de la ville	En 1998, un accident d'un avion Tupolev de Cubana de Aviación s'écrasa lors du décollage sur un terrain de sport en plein coeur d'un quartier résidentiel, tuant une dizaine de personnes en plus de 71 passagers de l'avion.	Possibles accidents d'avion futurs, occasionnant des incendies et des explosions en milieu urbain	Construction du nouvel aéroport dans le secteur de Puembo (prévu pour l'an 2006). La construction de la voie d'accès rencontre actuellement une opposition de la part des proches habitants
<b>Réseaux techniques urbains</b>	Réseau d'égouts insuffisant en capacité	Le 4 décembre 2002 on a enregistré une pluie de grande durée (1 heure et demie) , qui, avec la cendre engendrée par l'éruption du volcan Reventador, s'est accumulée dans des égouts à la capacité restreinte, provoquant de graves inondations dans le centre et le centre-sud de Quito.	Les insuffisances concernant la captation des eaux par le système d'égouts, la vieillesse de la tuyauterie et l'érosion latérale présente sur les parois du système, peuvent accélérer ou aggraver des scénarios d'inondations et d'affaissement.	Le Plan Majeur du système d'égouts a substantiellement amélioré les collecteurs dans les paroisses suburbaines et prévoit d'améliorer les capacités de collections des points critiques situés dans des secteurs ponctuels de Quito
	La ligne de captation de l'eau Pita Cotopaxi, construite avec de la terre et du ciment, ne résiste pas aux séismes et a une courte durée opérationnelle.	Aucun incident avéré	Une partie de cette ligne présente des canaux ouverts qui traversent des pentes inclinés. En période de pluies ils peuvent se boucher et créer des problèmes de glissements de terrain.	C'est la ligne la plus importante d'eau potable de Quito dans la partie sud, centre et nord.
	Ligne de transmission Santa Rosa-Selva Alegre. Déstabilisation de la ligne, le matériel du pylône est très lourd pour des pentes abruptes.	En 2002 s'est produit la faille structurale de la ligne à grande capacité (230-138 KW), et dans des secteurs en pente plusieurs pylônes se sont écroulés. Une grande partie du DMQ s'est retrouvé sans service électrique.	Le passage de la ligne dans des secteurs urbains peut produire des phénomènes d'intempérance qui se traduisent par des incendies.	Constitue une ligne de transmission très importante pour l'approvisionnement de l'énergie électrique dans le DMQ.
<b>Secteur Industriel, de recherche et de santé</b>	Industries chimiques stockant une grande quantité de produits dangereux proches de zones urbaines	En 2000 il y eut une fuite d'ammoniac dans une fabrique de glaces, contaminant les ravins avoisinants et provoquant l'intoxication de plusieurs personnes	Possible production de scénarios de contamination toxique, d'incendies et d'explosions	Les activités industrielles sont en relation avec le transport, la gestion, le ..... et le stockage de produits chimiques dangereux.
	Etablissements avec des produits radioactifs situés dans des zones urbaine à forte densité	Aucun risque avéré	Possibles scénarios de contamination toxique et radioactive	Bonne gestion des déchets mais la disposition des résidus dans des cimetières radioactifs est limitée

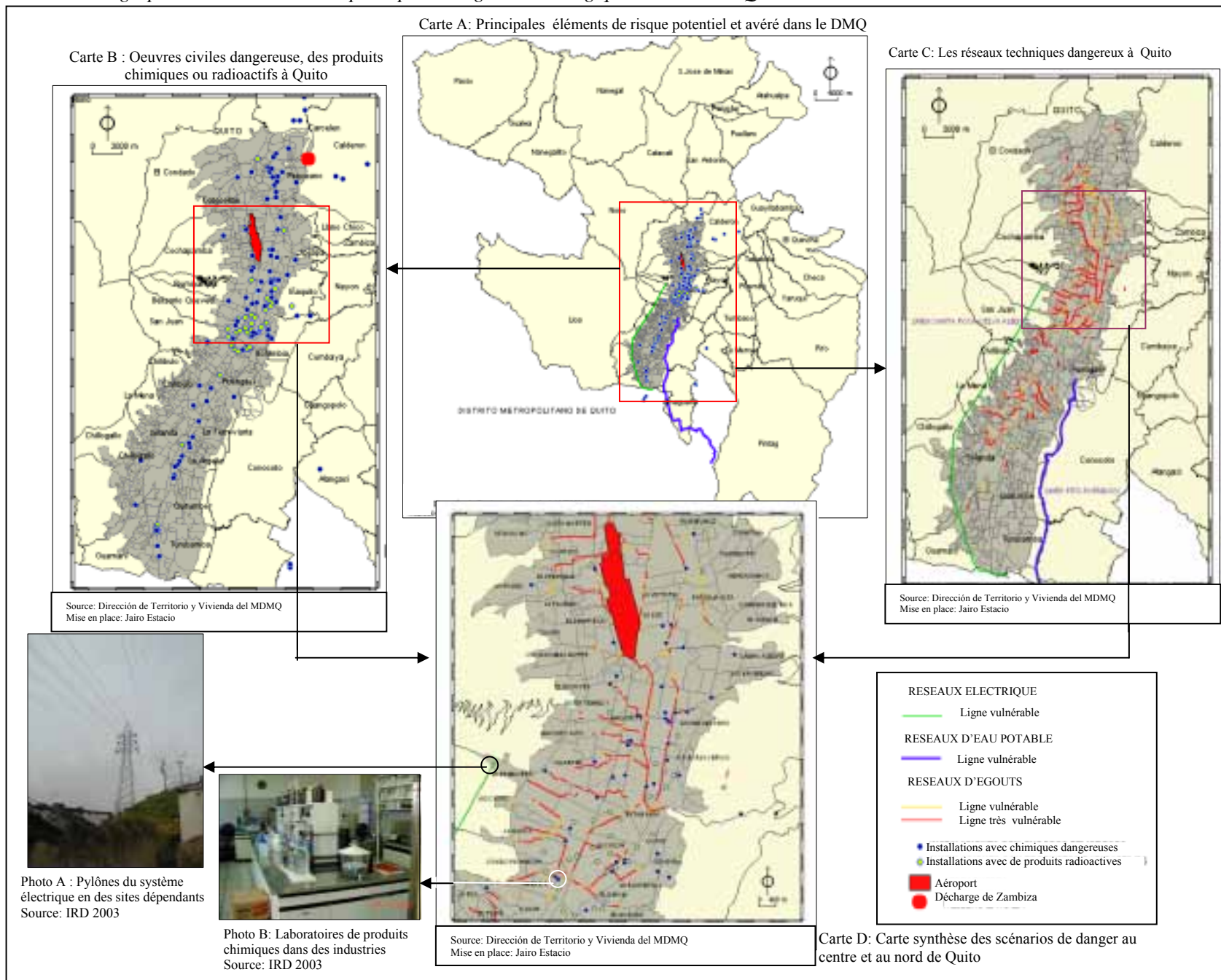
Source: Fondation Natura: Vallejo Diego, IRD: D'Ercole, Estacio Jairo 2003. Beaucoup de ces données furent obtenues par le Project de Système d'Information et de Risques dans le DMQ, l'IRD et le MDMQ.

D'après le tableau précédent les risques potentiels peuvent être évidents pour certains acteurs plus que pour d'autres. Par exemple, le problème de la décharge de Zambiza et la finalisation de sa vie utile, de même que les conséquences négatives sur l'environnement urbain et naturel

(Schéma 11, Carter B), ont mis en évidence la priorité de la part des acteurs politiques et institutionnels de rechercher de nouveaux endroits pour des décharges publiques qui seraient dirigées d'une manière technique et environnementale, en dépit des conflits avec la population en ce qui concerne le non respect de l'Ordonnance de l'Usage du Sol (journal « Hoy », 2002). Ce même type de conflit est à la base du thème de rationnement de l'énergie électrique (qui s'est dernièrement amenuisé avec l'apparition de nouveaux projets) (Schéma 11, Cartes A, B et C). Dans le système électrique l'existence de nombreux éléments anciens et le mauvais emplacement des pylônes du réseau dans des zones fortement inclinées (Schéma 11, Photo A) ont produit au moins 3 coupures annuelles dans les quartiers périphériques (EEQ, 2001).

Comme l'indique le Tableau 5 la concentration de divers dangers technologiques dans un même espace urbain a pour conséquence la densification des dangers distribués tout au long de la ville (Schéma 11, Carte D), où il existe des risques avérés et potentiels. Cette manière d'occuper le sol a, entre autres causes, l'indue ou manquante stipulation des réglementations du sol qui prendrait en compte la localisation de ce type d'installations, ainsi que des processus techniques inadaptés au fonctionnement (c'est le cas chaque fois moins récurrent des réseaux d'égouts, ou des lignes de distribution électrique ou d'eau potable).

Schéma 11: Cartographie et visualisation des principaux dangers technologiques dans le DMQ



## L'approvisionnement et le transport des combustibles dans le DMQ : un type de risque technologique

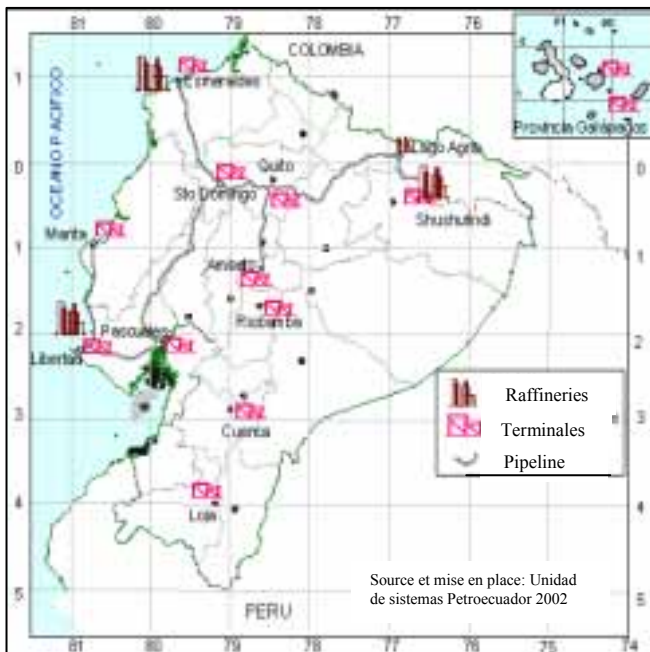
A l'intérieur de la gamme des risques d'origine anthropique et technologique dans le DMQ se trouvent ceux qui sont associés aux combustibles (stockage et transport), qui sont aussi ceux qui présentent plus de problèmes potentiels et avérés évidents ; leur type de gravité se partageant entre risques mineurs et risques majeurs. Ces risques possèdent une grande importance transcendantale dans la capitale de par la présence d'installations de stockage et le transport des combustibles, ce qui sera analysé plus bas.

La grande activité pétrolière de l'Equateur développée depuis les années 70 a nécessité l'installation d'infrastructures adaptées à son extraction, sa conduite, son traitement et sa distribution ; son activité génère deux types d'actions :

La première est liée au transport à travers le système d'oléoducs de pétrole brut lourd, depuis l'Amazonie jusqu'à des ports tels que Balao (*Schéma 12, Carte B*) pour son exportation. Cette activité constitue la seconde devise de rentrée économique du pays. Jusqu'en 2002 se produisaient environ 440 milles barils par jour de pétrole brut, desquels 270 milles barils par jour étaient exportés, et dont le prix par baril (selon les conditions socioéconomiques globales) oscillait entre 20 et 25 dollars (Petroecuador, 2002). La seconde action est liée au traitement et au raffinage du brut pour la production de combustibles, une activité qui génère une forte dynamique au niveau de la population, couvrant tout le territoire national. De grandes raffineries comme celles d'Esmeraldas ou de Shushufindi envoient des combustibles vers de similaires terminaux de stockage stratégiquement situés dans tous le pays (Quito, Ambato, Santo Domingo, Libertad et Manta) (*Schéma 12, Carte A*).

*Schéma 12: La localisation des installations d'activité pétrolière et de combustibles en Equateur.*

Carte A



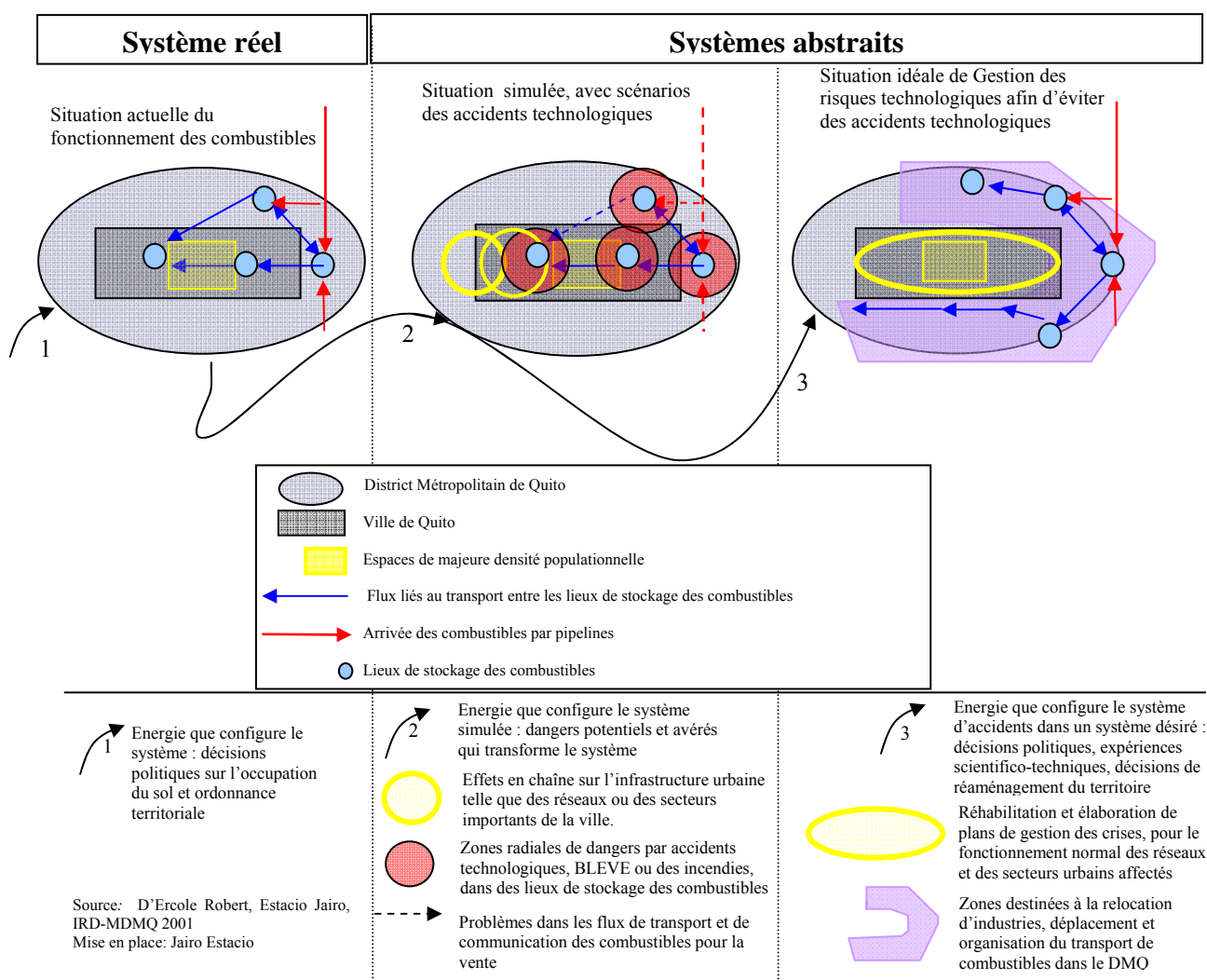
Carte B



## Fonctionnement des systèmes liés aux combustibles dans le DMQ

Le système relationnel de la gestion des risques technologiques va d'une situation réelle de fonctionnement jusqu'à une situation abstraite où apparaissent des scénarios possibles et potentiels d'accidents technologiques qui peuvent « changer » sa structure initiale. Cette force de changement à l'intérieur du système se définit en tant qu'« énergie » (Walliser, 1977) ou plus précisément, dans le domaine des risques technologiques, comme un événement cyndinique.<sup>37</sup> L'étape suivant la situation des « accidents » est l'étape de la gestion et de la réhabilitation, où sont incorporées des mesures (énergies) afin d'améliorer la prévention des risques technologiques dans la ville. Ce qui vient d'être mentionné est détaillé dans le Schéma 13.

Schéma 13: Systèmes urbains par rapport aux risques technologiques par combustibles dans le DMQ



### Système réel: Structure et dynamique d'approvisionnement des combustibles dans le DMQ

Le DMQ concentre physiquement de nombreux éléments qui sont importants pour l'alimentation de combustibles tant au niveau local que régional; nous avons ainsi des terminaux de stockage et des centres d'embouteillage (risque majeur) et de nombreux éléments mineurs de stockage de

<sup>37</sup> La cyndinique est la science des dangers, et elle s'associe à tous les dangers industriels que peuvent provoquer les effets et les conséquences qui transforment et dégradent les villes. André Dagome et René Dars, dans « Les Risques Naturels et Cyndiniques » (Collection : Que sais-je ? , Paris, 1999) signalent que la « cyndinique » doit déboucher sur la prévention pour maintenir l'ordre des systèmes initiaux.



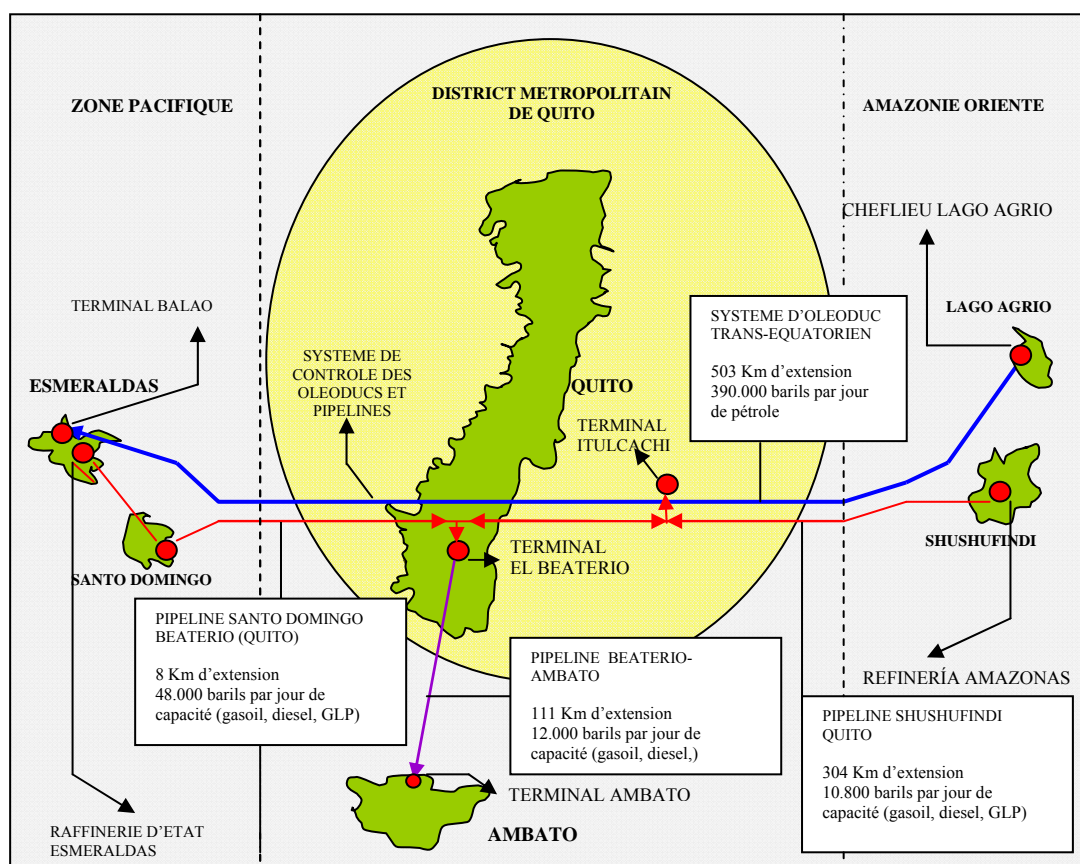
combustibles (risque mineur) qui correspondent à des lieux de vente du gaz et des stations-service. De plus, c'est un espace traversé par le SOTE (Système d'Oléoducs Trans-Equatorien) et par l'OCB (Oléoduc de Petrole Brut) qui sont les systèmes de transport du pétrole destiné à l'exportation, et par le pipeline; ce qui correspond à un important système national de transport des combustibles non seulement pour la consommation du DMQ mais aussi pour d'autres cités au sud du pays. (Cadre 6 et Schéma14)

Tableau 6: Les principaux éléments des combustibles et les caractéristiques concernant leur fonctionnement

Eléments	Activité	Stockage	Risque
Oléoducs	Transport de pétrole lourd	300 milles barils par jour en moyenne	Majeur
pipelines	Transport de gasoil, diesel ou GLP	Environ 30 milles barils par jour	Majeur
Terminaux de stockage	Stockage des combustibles liquides ou liquéfiés	Beaterio: 80000 m3 de combustibles liquides, 800- 3500 m3 GLP Itulcachi: 15000 m3 de GLP, 5000 m3 de combustible liquide	Majeur
Centres d'embouteillage	Traitement commercial du gaz GLP en cylindres.	Congas: 2000 m3 GLP AGIP Gaz: 10000 m3 GLP	Majeur
Centres d'approvisionnement	Lieux qui stockent des cylindres de gaz pour la vente en gros	Entre 1500-2500 bouteilles de gaz GLP qui contiennent entre 14 et 100 m3	Mineur
Centres de débit du gaz	Stockage de cylindres de gaz pour la vente au particulier	De 2,40 m3 jusqu'à 26,6 m3 (50-300 bouteilles de gaz)	Mineur
Stations de gaz centralisés	Stockage de grandes quantités pour la consommation interne	1,5 a 20,8 m3 selon l'activité	Mineur
Stations-service	Stockage et vente de gasoil	60 a 100 m3 (stations-service considérées importantes)	Mineur
Autres (cas de l'aéroport)	Stockage des combustibles pour le trafic aérien	120 m3 gasoil	Mineur
Camion citerne	Transport de combustibles liquides et liquéfiés	10- 50 m3	Mineur

Source : Cette information correspond au document de *relocation des sphères de GLP du Beaterio*, émis le 12 juin 1995 par le gouvernement municipal de Jamil Mahuad. Les données sur d'autres stocks ayant un danger mineur ou majeur proviennent de D'Ercole Robert et Estacio Jairo (IRD-MDMQ) 2001. Mise en place: Jairo Estacio

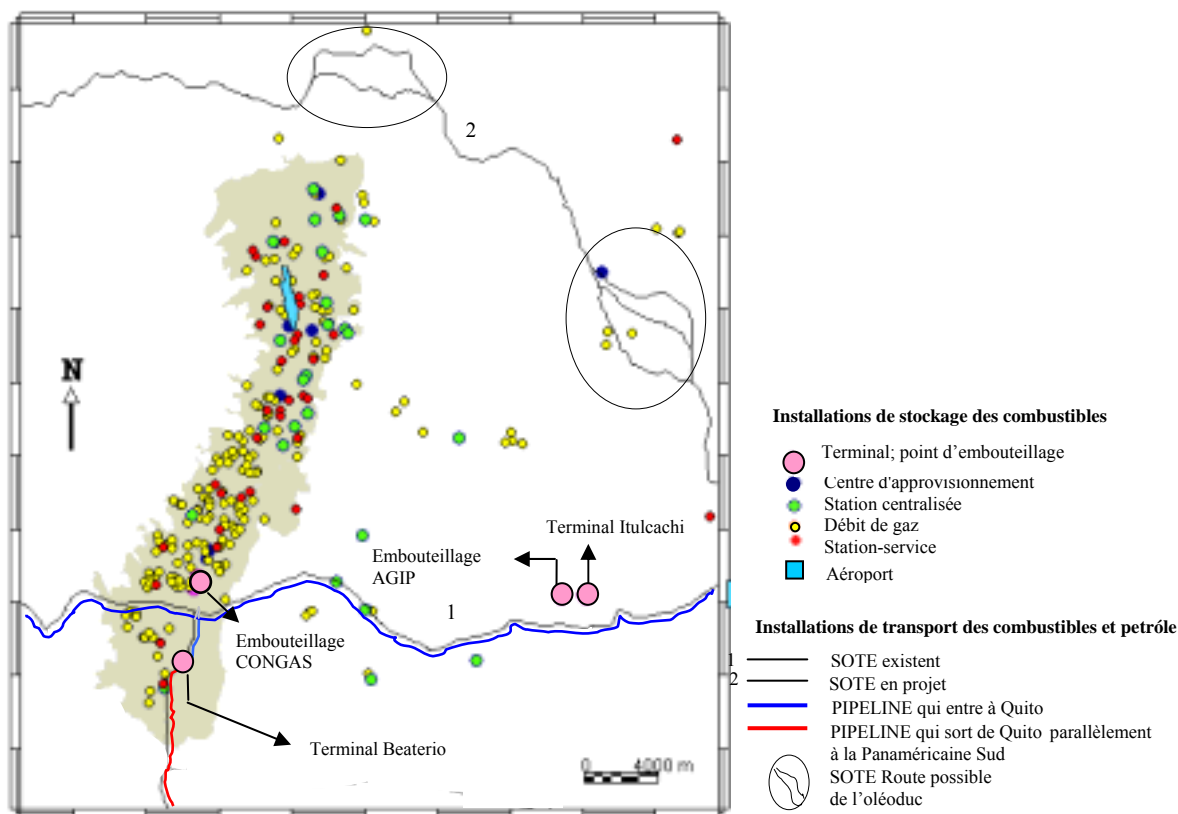
Schéma14: Les routes de distribution des hydrocarbures par oléoducs et pipelines\*



Source: Petrocomercial, Terminal Beaterio, 2001\* Dans ce schéma la nouvelle construction de l'oléoduc trans-équatorien n'a pas été prise en compte puisque ce projet s'est terminé en 2003 et qu'il n'y a pas encore d'information à son sujet. Mise en place: Jairo Estacio (2003)

La majorité des éléments de risque mineur se situent dans des espaces urbains consolidés au sud, au nord et au centre de Quito. Les terminaux et les fabriques de mise en bouteille se situent principalement au sud du DMQ et près du SOTE, les pipelines et les voies de premier ordre constituant des artères de communication avec le reste du pays comme l'est la Panaméricaine Sud. Cette localisation facilite le transport de combustibles lourds provenant de la raffinerie d'Esmeraldas et de l'Amazonie équatorienne (Schéma 15).

Schéma 15: La localisation des installations de combustibles dans le DMQ



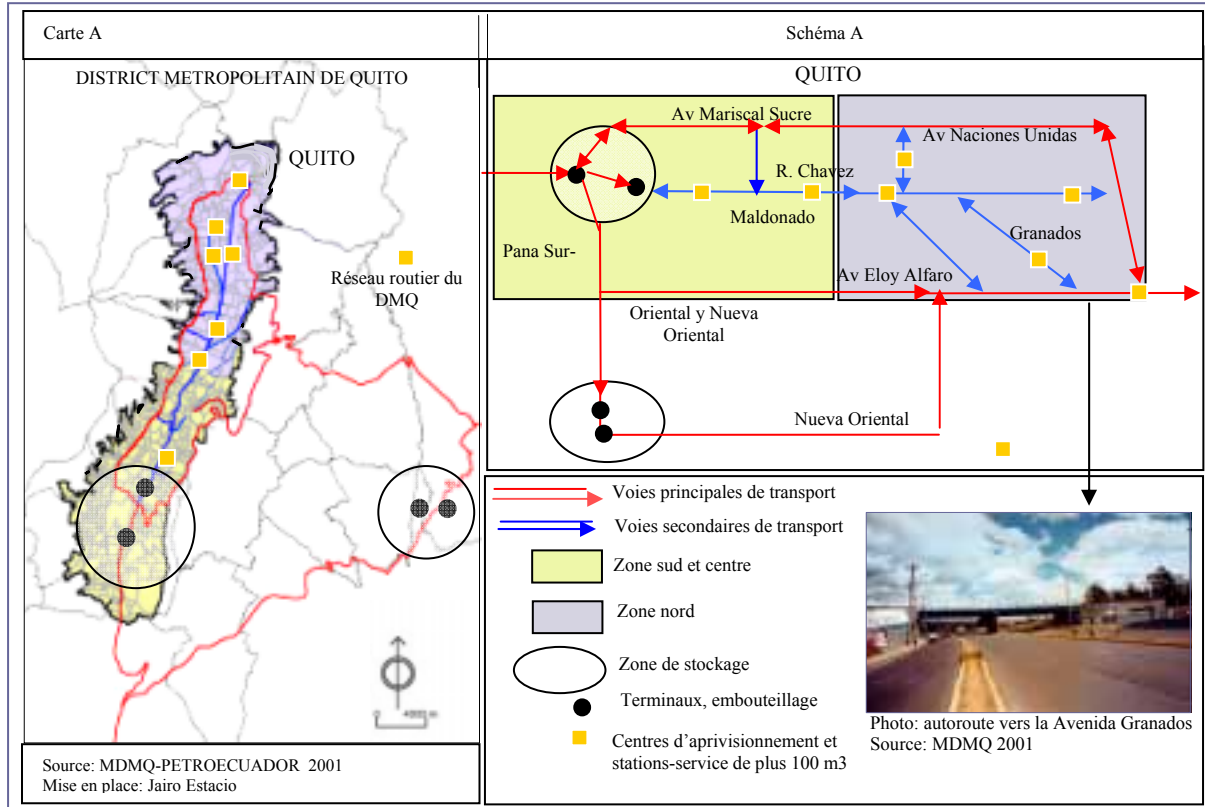
Source: D'Ercole, Estacio Jairo, IRD-MDMQ 2001  
Mise en place: Jairo Estacio (2003)

### Flux des éléments liés au transport

A l'intérieur du DMQ, le transport de combustibles liquides se réalise avec des camions citernes spécialisées, depuis le terminal du Beaterio (lieu de majeure concentration) jusqu'à différents endroits, principalement les grandes stations-service du nord de la ville. En ce qui concerne la distribution et la vente de cylindres de gaz, elles s'effectuent par l'intermédiaire de camionnettes qui sillonnent la ville, allant depuis les fabriques de mise en bouteille (CONGAS ou AGIPgas) jusqu'au lieux de vente, principalement situés au sud de Quito, le long de voies importantes et d'axes transversaux ; cette dynamique est la plus commune et quotidienne (Schéma 16, Carte A).

Le transport de ces produits s'effectue à des heures de faible densité véhiculaire (surtout très tôt le matin). Les voies utilisées et préférentielles sont : l'Orientale – Panaméricaine Sud, l'avenue Eloy Alfaro et l'avenue 6 de Diciembre. Au nord de la ville les voies secondaires sont : Granados et Naciones Unidas ; alors qu'au sud ce sont : Maldonado, Rodrigo de Chávez et Av. Mariscal Sucre (Schéma 16, Schema A).

Schéma 16: Le fonctionnement du système de transport de combustibles



### Hiéarchie des installations de combustibles<sup>38</sup>

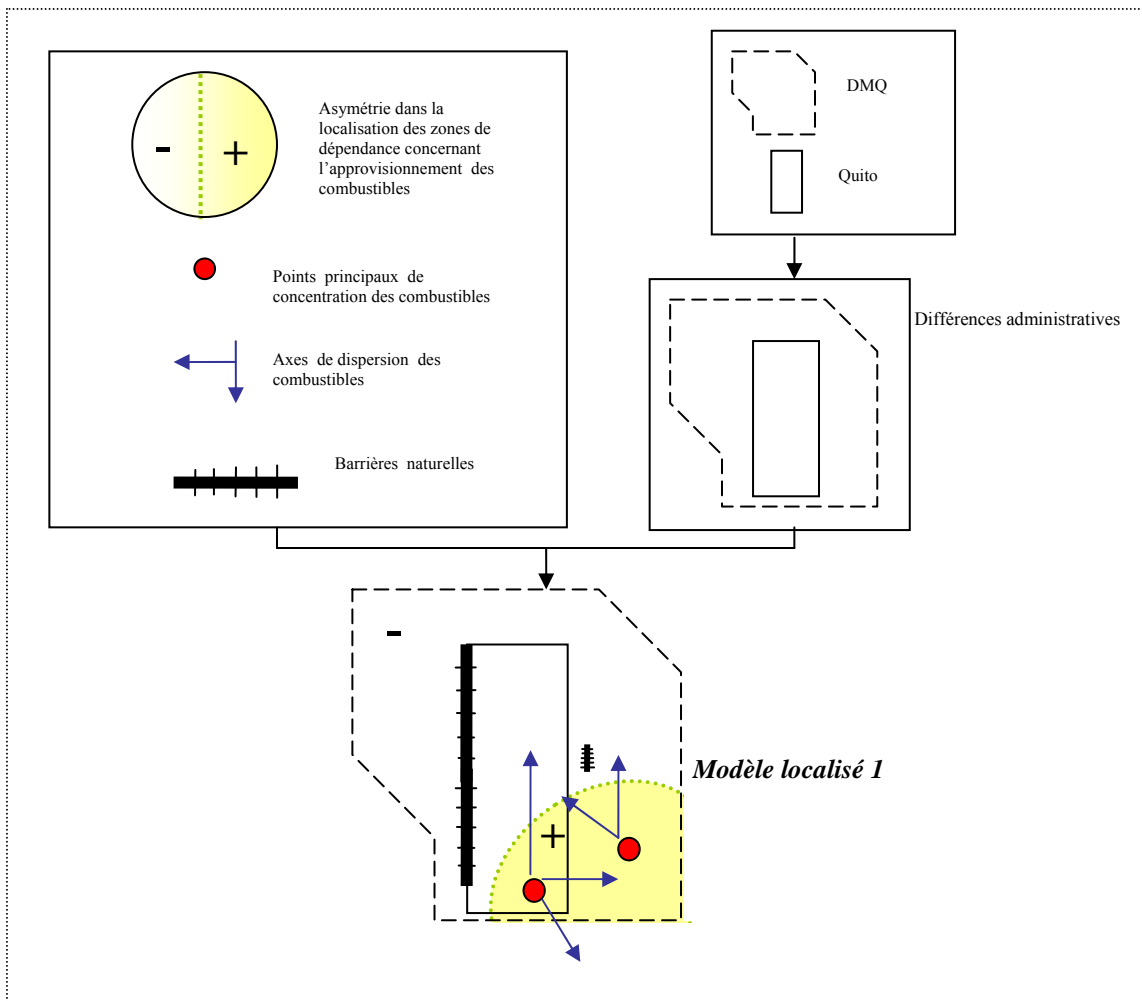
Pour la hiérarchisation des différentes installations de combustibles dans le DMQ on a utilisé la *chorématique*<sup>39</sup>, qui part de l'identification de la *dissymétrie* en relation avec la localisation et la *dynamique* relationnelle de ses éléments. Pour cela on a considéré un *chorème* général et un autre plus détaillé, impliquant les types d'éléments (points de stockage des combustibles, grands réservoirs de cylindres de gaz et stations-service).

**Dissymétrie de localisation :** la localisation des installations de grande concentration de combustibles permet de différencier les pôles d'activité majeure et de flux dans des espaces intérieurs et extérieurs du DMQ. Le *Schéma 17*, par l'intermédiaire du modèle localisé 1 (*chorème*) marque l'asymétrie de la concentration (quasi ponctuelle) des éléments de distribution par rapport au reste du territoire.

<sup>38</sup> Cette hiérarchie ne prend pas en compte le système d'oléoducs qui passent par le District, dû au manque d'informations et d'études.

<sup>39</sup> Selon Brunet Roger dans « Les mots de la géographie », la chorématique est la grammaire des *chorèmes*. La science (ou art) du traitement des chorèmes et l'interprétation des structures spatiales par la reconnaissance et la composition de *chorème*. Un *chorème* est une structure élémentaire de l'espace géographique. Les *chorèmes* peuvent être représentés par des modèles (...) et correspondent à des lois de l'organisation spatiale : maillages, treillages, dissymétries, gravitation, fronts et affrontements, interfaces et synapses sont à l'origine de *chorèmes*. Le *chorotype* est la composition de *chorèmes* récurrente, exprimant des structures plus ou moins complexes à l'intérieur d'un espace.

Schéma 17: Les installations d'approvisionnement de combustible importants dans le DMQ



Source : D'Ercole, Estacio IRD-MDMQ, 2003  
 SHIM -DMTV du MDMQ 2003  
 Mise en place : Jairo Estacio (2004)

**Dynamique relationnelle des éléments qui interviennent dans l'approvisionnement de combustibles.** La hiérarchie des Eléments qui interviennent dans l'Approvisionnement des Combustibles (ELAC) est principalement relative à la quantité de combustible (cas des grands terminaux avec des petits et moyens points de vente de 40 à 100 m<sup>3</sup>) et au degré d'importance des voies utilisées pour leur distribution (Schéma 18).

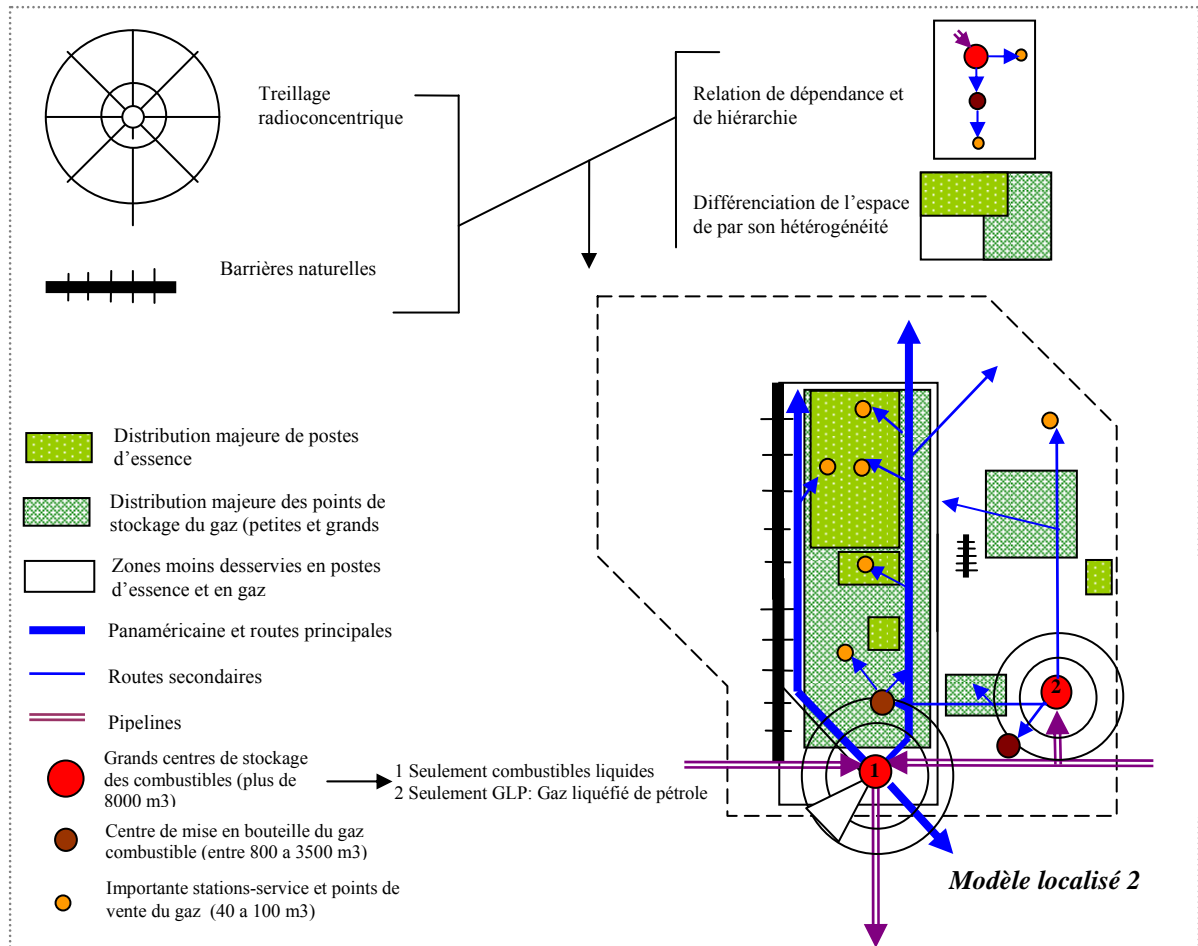
La réflexion faite concernant la dissymétrie dans le *chorème* initial permet de distinguer la forte dépendance du DMQ par rapport aux terminaux de stockage et la distance à parcourir pour l'approvisionnement. Cette dépendance marque une hiérarchie relationnelle à travers le transport par routes et pipelines. D'autre part, la gravitation des centres d'embouteillage du gaz autour des points de stockage des combustibles est bien gouvernée par l'attraction de coûts économiques moindres, puisque plus grandes sont les distances que doivent couvrir les principaux points d'embouteillage, plus élevé est le prix du transport.

L'utilisation du gaz comme source d'énergie est commune dans le DMQ. Elle s'établit par l'intermédiaire d'une dynamique importante qui part du terminal 2 (Itulcachi)<sup>40</sup> vers des points

<sup>40</sup> La localisation de ce terminal est récente (2003) et entraînera dans le futur d'autres dynamiques consolidées en un système routier plus homogène dans le DMQ.

de vente principalement situés au sud et à l'est de la ville. Au contraire, la dynamique relationnelle du terminal 1 (Beaterio) est plus importante au nord de la ville de Quito, du fait de la localisation des grandes réserves dans le secteur de l'aéroport et de l'utilisation du combustible dans des activités domestiques et industrielles.

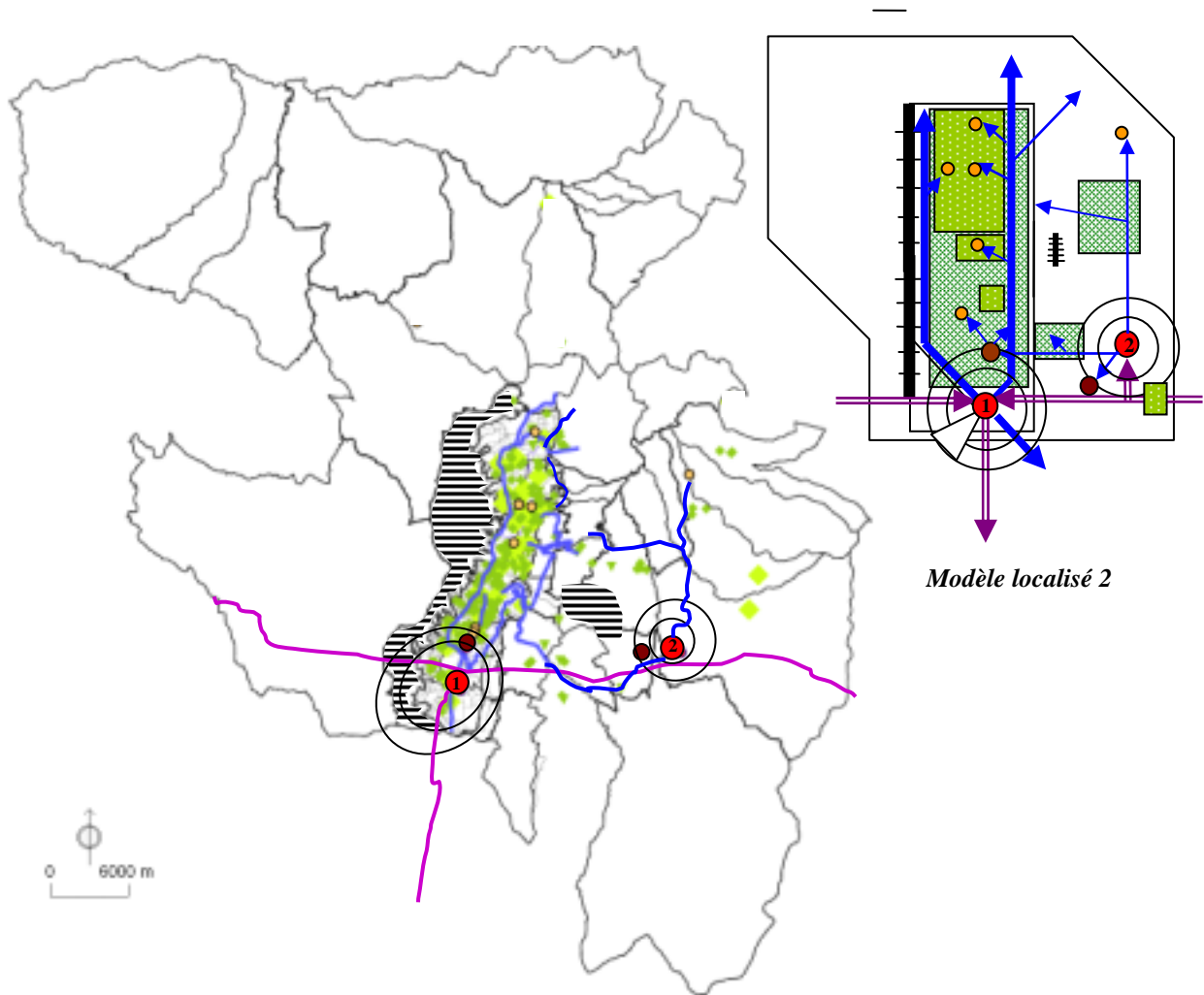
Schéma 18: La dynamique relationnelle des combustibles dans le DMQ



Source : Projet D'Ercole, Estacio IRD-MDMQ, 2003  
 SIIM -DMTV du MDMQ 2003  
 Mise en place : Jairo Estacio (2004)

Le modèle *localisé 2* montre de manière générale la modélisation graphique de la hiérarchisation des éléments qui interviennent dans l'approvisionnement des combustibles sur le territoire du DMQ. Si on incorpore ce modèle à la cartographie du DMQ ou pourra réaliser une comparaison entre deux niveaux d'information et observer les distorsions spatiales (*Schéma 19*).

Schéma 19: comparaison cartographique entre le modèle de localisation et la dynamique des combustibles dans le DMQ



Source: MDMQ- Unité d' Information Métropolitaine 2000  
 Mise en place: Jairo Estacio (2004)

Modèle	Carte	Description	Observation
		Majeure distribution de postes d'essence	
		Majeure distribution de centres de stockage du gaz	Sur la carte, principaux points de ventes des cylindres de gaz
		Zones moins desservies en gaz et en postes d'essence	
		Panaméricaine et routes principales	
		Routes secondaires	
		pipeline	
		Contraintes	
		Grands centres de stockages de combustibles (plus de 8000m3)	1 Seulement combustibles liquides 2 Solo GPL: Gaz de pétrole liquéfié
		Centres d'embouteillage de gaz combustible (entre 800 et 3500 m3)	
		Grandes stations d'essence et points de vente du gaz (de 40 à 100 m3)	

## Système simulé: Risques potentiels des importantes installations de combustibles

### Accidents importants lié aux combustibles

Au cours des trois dernières années les medias ont donné des informations sur les accidents à risque avéré majeur, liés dans leur ensemble au transport des combustibles et du pétrole lourd (c'est-à-dire des accidents de la route ou concernant les oléoducs et les pipelines). En ce qui concerne le pipeline il présente actuellement plusieurs problèmes :

- a) Il représente une tuyauterie ancienne construite avec une technologie « bonne à son époque », mais qui n'a pas été renforcée depuis (s'inclut dans la même technologie que le SOTE).
- b) Ne dispose pas d'une fibre optique (nécessaire pour ce type de structures), similaire à celle du système OCP, et avec laquelle il est possible d'avoir un contrôle sur les chutes de pression, les ruptures ou les fuites (aussi petites soient elles).
- c) Sa structure n'est pas solide dans plusieurs secteurs, ce qui produit des fuites constantes du fluide.
- d) Il n'y a pas de contrôle ni de vigilance pour éviter des événements sociaux (vols et vandalisme), fréquents dans l'actualité.

Evidemment ces faits ont entraîné la diminution de la quantité qui doit aller aux terminaux Beaterio et Itulcachi, ainsi qu'un problème dans l'économie du DMQ et du pays ; mais, plus que tout, ils représentent un risque important pour ceux qui pratiquent le vol, pour la population environnante (quand il y a des zones peuplées aux alentours) et pour l'environnement (voir plus bas le cas de l'accident Chillogallo).

Le manque de vigilance empêche la détection rapide de fuites à l'intérieur de zones sujettes à des séismes et des phénomènes morpho-dynamiques, (même dans le cas du SOTE) (*Annexe 6*) ; cette déficience combinée avec des facteurs externes de risque social a provoqué plusieurs accidents, parmi lesquels :

**Incendie du pipeline dans le quartier Santa Rosa de Chillogallo.** En décembre 2002 les lignes du pipeline proches du ravin Santa Rosa de Chillogallo furent attaquées par un groupe de personnes qui essayèrent de voler du GLP ; la conséquente rupture déversant une quantité de combustibles qui ne fut pas contrôlée à temps, formant une flaque (atmosphère explosive), et qui se termina par un incendie et une explosion qui affectèrent de manière significative le secteur voisin : 1 mort, 30 blessés graves (brûlures et asphyxies), 15 maisons détruites et des dégâts environnementaux.

**Déversement de pétrole brut à Papallacta.** En avril 2003, le passage de tracteurs sur une terre non compacte dans un secteur où le SOTE est enterré à seulement 1,10 mètres de profondeur, provoqua la rupture du tube; un glissement de terrain occasionné par de fortes pluies a amplifié l'accident qui a généré un déversement de pétrole brut jusqu'à la réserve Cayambe Coca et ensuite dans les rivières Sucos et Tambo pour atteindre finalement le lac de Papallacta<sup>41</sup> et recouvrir 50% de sa superficie. Presque 10 heures plus tard on essaya d'aspirer le pétrole déversé, mais le mécanisme fut insuffisant (*Schéma 20*, Photo A et Photo B).

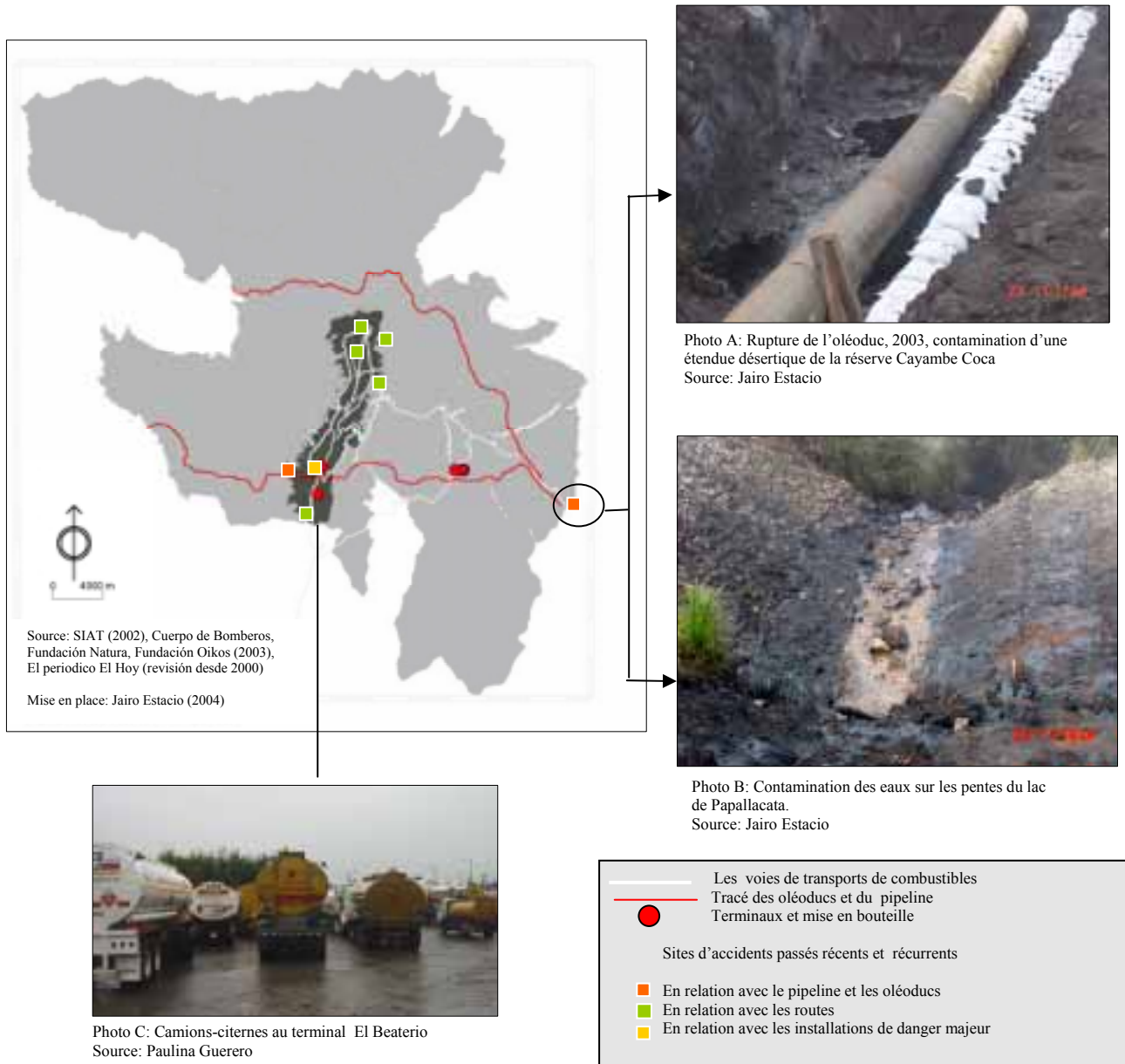
Des secteurs voisins , et particulièrement le lac, furent affectés par de hauts degrés de pollution dus à la quantité d'éléments chargés en hydrocarbures toxiques et de métaux lourds comme le vanadium, qui peut se maintenir pendant 10 ans dans l'environnement. Selon Victor Granadillo, de l'Université de l'Etat de Zulia au Venezuela, le vanadium est capable d'entraîner des changements génétiques chez les plantes, les animaux et les êtres humains.

---

<sup>41</sup> Le lac de Papallacta constitue un élément important dans la structure du système d'Eau Potable puisque c'est de là que provient l'approvisionnement d'un sixième de la population de Quito.

Le système OCP longe le lac de Papallacta et continue ensuite sa route parallèlement au SOTE ; ce nouvel oléoduc n'est pas construit avec la technologie et les mesures nécessaires pour réduire les impacts dans le cas d'un déversement (Action Ecologique, 2002).

Schéma 20: Les lieux préférentiels des accidents suscités par des combustibles dans le DMQ



### Accidents de combustibles sur les voies du DMQ

Ces accidents, limités dans leur registre, sont les plus communs et récurrents et sont causés par l'irresponsabilité des conducteurs qui ne respectent pas le code de la route et qui ne connaissent pas les risques immédiats impliqués par le transport de matériel dangereux (Schéma 20, Carte A et Photo C). Les cas de majeure importance qui ont été enregistrés sont décrits dans le Tableau 7.



Tableau 7: accidents dans le DMQ occasionnés par le transport terrestre de combustibles

DATE	LIEU	TYPE DE VEHICULE	CAUSE	EFFET
13 mai 2000	Panaméricaine Sud	Camion	Pour dépasser, un camion citerne passe sur la voie opposée.	Déversement de combustible liquide
12 mars 2000	Santa Rosa	Camion CONGAS	Traverse la voie opposée	Choc latéral angulaire de la citerne de gaz GLP
11 mars 2000	Av. Simón Bolívar	Camion DURAGAS	Perte du contrôle physique du véhicule pour prendre un virage trop vite	Chute de la citerne de gaz GLP
30 mars 2001	Panaméricaine Nord. (au nord-est du fleuve Pisque)	Camion-citerne	Perte du contrôle physique du véhicule pour cause d'une faille mécanique prévisible des freins (cristallisation)	Renversement de la citerne
18 aout 2001	Av Córdoba Galarza et calle Bolivar (Sector Pomasquí)	Camion-citerne	Perte du contrôle physique du véhicule pour cause d'une faille mécanique des freins	Renversement, choc et destruction
26 mai 2001	10 de Agosto et rue Los Eucaliptos	Camion-citerne	Non respect des panneaux et des règles de circulation	

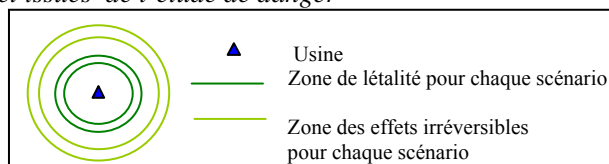
Source: SIAT (Service de Recherche des accidents de la route de la Police Nationale)-Fondation Natura 2000-2001, et D'Ercole, Estacio IRD-MDMQ, 2003

Mise en place Jairo Estacio (2002).

### Les zones de danger des lieux de stockage des combustibles dans le DMQ

La représentation cartographique des zones de danger des installations des combustibles dans le DMQ part d'une vision *déterministe*<sup>42</sup> (Schéma 21). Dans ce cas, on a pris en compte les scénarios de BLEVE (explosion de gaz inflammable liquéfié en ébullition) pour des combustibles GLP, et les scénarios BOIL OVER (boule de feu de grande dimension et projection de produits inflammables) pour des combustibles liquides<sup>43</sup>. La méthode déterministe, déjà considérée en France depuis l'expérience de Toulouse (Annexe 7), a été considérée dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le DMQ », et part du critère général des quantités et des types de combustibles (liquides et liquéfiés) stockés dans les différentes installations<sup>44</sup> (Tableau 8).

Schéma 21 : Zones d'effet issues de l'étude de danger



Source: Zimmerman E. (1994), et Hiegel (2002)

Mise en place: Jairo Estacio

Les distances déterministes sont la base de l'élaboration de la cartographie des zones de danger des installations de combustibles dans le DMQ (Schéma 22, Cartes A et B).

<sup>42</sup> La forme déterministe considère des zones ou rayons de « danger » autour des établissements à risque (Schéma 21), établis selon les effets maximaux d'une industrie, sans considérer les agents externes (comme les facteurs météorologiques) (Zimmermann, 1994).

<sup>43</sup> Il existe des références en ce qui concerne la considération de zones établie par la DRIRE et l'INERIS : la première est le rayon de risque majeur Z1 qui est caractérisé par des effets mortels (la mort d'1% des personnes présentes), et la seconde est le rayon de risque mineur Z2 où les effets sur 10% des victimes sont considérés comme irréversibles.

<sup>44</sup> Ces distances sont évaluées sous la supervision de techniciens spécialistes de l'institution PETROECUADOR (organisme d'état équatorien qui contrôle la production, le transport et le traitement du pétrole) et la Fondation Natura (organisme de protection environnementale).

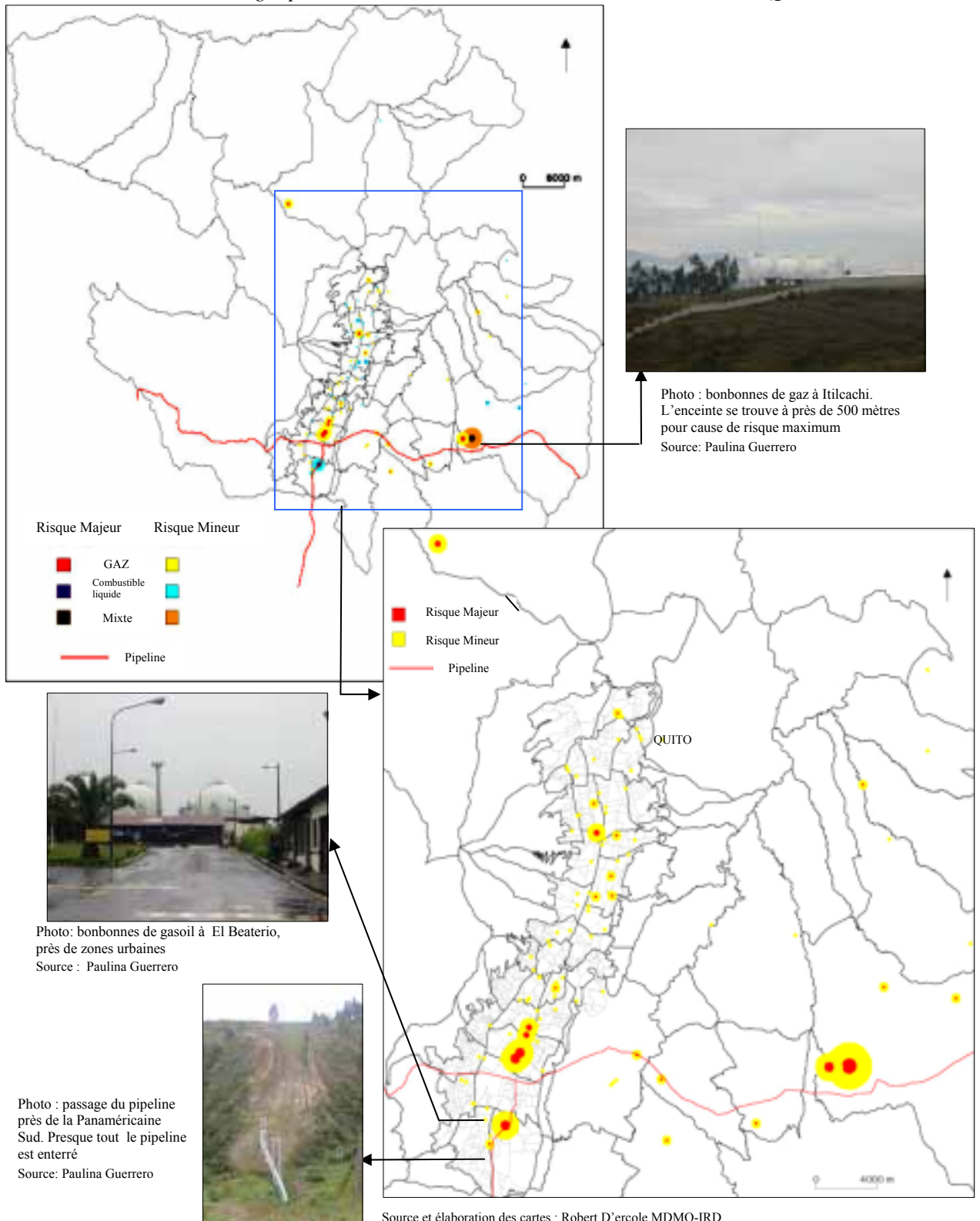
Tableau 8: Limitations des zones de danger

	Rayon risque majeur (en m)	Rayon risque mineur (en m)	GAZ	Combustibles liquides
Niveau 1	500	1500	15000 m3 (Itulcachi)	Non représenté
Niveau 2	400	1200	Non représenté	Non représenté
Niveau 3	300	900	800-3500 m3	80000 m3 (Beaterio)
Niveau 4	200	600	50-100 m3	5000 m3 (Itulcachi)
Niveau 5	100	300	15-50 m3	50-120 m3
Niveau 6	50	150	5-10 m3	20-50 m3

Source: IRD-PETROCOMERCIAL, 2004

Mise en place: Robert D'Ercole

Schéma 22 : les zones de danger potentiels des installations de combustibles dans le DMQ



Source et élaboration des cartes : Robert D'Ercole MDMQ-IRD

Dans le *Schéma 22*, la Carte A différencie le type d'installations de stockage (gasoil, GLP, ou mixte) et la Carte B montre les installations dangereuses avec leurs zones de danger à une échelle moindre (ville de Quito). Sur les deux cartes on peut observer que la plus grande partie des installations dangereuses se trouvent concentrées au sud de la ville de Quito et du DMQ.

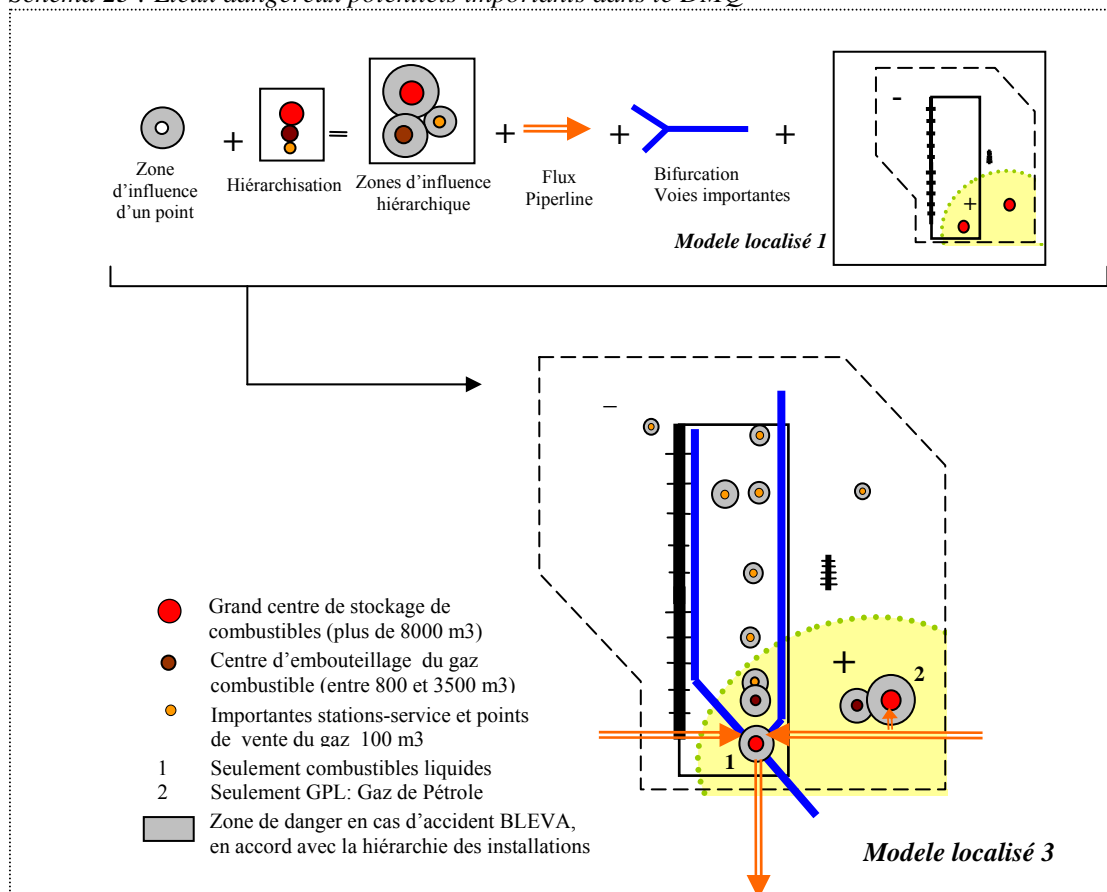
### Relation des installations dangereuses avec la structure urbaine du DMQ

Pour déterminer la relation entre les installations dangereuses et la structure même du DMQ on a considéré la chorématique à l'intérieur d'une comparaison de deux types d'éléments :

- L'un est le résultat des zones avec des sites dangereux (déjà analysés), et
- L'autre réside dans la fonctionnalité et l'organisation de l'espace urbain, ses dynamiques territoriales et les différences d'usage du sol.

Dans le premier cas on a considéré les zones des ELAC des grandes installations de stockage de combustibles avec plus de 100 m<sup>3</sup>, (terminaux, centres d'embouteillage, stations-service et centres d'approvisionnement), prenant aussi en compte les cartes du *Schéma 22* et le *Modèle localisé 1* du *Schéma 17*. Le résultat de cette union est représenté dans le *Modèle Localisé 3* du *Schéma 23* et nous permet d'observer une *dissymétrie du danger*, c'est-à-dire une majeure concentration du danger et des scénarios d'accidents au sud-est du DMQ.

*Schéma 23 : Lieux dangereux potentiels importants dans le DMQ*



Source: MDMQ-IRD Programme "Systèmes d'Information et risques dans le DMQ" 2004  
 Mise en place: Jairo Estacio

Dans le second cas, il ressort d'une analyse générale que le DMQ, dans ses espaces de consolidation urbaine, présente des activités propres à une métropole/capitale (fonctions administratives, commerciales et industrielles, par exemple) et, dans ses espaces ruraux, des activités agricoles de grande envergure qui génèrent des devises et des rentrées productives non

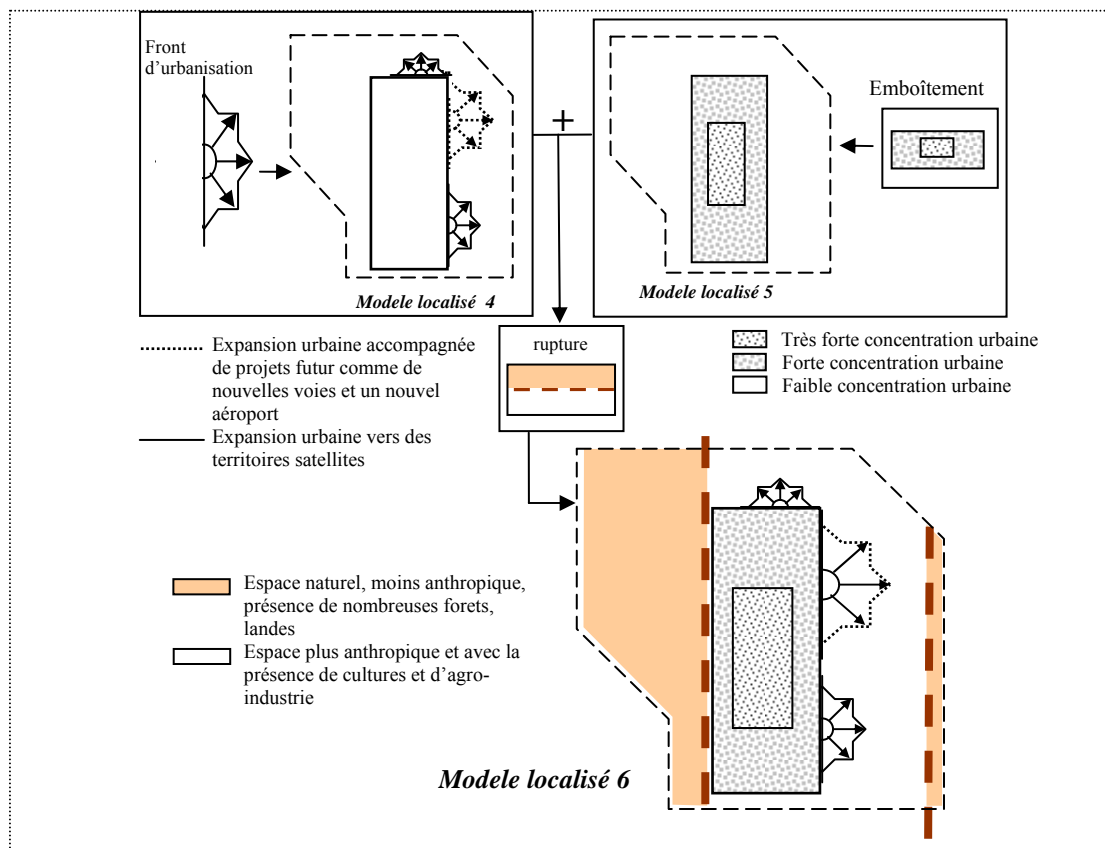
seulement pour la ville mais aussi pour le pays (production de fleurs par exemple). A cela s'ajoute l'intérêt politique de développer ces espaces avec des projets futurs (par exemple le nouvel aéroport et le nouveau système de voies orientales) qui permettront de décongestionner et de dynamiser les zones de grande consolidation urbaine en incorporant des territoires du district et en développant des voies de consolidation.

En allant dans ce sens on peut observer un *front d'urbanisation* établi par des politiques de planification<sup>45</sup>. Cependant, il existe des centres peuplés et d'importants projets futurs qui se consolident comme des chefs-lieux du district (cas de Cumbayá et Tumbaco) (*Schéma 24, Modèle localisé 4*).

D'autre part il existe un *emboîtement* d'espaces de concentration urbaine, dans le sens que l'espace le plus urbain obéit à une relation de croissance centre-périphérie qui diminue plus on avance dans le district (*Schéma 24, Modèle localisé 5*).

A tout cela s'ajoute une apparente *rupture* en ce qui concerne la vocation de l'usage du sol du DMQ. D'un côté il existe des espaces apparemment « plus naturels que d'autres » ou « moins soumis à des actes anthropiques que d'autres ». C'est-à-dire qu'il existe des espaces destinés à rester vacants et des espaces destinés à recevoir des activités agroindustrielles, des projets futurs et des usages résidentiels (*Schéma 24, Modèle localisé 6*).

Schéma 24 : les structures urbano-spatiales importantes dans le DMQ

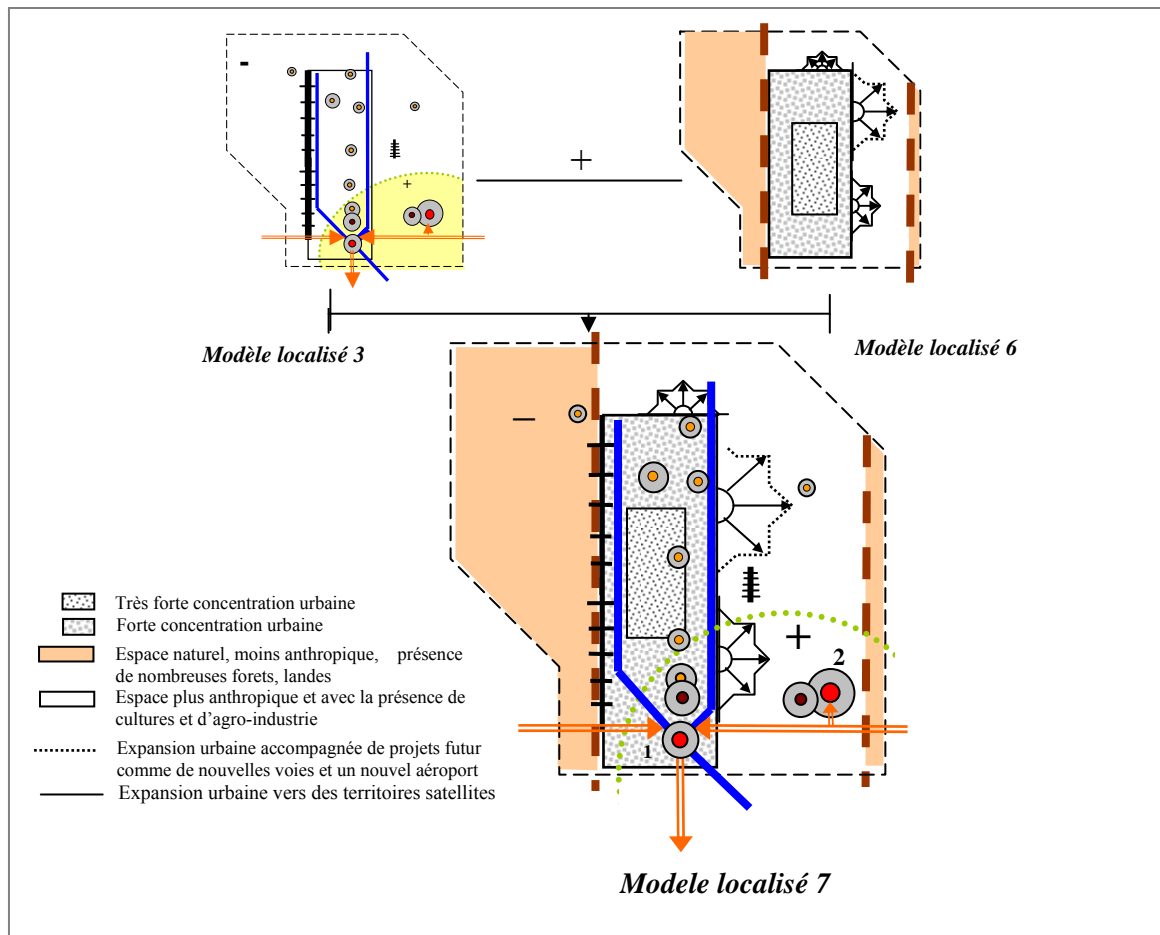


Source: MDMQ-IRD Programme "Systèmes d'Information et risques dans le DMQ" 2004  
 Mise en place: Jairo Estacio 2004

<sup>45</sup> La croissance urbaine de ces zones fut planifiée avec des périodes de temps à court, moyen et long terme, comprises entre 5, 10 et 20 ans respectivement (étapes d'incorporation du sol urbain).

Une fois obtenus les éléments de départ pour établir la relation des installations dangereuses en fonction de la structure urbaine, le pas suivant est l'analyse, reflété dans la fusion de ces éléments (*Modèle localisé 3* et *Modèle localisé 6*) dont le résultat est le *Modèle localisé 7* du *Schéma 25*.

*Schéma 25 : Relation entre les dangers potentiels des combustibles et les structures spatiales urbaines importantes dans le DMQ*



Source: MDMQ-IRD Programme "Systèmes d'Information et risques dans le DMQ" 2004  
 Mise en place: Jairo Estacio 2004

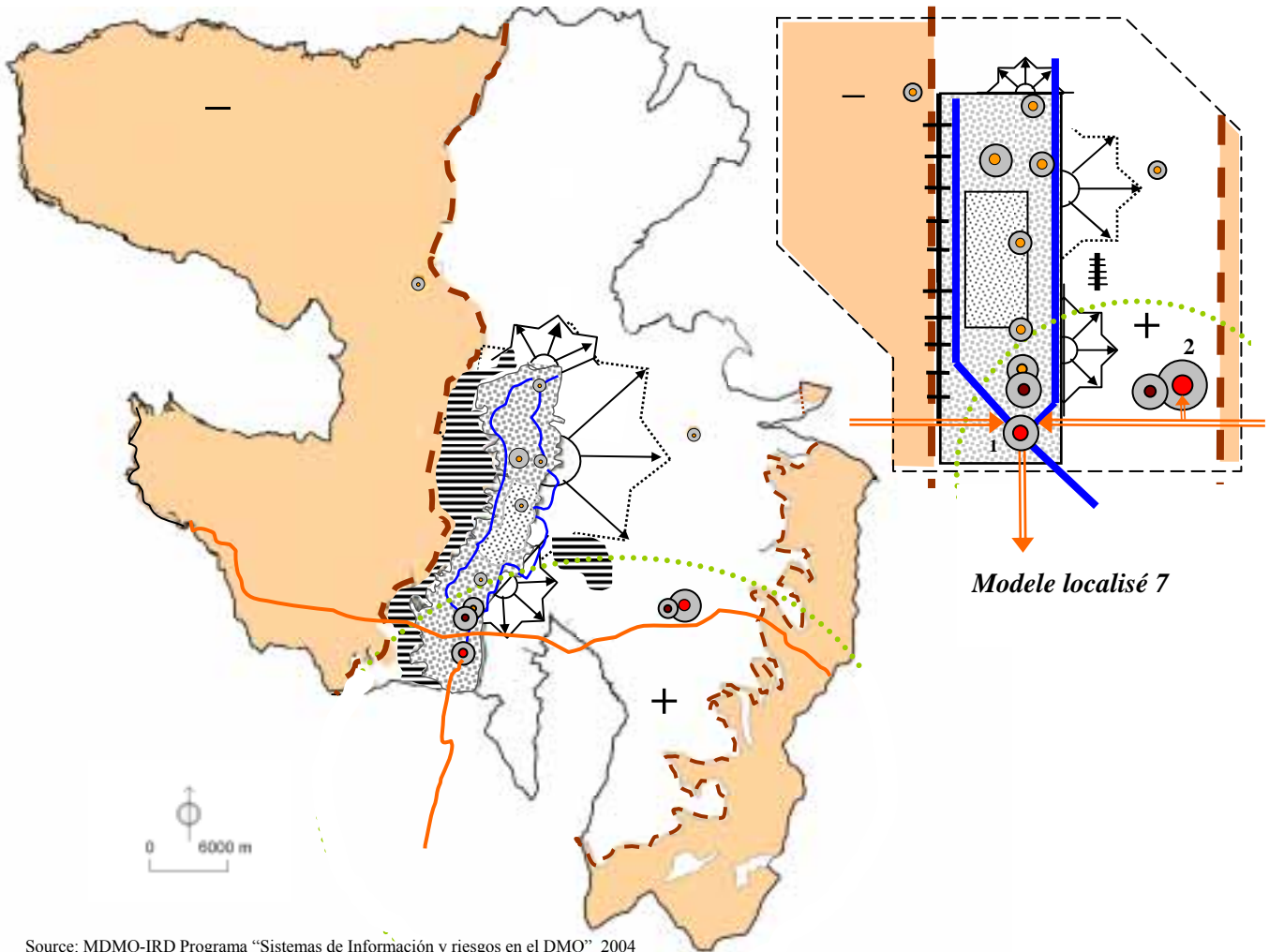
Le *Modèle localisé 7* permet de différencier trois types d'espace clairement identifiables :

1. Les zones de danger des terminaux et des centres d'embouteillage situés dans des secteurs urbains consolidés au sud de la ville de Quito.
2. Un espace moins consolidé mais où il existe des fronts d'expansion urbaine et probablement des activités industrielles et agricoles qui peuvent constituer dans le futur de nouveaux espaces de vulnérabilité.
3. Des zones de danger ponctuelles avec des lieux de stockage du gaz et des stations-service, surtout dans des secteurs fortement peuplés de Quito.

Il faut signaler que le danger associé aux voies et pipelines peut être affecté par le rayon d'action de certains ELAC comme dans le cas des terminaux et des centres d'embouteillage.

Pour établir les zones effectives d'affectation du danger, à un niveau géographique spatial, on a introduit les éléments considérés dans le *Modèle localisé 7* à l'intérieur d'une cartographie qui représente la structure réelle du territoire (*Schéma 26*) et dans laquelle on peut observer que la majorité des installations dangereuses se trouvent concentrées au sud du DMQ et de la ville de Quito.

Schéma 26 : Comparaison cartographique entre le modèle de dangers technologiques et la structure urbano-spatiale du DMQ



Source: MDMQ-IRD Programa "Sistemas de Información y riesgos en el DMQ" 2004  
 Mise en place: Jairo Estacio 2004

Modèle	Carte	Description	Observations
● (Large Red)	● (Large Red)	Grands centres de stockage des combustibles (plus de 8000 m3)	1 Seulement combustibles liquides 2 Seulement GPL: Gaz de Pétrole Liquéfié
● (Small Brown)	● (Small Brown)	Centre d'embouteillage de gaz combustible (entre 800 et 3500 m3)	
● (Small Yellow)	● (Small Yellow)	Grandes stations-service et points de vente du gaz (100 m3)	
● (Large Grey)	● (Large Grey)	Zone de danger en cas d'accident BLEVA en accord avec la hiérarchie des installations	On a défini un rayon de base de 800 m pour le stockage d'un volume de 700 m3 de GPL ou de gasoil
■ (Dotted Grey)	■ (Dotted Grey)	Très forte concentration urbaine	
■ (Dotted Light Grey)	■ (Dotted Light Grey)	Forte concentration urbaine	
■ (White)	■ (White)	Faible concentration urbaine, mais présence importante d'espaces anthropiques avec des activités agricoles	
■ (Light Orange)	■ (Light Orange)	Espace naturel, moins anthropique ; présence de forêts, landes	
— (Blue)	— (Blue)	Voies principales de la ville de Quito	
.....	.....	Expansion urbaine accompagnée de projets de développement comme de nouvelles routes et un nouvel aéroport	
— (Thin)	— (Thin)	Expansion urbaine vers des territoires satellites	
— (Orange)	— (Orange)	Pipeline	
— (Black with ticks)	— (Black with ticks)	Contraintes du relief montagneux	

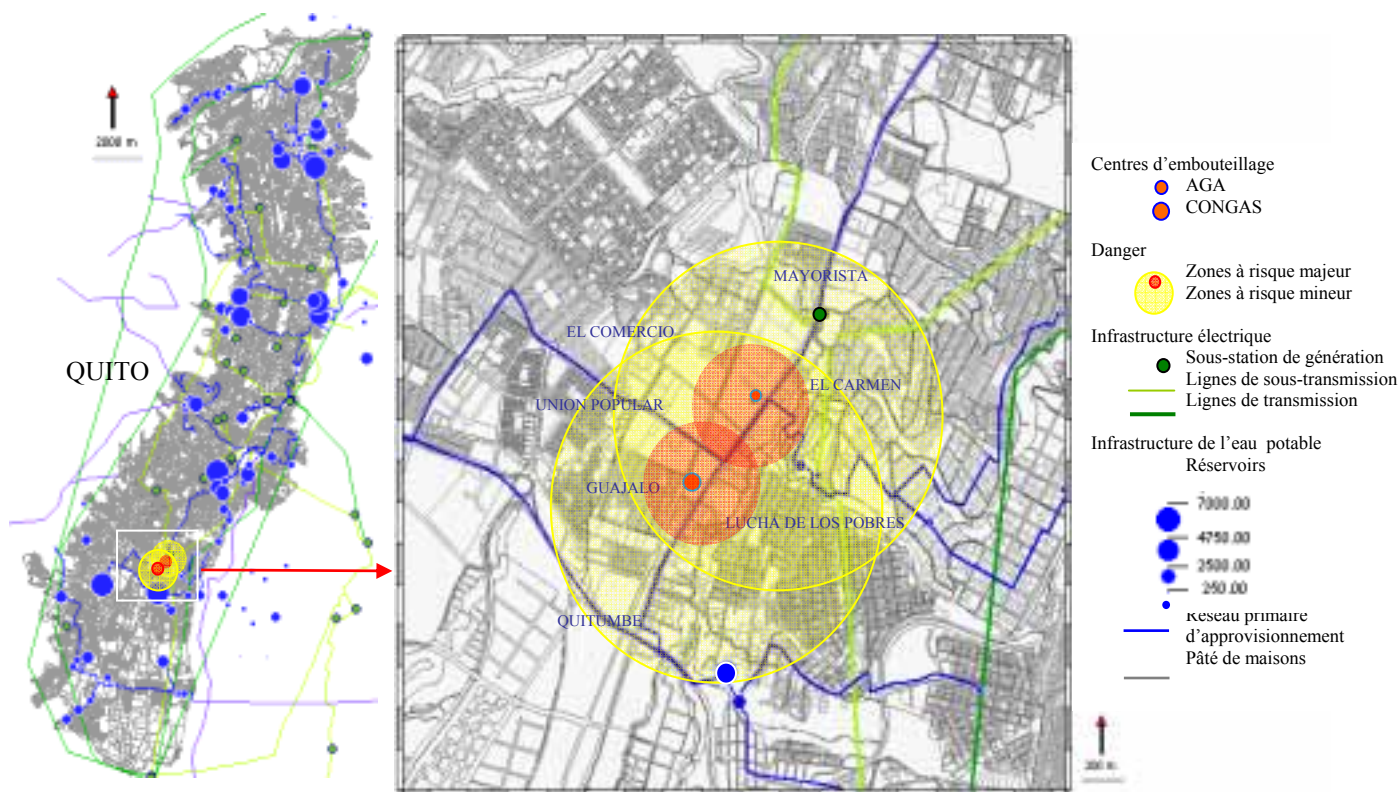
### Cas spécifique: Localisation du centre d'embouteillage CONGAS et son influence sur la zone urbaine et sur les réseaux techniques des services (électricité et eau potable)

Dans une première phase furent représentées les zones de danger de tous les éléments concernant les combustibles situés dans le DMQ (*Schéma 22, Carte A et B*). Cependant, il est nécessaire de réaliser une analyse plus détaillée des dangers technologiques et de leurs conséquences sur l'environnement urbain. Pour cela, un processus d'étude à micro échelle fut réalisé en prenant comme exemple l'installation de la fabrique d'embouteillage CONGAS (située au sud de Quito) et son influence sur l'aire urbaine. L'objectif est de prendre note des « espaces de risque technologique » qui existent dans le DMQ et la nécessité d'approfondir les études en considérant les facteurs de vulnérabilité urbaine. La choix du centre d'embouteillage est lié à:

- ❑ Sa localisation dans un milieu urbain et la présence de réseaux techniques de service, importants pour l'approvisionnement de la ville (cas spécial de l'énergie électrique)
- ❑ La possibilité de survenue d'accidents (explosions et BLEVE) plus violents et moins maniables
- ❑ La proximité du centre d'embouteillage de gaz chimiques (AGA) qui fournit en oxygène, nitrogène, gaz carbonique et acétylène des zones industrielles et des hôpitaux, et dont la localisation comprend un rayon de danger en zones urbaines.

Pour l'analyse, une cartographie fut élaborée en donnant la priorité aux zones de danger industriel des fabriques CONGAS et AGA (*Schéma 27*).

*Schéma 27 : La localisation des zones de danger technique des centres d'embouteillage CONGAS et AGA*



Source: Programme de Systèmes d'Information et de Risques dans le DMQ IRD- MDMQ 2004, EEQ, EMAAP, 2003  
Mise en place cartographique: Jairo Estacio (2004)

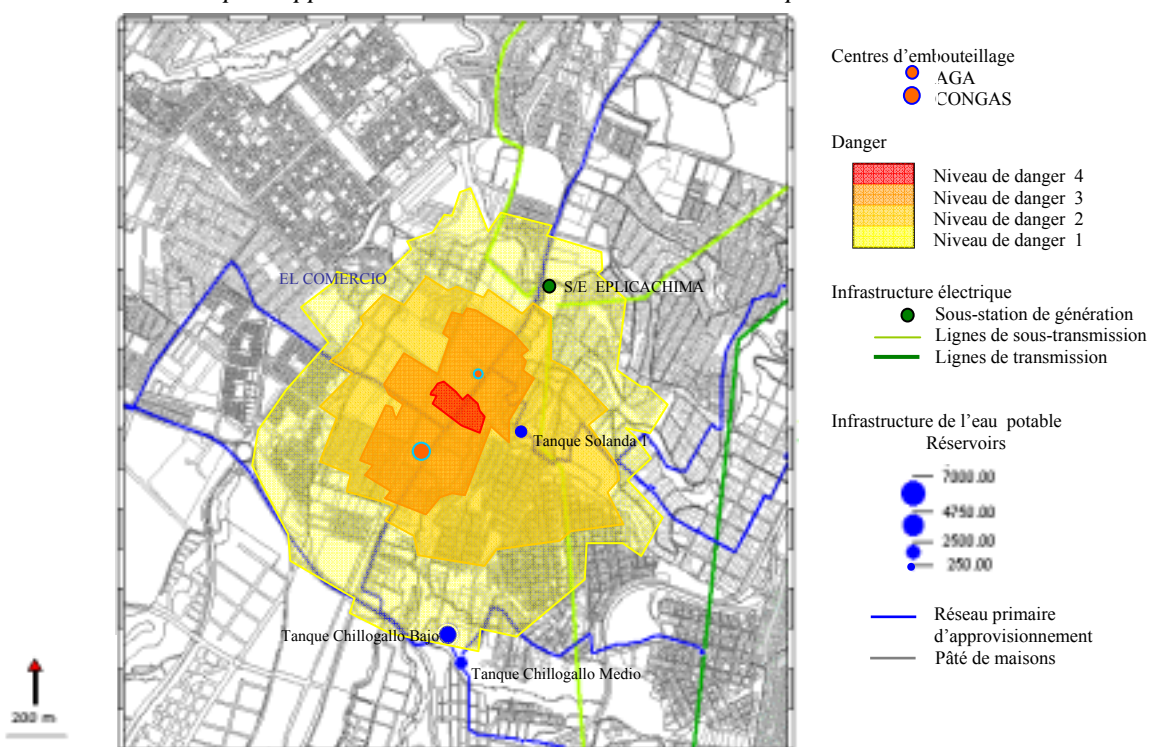
Le scénario BLEVE de la fabrique CONGAS démontre qu'il existe une affectation majeure dans des quartiers consolidés populaires tels que : Unión Popular, Guajaló, Lucha de Los Pobres, El Carmen et Santa Rosa; lesquels furent initialement des emplacements illégaux.

Une étude plus poussée des zones de danger se base sur une méthodologie<sup>46</sup> qui permet de faire une différence entre les zones urbaines selon le niveau d'exposition aux dangers industriels, c'est à dire les zones dont l'affectation dépend de la quantité des installations dangereuses alentours (dans le cas de l'étude il y a une affectation double pour la proximité des deux fabriques d'embouteillage), mais en délimitant la structure spatiale, dans ce cas au niveau des limites du quartier et des résidences (Schéma 28) ; le résultat de cette différenciation sont des zones ayant un niveau de danger de 1 à 4 :

- ❑ Le niveau 4 correspond aux secteurs situés dans plus de 2 zones de danger majeur (affectation très haute).
- ❑ Le niveau 3 correspond aussi à des secteurs situés dans des zones de danger majeur, mais dans ce cas affectés seulement par une seule installation (bien que, du fait de la distance, ces secteurs se trouvent aussi dans des zones de danger mineur en relation avec les installations les plus éloignées) (affectation haute).
- ❑ Le niveau 2 correspond à des secteurs situés dans 2 (ou plus) zones de danger mineur (affectation moyenne).
- ❑ Le niveau 1 correspond à des secteurs situés dans des zones de danger mineur d'une seule installation (affectation basse).

D'autre part, cette nouvelle délimitation permet de segmenter les réseaux et les éléments du système électrique selon la gravité de l'exposition (Schéma 28) en se basant sur un critère de surexposition des risques, ce qui permet d'obtenir des zones de danger isolé et des zones de danger surexposé.

Schéma 28 : Classification des niveaux de danger technologique des centres d'embouteillage CONGAS et AGA par rapport à l'aire urbaine et aux réseaux d'eau potable et d'électricité.



Source: MDMQ-IRD Programme "Systèmes d'Information et risques dans le DMQ" 2004  
 Mise en place: Jairo Estacio 2004

<sup>46</sup> Methodologie appliquée par Propeck-Zimmermann, Loïc Ravel, Thierry Saint-Gérard dans *Cartographie des risques technologiques majeurs: Nouvelles perspectives avec les SIG*, Collection Mappemonde, 2003, pages 17-21.



Dans le schéma antérieur la zone de niveau 4 correspond aux quartiers Unión Popular, Mirador Bajo et Mirador. De la même manière l'information liée aux réseaux techniques de service urbain permet (dans une première partie) d'observer l'absence d'exposition d'éléments importants significatifs dans l'approvisionnement de la ville. Cependant, il existe des réservoirs d'eau potable (Chillogallo Bajo avec 5000 m<sup>3</sup> de capacité et Solanda 1 de moindre volume), lesquels approvisionnent des quartiers consolidés fortement peuplés (comme San Rosa de Chillogallo et Solanda) et qui se trouvent dans des zones ayant un niveau de danger respectivement de 1 et 2; les infrastructures sont enterrés à 50 cm du sol, ce qui les rend moins vulnérables.

En ce qui concerne les réseaux primaires d'approvisionnement d'eau potable, le cas est semblable puisqu'ils passent dessous la trame urbaine et ont peu de possibilités d'être affectés par des événements; à l'exception des réseaux de transmission localisés dans des zones de danger de niveau 3 et 4, dont l'approvisionnement est local pour les secteurs situés autour du quartier San Bartolo.

Pour ce qui concerne le système d'énergie électrique la ligne de sous-transmission de 46 KV est exposée à des niveaux de danger 1 et 2 ; particulièrement la Sous-Station S/S (Subestación S/E) Epiclachima, considérée comme stratégique pour le flux d'énergie vers le sud et le nord de Quito et qui se trouve dans une zone de danger 1. S'il on considère que le réseau électrique est un système aérien et superficiel on comprend que l'affectation par des événements BLEVE ou des incendies est plus importante; cette considération incite à réaliser une étude plus détaillée afin de connaître les conséquences et les effets en chaîne dans le DMQ.

### **Conséquences et alternatives sur l'approvisionnement de possibles dégâts du réseau électrique**

Ce travail se base sur le programme « Systèmes d'Information et Risques dans le DMQ » développé par l'IRD<sup>47</sup>, à l'intérieur duquel on a considéré non seulement l'exposition des éléments importants du fonctionnement du réseau électrique mais aussi des niveaux possibles de vulnérabilité aux événements BLEVE ; lesquels sont mesurés par l'intermédiaire des facteurs suivants (Annexe 8) :

- ❑ Failles internes du système (**vulnérabilité intrinsèque**): liées au mauvais fonctionnement d'une des parties ou des composantes importantes.
- ❑ Exposition aux aléas et susceptibilité d'endommagement.
- ❑ Préparation pour affronter une crise : liée à l'existence de plans de contingence ou d'urgence dans le cas de désastres et accidents.
- ❑ Alternatives de fonctionnement : en cas de failles ou d'avaries dans une de ses parties.
- ❑ Capacité de contrôle : accessibilité aux éléments (routes ou autres moyens), contrôle à distance.
- ❑ Dépendance d'autres éléments : relation avec d'autres éléments externes au système.

Pour cela, la ligne Epiclachima s'est divisée en plusieurs lignes (lignes de sous-transmission qui correspondent aux éléments du système électrique), différenciant le niveau de danger exposé et sa vulnérabilité, ce qui sera mesuré par des niveaux allant de 1 à 5 (du moins vulnérable au plus vulnérable)<sup>48</sup> et qui représentent la synthèse globale d'analyses particulières de fiabilité pour chacun des éléments du système (voir le détail dans le tableau méthodologique suivant).

---

<sup>47</sup> Voir D'Ercole Robert, Metzger Pascale dans "Les lieux Essentiels du District Métropolitain de Quito", Collection Quito MDMQ-IRD, 2002, Quito-Equateur

<sup>48</sup> Plus d'informations sur cette méthodologie dans : D'Ercole Robert , Estacio Jairo: "Eléments essentiels et vulnérabilité du Système Electrique Quito", IRD-MDMQ, Quito 2003.

Tableau 9 : Analyse du risque des installations électriques par rapport à de possibles scénarios BLEVE (CONGAS-AGA)

Segments ou éléments du réseau électrique	Exposition à des dangers BLEVE (niveaux de 1-4) (A)	Critères d'exposition	Vulnérabilité (niveaux de 1-5) (V)	Critères principaux de vulnérabilité	Résultat risque (A*V) (R)
A. Ligne Epiclachima-Selva Alegre	0	Aucun	4	Ligne de terre mal fixée Capacité de contrôle très limitée	0
B. Ligne Epiclachima-Selva Alegre	1	Danger faible	4	N'est pas préparée à une crise	4
C. Ligne Epiclachima Sud	1	Danger faible	3	N'est pas préparée à une crise Capacité de contrôle limitée	3
D. Ligne Epiclachima Sud	0	Aucun	3	Présente un seul circuit de fonctionnement	0
E. Sous-Station Epiclachima	1	Danger faible	3	N'est pas préparée à une crise Capacité de contrôle limitée Ancienne	3
F. Ligne Santa Rosa-Epiclachima	2	Danger moyen	4	N'est pas préparée à une crise Capacité de contrôle très limitée	8
G. Ligne Santa Rosa-Epiclachima	1	Danger faible	4	Ligne de terre mal fixée et problème de disjonction	4
H. Ligne Santa Rosa-Epiclachima	0	aucun	4		0

Source: Programme de Systèmes d'Information et Risques dans le DMQ IRD- MDMQ (2004), EEQ, (2003)  
Mise en place: Jairo Estacio (2004)

L'analyse correspond au produit de l'équation  $R = A * V$  où:

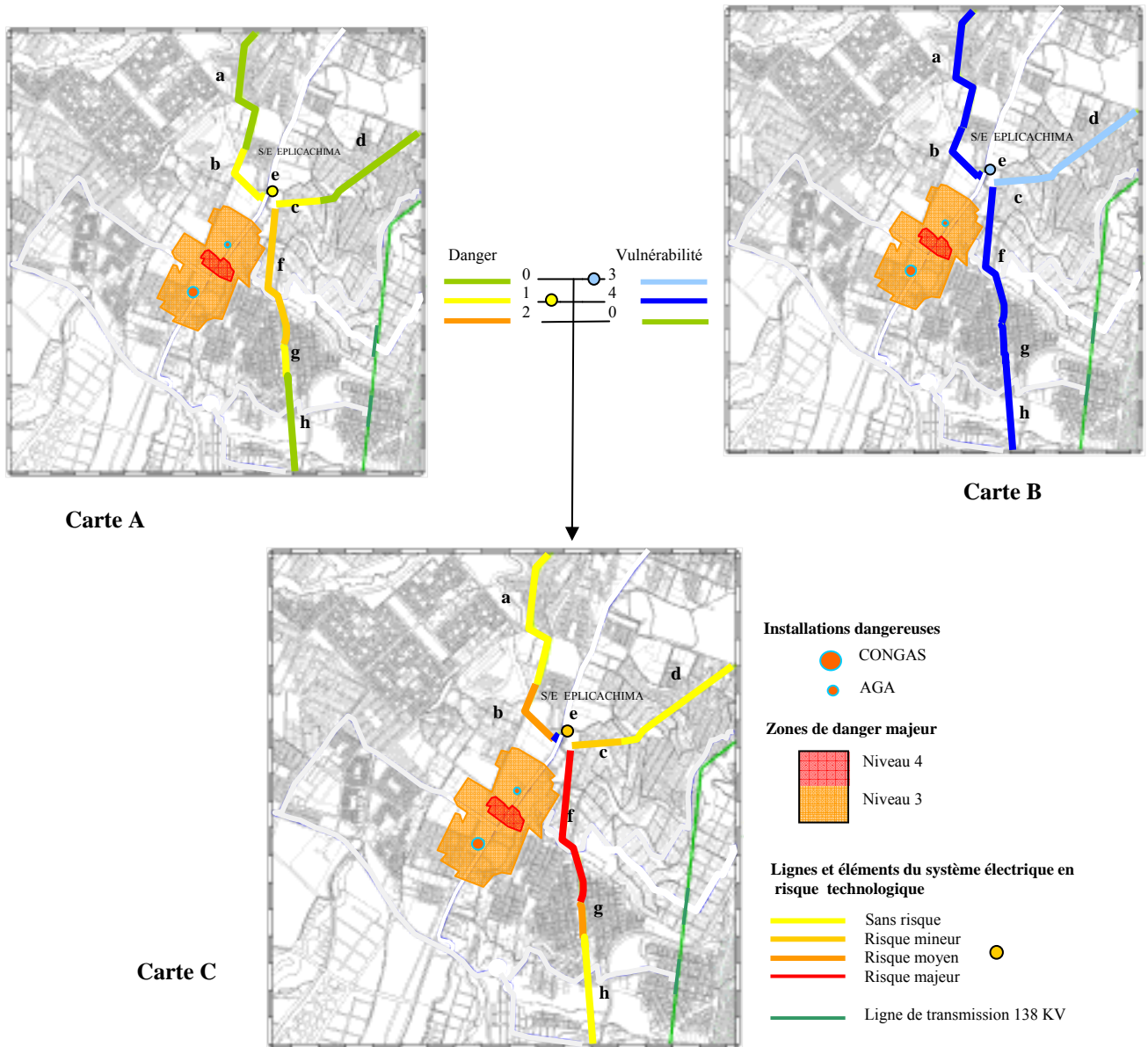
**R** est le Résultat,

**A** correspond aux niveaux d'exposition face aux dangers BLEVE et

**V** le degré de vulnérabilité

Le résultat met en évidence un segment « F » de la ligne Santa Rosa Epiclachima comme celui de risque majeur. Classées comme risque moyen se trouvent: la ligne Epiclachima - Selva Alegre et la ligne Santa Rosa- Epiclachima, qui constituent des axes importants de conduction électrique depuis le sud jusqu'au nord de la ville (*Schéma 29*, Carte C). Les données du Tableau 9 s'appliqueront à la cartographie (*Schéma 29*), et les lignes de *sous-transmission* ainsi que la *sous-station* Epiclachima présenteront différentes couleurs le long de leur trame ; des couleurs qui correspondent aux expositions aux risques BLEVE et les facteurs de vulnérabilité rencontrés (coïncidant avec les couleurs du tableau).

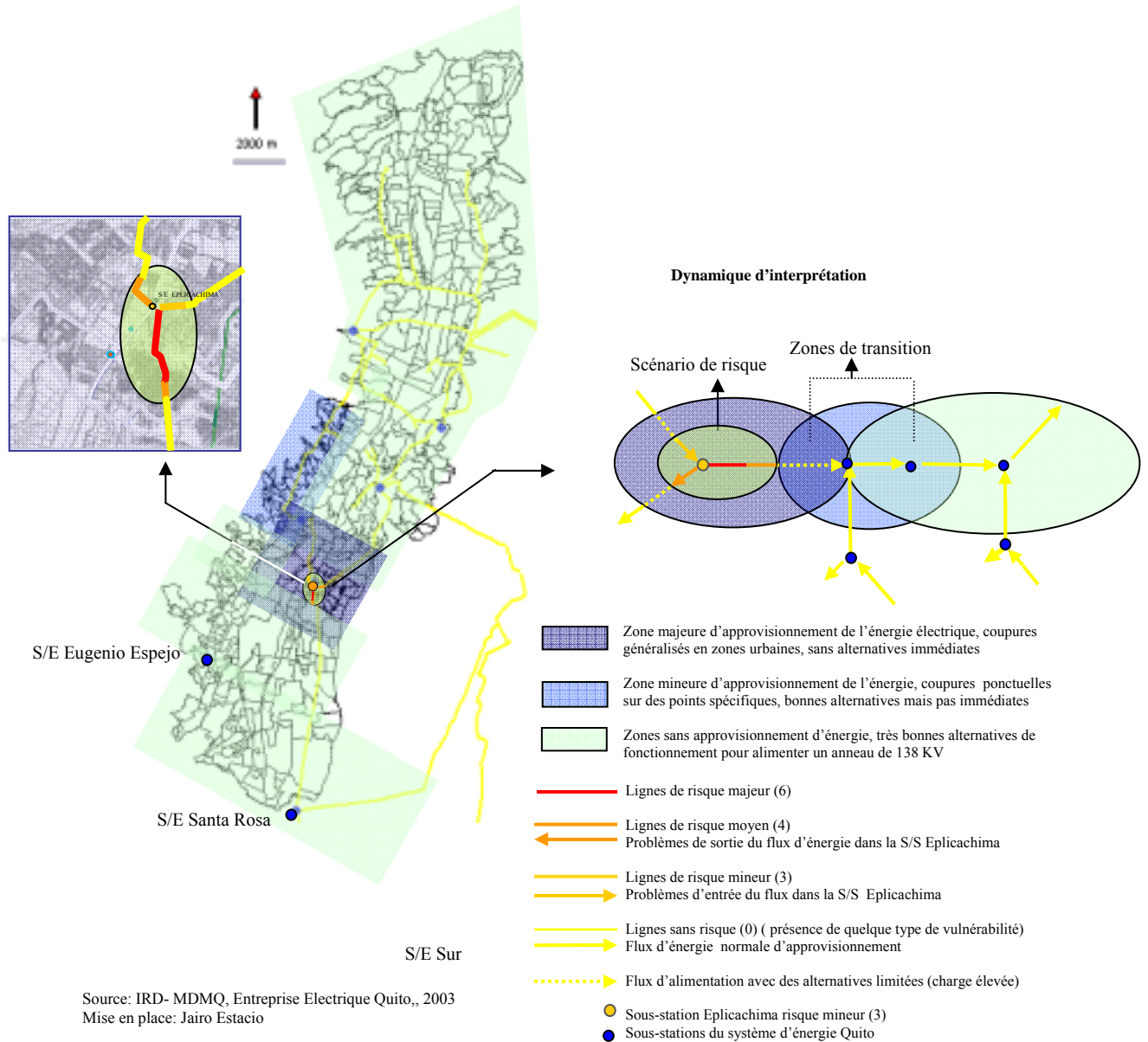
Schéma 29 : Analyse des risques technologiques des installations électriques exposées aux dangers BLEVE dans le cas des centres CONGAS et AGIP.



Source: Programme de Systèmes d'Information et Risques dans le DMQ IRD- MDMQ (2004), EEQ (2003)  
 Mise en place: Jairo Estacio (2004)

La supposition de scénarios d'accidents fait immédiatement penser que les effets sur les espaces et sur les centres habités seront un manque d'énergie électrique, une situation qui peut être facilement changée s'il existe des alternatives adéquates pour remédier au problème énergétique. Dans ce contexte, le schéma 30 basé sur les données des zones de service de chaque sous-station présente des répercussions sociales et des possibles alternatives de fonctionnement ; la logique de ces alternatives peut être observée dans le système ci-joint, où la dynamique relationnelle avec d'autres éléments du système électrique offre la possibilité de continuer avec le fluide électrique dans des zones d'approvisionnement potentiel.

Schéma 30 : les conséquences au niveau de l’approvisionnement d’énergie d’un mauvais fonctionnement de la S/S Epiclachima et de ses lignes de sous-transmission, à l’intérieur de zones à risque



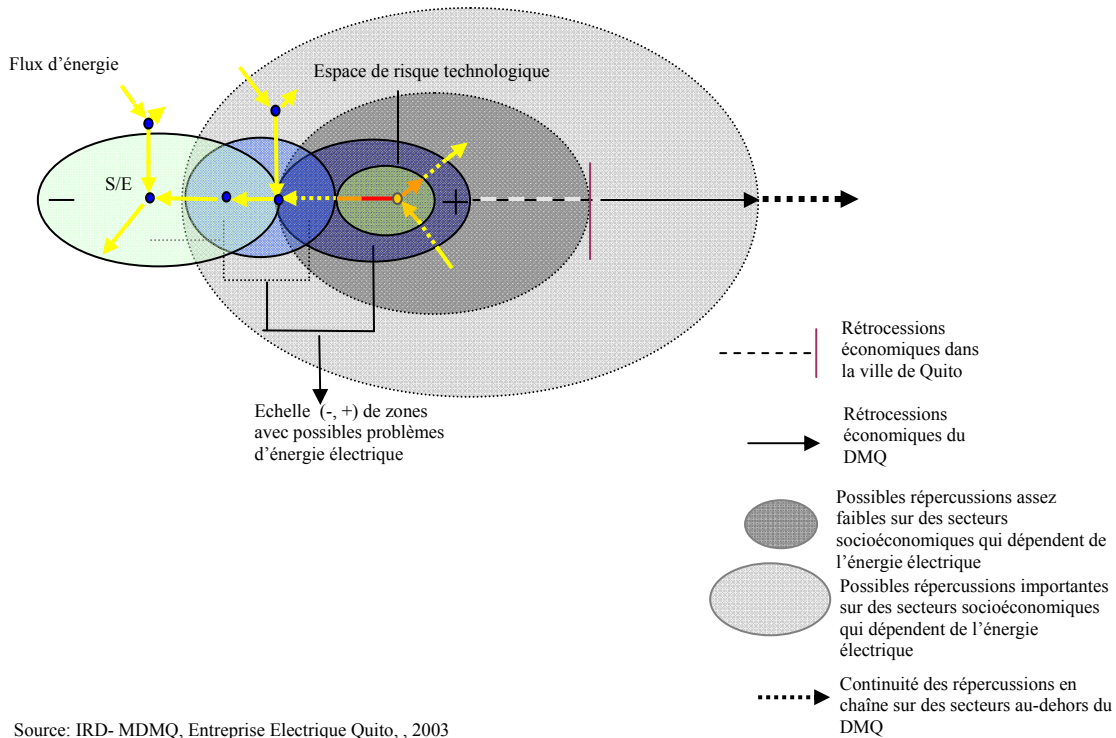
L’espace des risques technologiques dans la Sous-station Epiclachima a des répercussions sur sa zone d’approvisionnement qui sont en grande partie résolues par d’autres sous-stations telles que Santa Rosa et Eugenio Espejo, ainsi que la sous-station Sud. La zone de connexion entre la ligne qui sort de la S/S Epiclachima pour aller vers S/S Selva Alegre aurait quelques problèmes ponctuels d’approvisionnement dans les lignes primaires, ce qui affecterait des zones consolidées.

A l’intérieur de la zone majeure d’approvisionnement il y a un secteur important de petites industries et entreprises qui subiraient des effets considérables dans leur appareil économique, reflétant des pertes économiques et des licenciements qui affecteraient le système socio-économique du DMQ. Dans les zones de moindre approvisionnement sont concentrés quelques

services importants de santé comme celui de l'Hôpital Sud, ainsi que des secteurs commerciaux et résidentiels (Schéma 31).

Schéma 31 : Possibles conséquences sur l'approvisionnement d'énergie dans des secteurs économiques

**Dynamique d'interprétation**



Source: IRD- MDMQ, Entreprise Electricite Quito, , 2003  
 Mise en place: Jairo Estacio

Les conséquences de failles dans le secteur électrique ont des répercussions mesurables sur les espaces d'influence et pas très mesurables en ce qui concerne des effets sur des secteurs socioéconomiques et des pertes et dégâts de biens résidentiels et commerciaux (avaries d'électrodomestiques pour cause de décharges et de surcharges répétées du courant).

**Comment améliorer la cartographie des risques technologiques liés aux combustibles ?**

Puisque la cartographie d'analyse est un outil fondamental dans l'étude des risques industriels découlant des scénarios BLEVE par combustibles GLP et dans l'étude de leurs conséquences sur les réseaux techniques urbains (cas particulier du système électrique), elle se doit d'être améliorée en considérant les divers critères qui concernent la connaissance, les conséquences et l'analyse des dangers affectant les milieux urbains.

**A propos de la connaissance des aléas**

Connaître ce qui se passe à l'intérieur de l'industrie n'est pas seulement le travail des ingénieurs industriels ou mécaniques mais aussi des géographes puisque l'approche multidisciplinaire est le meilleur allié des bonnes décisions et des critères de recherche. L'étude des industries, leur fonctionnement, l'établissement de vulnérabilités intrinsèques et leurs facteurs, sont des travaux à améliorer et à actualiser, surtout quand on sait que la vulnérabilité intrinsèque aide à comprendre l'origine et les processus de gravité des dangers technologiques (Annexe 9); cela

aidera sans doute à effectuer des actions de prévention et des études d'impact, et amènera plus de contrôle et de vigilance.

Il faut ajouter à ces études une analyse de la vulnérabilité selon l'exposition d'éléments dangereux à des événements externes de caractère naturel ou social ; par exemple des installations de stockage des combustibles exposées à des zones de menaces naturelles comme des séismes ou des inondations, et à des facteurs sociaux comme des vols de gasoil sur les pipelines ou des attentats terroristes et des actes de vandalisme ; critères importants à considérer lors de la recherche intégrale sur les risques technologiques.

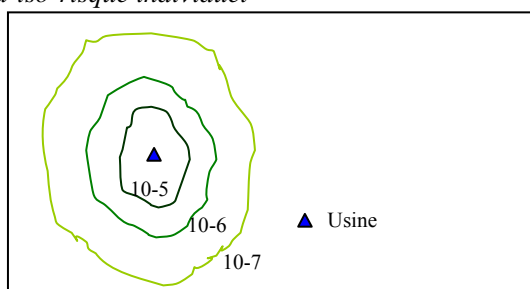
### A propos des conséquences

Dans les lieux de stockage des produits dangereux et des combustibles, les scénarios d'accidents sont divers (explosions, contamination, incendies). Les zones de danger représentées dans la cartographie, bien qu'elles soient un outil nécessaire, sont très limitées puisqu'elles ne considèrent pas les facteurs météorologiques ou environnementaux qui peuvent aggraver ou changer un événement (par exemple l'action et la direction du vent lors d'un incendie, ou l'influence de pluies lors d'une pollution par déversement) ; elles ne considèrent pas non plus d'autres types de vulnérabilité présents dans les milieux urbains. Devant cette problématique le principe de la vision probabiliste octroie quelques critères additionnels dans l'élaboration de cartes sur les risques technologiques.

Dans cette optique la cartographie est déterminée à partir d'une évaluation quantitative de probabilités d'accidents industriels et de leurs conséquences (Hiegel, 2003). Il fut donc établi des contours dénommés « iso-risques » autour des industries en fonction du risque individuel, défini comme la probabilité d'occurrence d'un accident industriel en relation avec la probabilité qu'une personne en un lieu proche soit affectée (Zimmermann, 1994) (*Schéma 32*).

D'autre part, on peut considérer aussi le risque « sociétal » ou collectif (Leroy et Signoret, 1992) à l'intérieur de la variable de probabilité des conséquences. Le risque sociétal est défini comme la relation entre le nombre de personnes mortes lors d'un accident déterminé et la probabilité que ce nombre augmente chaque année.

*Schéma 32: Contours d'iso-risque individuel*



Source: Zimmerman E. (1994), et Hiegel (2002)  
Mise en place: Jairo Estacio

Pour établir une statistique constante des accidents mortels dans les industries chimiques et pétrochimiques dans le monde entier il est nécessaire d'évaluer le risque sociétal.

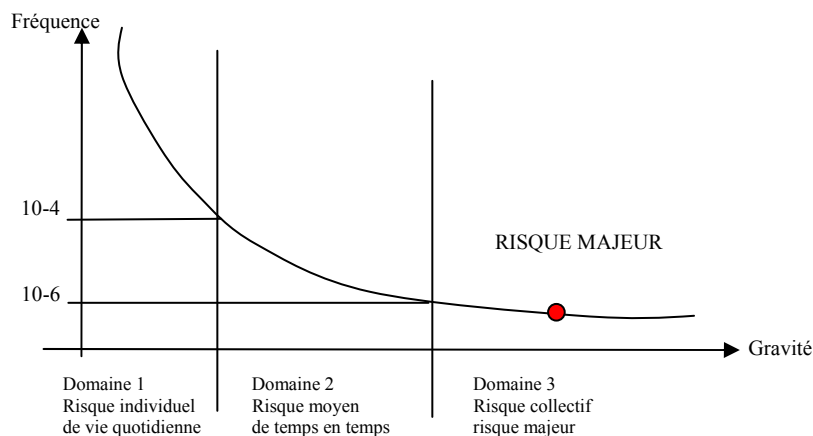
Tableau 10: Fréquence des décès annuels dus à l'industrie chimique

Fréquence annuelle	Nombre de morts
0,05	1000
0,35	100
1	50
5	10

Source et mise en place: Alain Leroy et Jean Pierre Signoret dans Le Risque Technologique 1992

Pour insérer la variable de vulnérabilité de la population il existe la dénommée courbe de Farmer, (F/N) (Schéma 33); dans cette courbe rentrent en relation la probabilité des accidents (F) et la probabilité des décès par l'intermédiaire de la densité de la population en zones de danger (N) (que ce soit à travers les risques individuels ou sociétaux) selon les domaines de gravité.

Schéma 33: La courbe de Farmer



Source Jaques Donze 2003

La fréquence des décès possibles récurrents se situe au niveau des risques individuels ou quotidiens tels que les accidents de la route ou les accidents domestiques (domaine 1), suivi par des accidents comme les carambolages ou les explosions de gaz à l'intérieur d'un immeuble, qui affectent à de petits groupes (domaine 2), et enfin se situent les risques éventuels qui sont les plus graves et les moins probables dans le cas d'origine naturelle (séismes, éruptions, inondations, par exemple) et technologique (différents scénarios d'accidents majeurs comme BLEVE, BOIL OVER, incendies, contamination toxique) de domaine 3.

Mais la probabilité de décès ou l'exposition pour une grande proportion de la population située en zone de danger industriel, sont seulement des variables de vulnérabilité de la population. En ce qui concerne les impacts existent d'autres variables très importantes qui doivent être considérées :

**La vulnérabilité institutionnelle et politique** : se définit par le manque de décisions politiques ou les conflits relationnels entre acteurs ayant des intérêts différents, et se traduit par des outils de contrôle inadaptés et limités comme par exemple les réglementations sur l'Usage du sol, l'incertitude, et le manque de connaissance des lois.

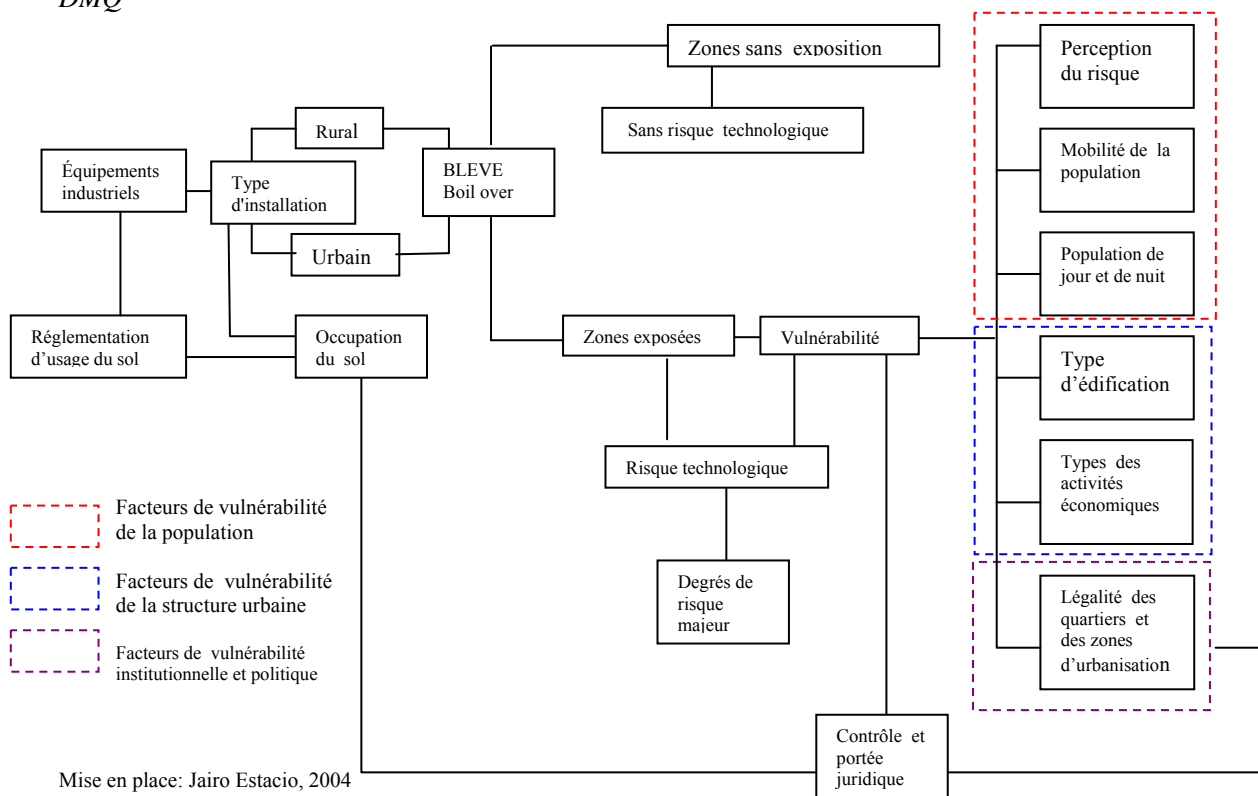
**La vulnérabilité physique** : est liée à l'infrastructure urbaine, aux formes techniques de construction, et à la disposition physique dans les zones de danger ; les réseaux et l'espace

construit en général se trouvant en relation. A l'intérieur de cette vulnérabilité peuvent être considérés différents facteurs selon le type d'œuvre (technique, architectonique, patrimonial) ainsi que des vulnérabilités intrinsèques.

**La vulnérabilité de la population** : est liée à la perception de la population du danger technologique auquel elle se trouve exposée. Un autre facteur est le flux populationnel et dynamique dans les zones à risque et sa permanence nocturne et diurne.

Ces facteurs doivent être pris en compte lors de l'élaboration de la cartographie pour comprendre les dangers industriels et intervenir à bon escient (Schéma 34).

Schéma 34: Facteurs de vulnérabilité à considérer dans l'analyse du risque technologique dans le DMQ

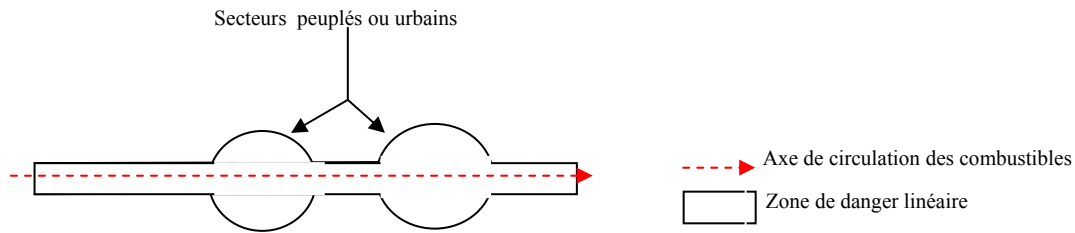


### A propos du transport

La réalisation de la cartographie du transport des combustibles (par routes ou tuyauteries) et des installations fixes, répond aux mêmes critères de danger et aux facteurs de vulnérabilité déjà décrits. La différence réside justement dans la mobilité, où doivent être pris en compte les zones de danger linéaire, c'est-à-dire les limites de danger parallèle à tout l'axe principal de conduction. Pour cela, la quantité et le type de produit à transporter seraient le critère *déterministe* abordé. Cependant, quand le transport des combustibles implique des zones peuplées ou urbaines on peut considérer une *vision probabiliste*. Dans ce cas, la cartographie pourrait adopter la forme d'« iso-risques » ou les cercles situées ponctuellement par section des voies de circulation des combustibles (Schéma 35).



Schéma 35: Modèle de cartographie des dangers technologiques sur les routes



Source: J Donze, interview effectué en 2004  
Mise en place: Jairo Estacio

D'autre part, Signoret (1992), se basant sur la rupture de l'oléoduc de Piper Alpha et son grand incendie, manifeste que pour réaliser les zones d'impact des pipelines, les dangers liés aux combustibles « (...) sont proportionnels à la puissance de  $1/3$  de la masse inflammable (...). Pour estimer ces paramètres de nombreux critères doivent être pris en compte, comme : la localisation de la barrière, les caractéristiques géométriques et techniques du pipeline (longueur, diamètre, pression, géométrie de la plateforme, rose des vents, probabilités d'occurrence des fuites (...)) ». Bien que le transport par pipeline ou gazoduc soit statistiquement le plus sûr et le plus fiable, ces tuyauteries sont en majorité enterrées (Dauphiné, 2003).

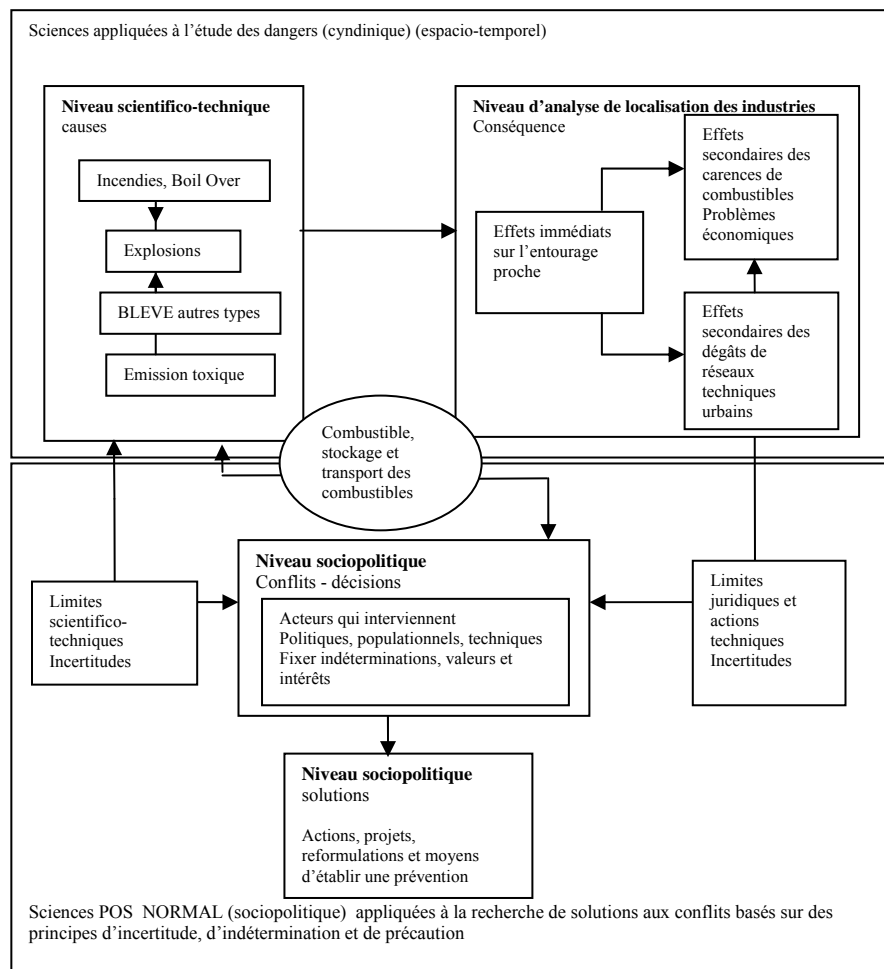
De cette façon, l'élaboration d'une cartographie probabiliste n'offre pas toujours des données nécessaires et complètes, et c'est ainsi qu'il faut analyser les risques potentiels ou suspects ainsi que les risques avérés ou passés afin d'établir des antécédents sur la dimension et la spatialité du danger.

### **Système simulé : Gestion des risques technologiques liés aux combustibles dans le DMQ**

#### **Modèle de gestion intégrale**

A partir de la base conceptuelle développée dans la première partie on peut entendre comme gestion intégrale du risque technologique les données obtenues des processus d'intégration du résultat d'analyse du risque, à travers les études de ses risques et les conséquences urbaines. Dans cette gestion s'insèrent des décisions et des solutions depuis les niveaux sociopolitiques, à partir de valeurs, intérêts et incertitudes concernant la connaissance de ces risques et la participation des acteurs liés au territoire et avec les niveaux scientifico-techniques de cette même gestion (Funtowicz, et al 1993) (Schéma 36).

Schéma 36 : Gestion des risques technologiques dans le DMQ



Source: De Marchi y Funtowicz, 2002  
 Mise en place: Jairo Estacio, 2004

A partir de ce point de vue la gestion des risques technologiques dans le DMQ doit intégrer dans une optique de précaution les études, les cartographies et les analyses de risque considérant des facteurs de vulnérabilité. Ainsi, les acteurs sociaux (cas de la municipalité de Quito) pourront aborder les incertitudes et les indéterminations quand ils prendront des décisions de contrôle.

### Acteurs d'intervention

La Direction Nationale des Hydrocarbures (DNH) est l'entité chargée de la gestion et du contrôle des hydrocarbures dans le pays. En conséquence cet organisme stipule des normes concernant l'usage des les combustibles (en termes d'achat et de vente) et des normes techniques pour le fonctionnement des stations-service, des centres d'approvisionnement et des terminaux de combustibles comme El Beaterio et Itulcachi.

Une autre institution chargée de la protection environnementale de l'activité liée aux hydrocarbures est la Direction Nationale de Protection Environnementale du Ministère de l'Energie et des Mines, dont le champ d'action recouvre les fonctions de fiscalisation et de contrôle des filiales de PETROECUADOR<sup>49</sup> en ce qui concerne les règles techniques de sécurité industrielle, les lieux et les conditions d'exposition et de stockage des combustibles (avec une attention particulière sur les

<sup>49</sup> PETROECUADOR est l'entité d'état qui régle l'exploitation, le raffinage et la commercialisation du pétrole et de ses dérivés en Equateur. Elle travaille par concessions et contrats avec des compagnies étrangères. Elle est composée de filiales, principalement PETROCOMERCIAL et PETROPRODUCCION.

centres mixtes), les normes de qualité des matériaux dérivés du pétrole, produit ou importé, et la décharge de matériaux inflammables.

La MDMQ (Municipalité du District Métropolitain de Quito), par l'intermédiaire de la « Loi du Régime Municipal », se convertit en un organisme autonome en ce qui concerne la normalisation et la réglementation de l'usage du sol, de la sécurité industrielle et de la contamination. A cet organisme s'ajoute le Corps des Pompiers de Quito, dont l'action est de réguler le stockage de produits combustibles en se basant sur les normes de qualité INEN<sup>50</sup> pour le contrôle.

### **Limitations politiques et scientifiques**

Les diverses *incertitudes* sont liées à des facteurs de vulnérabilité scientifique et politique. Dans le DMQ l'étude et les apports scientifiques sur le thème des risques technologiques sont limités et non socialisés. Au niveau politique la législation et la réglementation des normes, règles et contrôles concernant le stockage de combustibles manquent de spécificité et encore plus de responsables juridiques pour les exécuter. Par exemple, la norme 1534 stipulée par l'INEN, qui régule la localisation du gaz GLP à l'intérieur des sites urbains, ou l'Ordonnance Municipale 3148 de la MDMQ sur la localisation des postes d'essence dans la ville, manquent de contrôle en ce qui concerne leur respect et leur application de la part des personnes impliquées. Le Corps de Pompiers de Quito se trouve dans la même situation (voir *Annexes 10, 11, 12*). Cette incertitude génère une discordance entre les objectifs sociopolitiques de prévention et la disposition des lieux de stockage dans des zones de consolidation urbaine.

Les *indéterminations* sont liées aux vulnérabilités institutionnelles. Des conflits institutionnels existent à différents niveaux politiques de décision, et au niveau du dialogue avec les acteurs sociaux impliqués. Par exemple, la relocalisation des sphères de stockage des combustibles (GLP) du BEATERIO et de ITULCACHI est en discussion depuis plus de 10 ans car elle présente un risque potentiel et un risque chez les populations situées dans des zones de danger. Le conflit s'est finalement résolu après avoir trouvé un accord entre Petroecuador et la Municipalité de Quito, en dérogeant une ordonnance pour faciliter cette relocalisation (*Annexe 13*). Finalement, une partie de cette activité fut transférée dans un secteur rural aux « répercussions moindres ».

### **Notion de risque acceptable**

Dans la prévention des risques technologiques, que peut-on considérer comme risque acceptable ? Quels sont les dégâts que la population est disposée à assumer ? Sans aucun doute les réponses n'ont pas encore été fournies par les entités de décision politique et institutionnelle. Un risque acceptable est une valeur de probabilité de conséquences sociales, économiques et environnementales, qui soit suffisamment basse pour permettre son utilisation dans la planification ou pour fixer des politiques urbaines et environnementales compatibles (Cardona et al, 1993). Ainsi, le danger technologique doit être hiérarchisé en fonction de ses conséquences. Dans ce sens l'acceptabilité d'un risque technologique est fonction de la connaissance de ses dangers réels et des dégâts potentiels sur une population ou des biens exposés ; mais dans le cas du DMQ, cela est connu seulement des acteurs politiques et non de la population, une disparité qui aggrave le risque.

Une condition pour l'« acceptabilité » du risque réside dans le dialogue et la participation citoyenne. Ainsi se discutent les intérêts et les valeurs de tous les acteurs qui interviennent dans la problématique des risques technologiques, afin de trouver une solution. Cette acceptabilité doit être négociée en fonction du fait que l'on ne puisse pas obtenir un risque zéro, et non plus un risque technologique aux tendances catastrophiques, ce qui est un début pour choisir un système désiré, tolérable à l'intégrité urbaine et planifié dans son développement. De cette façon l'apport de l'ingénierie du risque sur les études du danger, les apports de la géographie du risque sur l'élaboration de la cartographie et son analyse spatiale, et les apports de la sociologie politique du risque, sont importants pour la recherche et l'intégration de solutions et de communications.

---

<sup>50</sup> L'INEN est une entité de normalisation mais pas d'exécution des lois ; elle essaye surtout de définir les paramètres des normes de qualité pour la prévention, la sécurité industrielle et la gestion des combustibles.

## CONCLUSIONS GENERALES

Sans aucun doute, les risques technologiques constituent un thème récent dont les composantes ne sont pas encore totalement définies et dont l'intérêt augmente chaque jour du fait d'un développement technologique qui s'affirme depuis le début de la nouvelle ère industrielle. Ainsi, cette thématique offre de nouvelles perspectives en termes opérationnels et pour la compréhension de la gestion des espaces urbains.

Les accidents technologiques sont en grande partie liés aux lieux de stockage de combustibles liquides ou gazeux (GLP). Ils sont à l'origine d'incendies et d'explosions (BLEVE, BOIL OVER) qui sont les dangers les plus courants et les plus fréquents au niveau mondial comme l'indiquent les statistiques. Dans le cas de l'Equateur, Quito en tant que capitale, concentre un grand nombre de lieux de stockage de combustibles, certains centres, comme les terminaux et centres d'embouteillage, stockant des quantités très importantes de combustibles liquides ou gazeux.

Dans ce contexte, la systémique et d'autres outils géographiques comme les SIG ou la chorématique, permettent de développer de nouvelles manières de comprendre et interpréter les risques technologiques, les espaces vulnérables ainsi que les différents états des systèmes dans lesquels ces risques s'insèrent. Cela va des systèmes réels, correspondant à un fonctionnement normal et à une distribution habituelle des combustibles, à des situations simulées où apparaissent des risques potentiels qui peuvent transformer le système initial (énergie et cyndinique) en perturbant le fonctionnement de différentes parties de la ville et en entraînant des répercussions sur les centres habités, les réseaux techniques et autres infrastructures urbaines. En même temps, un système simulé souhaité et planifié peut inverser ce schéma dans le cadre d'une politique de prévention des risques. Dans ce système, les énergies de changement apparaissent suivant les décisions politiques concernant de manière générale l'aménagement du territoire et la relocalisation des industries, ou de manière plus particulière la formation de parcs industriels pour combustibles, par exemple.

Chaque système (normal, simulé ou désiré) peut être interprété et étudié séparément et en détail. Ainsi, l'analyse du système de fonctionnement normal des combustibles dans le district de Quito démontre l'importance de tout ce qui gravite autour des combustibles pour la capitale équatorienne qu'il s'agisse de transport, de stockage, de distribution ou de redistribution. Dans le système simulé, développant des scénarios d'accidents, on peut clairement établir des relations entre les lieux générateurs de dangers technologiques répartis dans tout l'ensemble urbain, l'exposition d'éléments importants pour le fonctionnement et le développement de la ville et la vulnérabilité des espaces. Cela permet notamment de mettre en évidence la nécessité de rendre ces risques prioritaires en termes d'intervention et de gestion. En matière de système simulé, l'analyse à micro-échelle du centre CONGAS a démontré quels pouvaient être les risques pour le réseau électrique d'un accident survenant dans ce centre et, par répercussion, pour l'ensemble du district. Un dysfonctionnement dans une station électrique ou le long d'une ligne aurait des effets sur tout le système, plus ou moins négatifs suivant les alternatives de fonctionnement disponibles. Ces effets pourraient compromettre l'alimentation électrique de secteurs à vocation industrielle ou commerciale et par conséquent, des problèmes socioéconomiques apparaîtraient non seulement dans le DMQ mais dans toute la région. Cet exemple de conséquences en chaîne d'un événement ponctuel n'a pas fait l'objet d'une étude achevée dans ce mémoire mais il a permis de soulever de manière concrète les problèmes que posent les risques liés au stockage de combustibles dans le DMQ, problèmes abordés seulement récemment et de manière limitée.

Il est nécessaire de préciser que les analyses et réflexions proposées dans ce mémoire ne constituent pas une fin en elles-mêmes mais, au contraire, le début d'une réflexion visant l'amélioration de la connaissance du risque technologique à Quito, de son analyse et de sa cartographie. Il s'agit, en même temps, de trouver des solutions pour le présent pour tenter de réduire les risques existants tout en recherchant des modèles de gestion future compatibles avec une qualité de vie acceptable et un développement durable de la ville. Cela suppose de mettre au point des outils d'aide à la décision (par l'intermédiaire notamment des SIG ou autres outils comme la systémique ou la modélisation graphique) permettant d'envisager une gestion intégrale des risques. Mais il s'agit, en même temps, de considérer les incertitudes technico-scientifiques qui caractérisent le risque technologique, les conflits entre acteurs impliqués ainsi que la vulnérabilité institutionnelle qui, à Quito en particulier, marque fortement les prises de décisions.

## BIBLIOGRAPHIE

### **Définitions des risques technologiques, scénarios des accidents et leurs relations dans les espaces urbains et le développement durable de la ville.**

AUDEVE Y, DELTEIL G. (1992), « Danger, chimie », Fayard, Paris, 383p.

BECK U (2001), « La société du risque : Sur la voie d'une autre modernité » Editions Flammarion, Aubier, Paris, 495p.

BANOS A, BANOS F, BROSSARD T, LASSARRE S (comp), (2003) « Géographie des risques de transports : Actes du colloque de Besançon, Coll. Transports et communication, Ed. Paradigme, Orléans, octobre 2001, 295p.

BATTIAU M. (1998), « L'industrie: définition et répartition mondiale », coll. Campus Géographie, SEDES, Paris, 192p.

BAUCOMONT M, GOUSSET P (1994), « Traité de droit des installations classées, Technique et documentation », Paris, 406p.

BERNADETTE, MERENNE Schoumaker (2002), « La localisation des industries, Enjeux et dynamiques », Presses Universitaires de Rennes, Didact Géographie, 243p.

BELLANGER F, MARZLOFF (1996), « Transit. Les lieux et les temps de la mobilité », L'Aube, Paris, 314p.

BLANCHER P, MARRIS C. (1998), « Maîtrise des risques de l'urbanisation et risques industriels majeurs », Plus, N.46. Paris, 24-38p.

BONNET J, (2004), «Risques urbains et sociétaux : la vulnérabilité des grandes villes » , in *La géographie des risques dans le monde* , Wackermann G. (dir), coll. Carrefours, Les Dossiers, ed. Ellipses, Paris, 421-441p.

BRETAGNOLLE A. (1999), « Les systèmes des villes dans l'espace-temps : effet de l'accroissement des vitesses de déplacement sur la taille et l'espacement des villes », Thèse de doctorant de géographie, Université de Paris I, 359p.

BRUNET R. (1992), « Les mots de la géographie », Reclus, Paris, 470p.

CABANNE C. (dir) (1984), « Lexique de géographie humaine et économique », Dalloz, Paris, 449p.

CARDONA D. (1993), "Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo" en *Los riesgos no son naturales* , Maskrey (coord), colecciones de la Red latinoamericana de Desastres, Bogotá, Colombia, 51-74p.

CHALINE C, DUBOIS- MAURY J (1994), « La ville et ses dangers », Editions Masson, Paris, 347p

CHOMSKY N, CERF V, SIZA A. (2003), "Sociedad del futuro", Debolsillo, , Litografía Roses, Barcelona, España, 142p.

CNRS (1996), "La ville" in *Le courrier du CNRS*, n.81, 215p.

COANUS T, DUCHENE F, MARTINAIS E. (2000), « La ville inquiète : Développement urbain, gestion du danger et vie quotidien. Les constructions hétérogènes du risque sur deux sites de la région lyonnaise ». In *Les temps de l'environnement*, Programme environnement, vie et société, CNRS, Toulouse, 227-234p.

CORTIZO, T (2000), "Las Asturias central, del espacio urbano a ciudad. La movilidad laboral como método de definición 1981-1996", Universidad de Oviedo, Oviedo-España, 23p.

- COUETOUX M. (1999), « La maîtrise du risque industriel s'oppose-t-elle à la gestion urbaine, ou en est elle partie intégrante ? », *Annale des Mines. Responsabilité et Environnement*, oct 1999-janv.2000, 42-46p.
- DAUPHINE André, (2003) « Risques et Catastrophes : Observer, spatialiser, comprendre, gérer ». Editions Armand Colin, Paris, 288p.
- DEMAZIERE C. (2000), « Entreprises, développement économique et espace urbain », Coll Villes, Anthropos, Paris, 189p.
- D'ERCOLE R, PIGEON P, GAILLARD J.C. (2000), « La géographie des risques dits « naturels » entre géographie fondamentale et géographie appliquée » in *Cahiers savoisiens de géographie* CISM, 29-52p.
- D'ERCOLE R (1994), « Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologies, modes d'analyses », in *Revue de géographie alpine*, n. 4, tome LXXXII.
- DONZE J. (2001). « Risques technologiques et urbanisation ». Colloque national *Risques et territoire, la gestion des risques territorialisés*, vol 2, CNRS, UMR 5600, Lyon Vaulx-en-Velin.
- DONZE J. (2003), « Le risque industriel en France » dans le livre *Les Risques* sous la direction de Ivette Veyret, chapitre VIII, 132-146p
- DONZE J, (2004), « Les risques technologiques », in *La géographie des risques dans le monde*, Wackermann G. (dir), coll. Carrefours, Les Dossiers, ed. Ellipses, Paris, 443-465p.
- DUBOIS- MAURY J, CHALINE C. (2002), « Les Risques Urbaines », Editions Armand Colin, Paris, 208p.
- DUBOIS-MAURY J. (2002), « Les risques industriels et technologiques » in *La documentation française* n.882, novembre, Paris, 120p.
- DUMONT G. (2003), « Les inégalités des populations face aux risques » in *Questions de Géographie : Les Risques*, Moriniaux V. (Coord), Editions Temps, Nantes -France, 238-255p.
- DUPONT Yves (coord). (2003), « Dictionnaire des risques », Armand Colin, Paris, 421p.
- DUPUY G. (1991) « L'urbanisme des réseaux », Colin, Paris, 156p.
- ESSIG P. (2002), « Rapport au 1<sup>er</sup>. Ministre sur le débat national sur les risques industrielles », Assemblée Nationale, 182p.
- FABIANI J, THEYS J. (1987), « La société vulnérable », Presses de l'Ecole Normale Supérieures, Paris, 674p.
- FACHES J. (2004), « Les mutations industrielles », coll Mémento, Belin, Paris, 192p.
- FERRIER, J.P. (1998), « Le contrat géographique, ou l'habitation durable des territoires », Sciences humaines, Antée 2, Payot Lausanne, Paris, 17-29p.
- FORTIER R. (dir.) (1996), « Villes industrielles planifiées », Boréal, Montréal- Canada, 328p.
- GARCIA-TORNEL (2002), « Sociedades y territorios de riesgo », Colección la Estrella Polar N.31, Ed. Del Serbal, Barcelona, España, 186p.
- GIDDENS A. (1999), « Les conséquences de la modernité », L'Harmattan, Paris, 192p.
- GIRARDET H. (2001), « Creando ciudades sostenibles », col Gorgona, ed Tilde, Valencia, 111p.
- GLATRON S. (2003), « La culture des risques », in *Questions de Géographie : Les Risques* Moriniaux V. (Coord), Editions Temps, Nantes-France, 71-87p.

- GOUT J.P. (1993), « Le marie face aux risques majeurs et technologiques. Prévention et gestion », Départements et communes, supplément au N. 97, Paris, 83p.
- GONZALEZ URRUELA E. (1991), « Industrialización y desarrollo metropolitano en España », ERIA, Revista de Geografía, Madrid, 199-215p.
- HEWITT K. (1997), “Regions of risk. A geographical introduction to disasters”, Addison Wesley Logmann Limited, Edinburgh, 389p.
- HIEGEL, Claire (2003). « Des risques urbains méconnus: Les risques technologiques mineurs, exemple des stations-service a Strasbourg » Thèse de géographie de l’Université Louis Pasteur Strasbourg I, Laboratoire Image et ville, CNRS, 400p.
- HUBERT P, PAGES P, DEGRANGE J. P. (1986), « L’évolution du risque d’accidents graves dus au transport de matières dangereuses dans la région sud de Lyon », Rapport C.E.P.N, N. 95, 35p plus annexes.
- JONES E. (1992), “Metropolis”, Alianza Editorial, colección el libro de bolsillo, no. 1570, Barcelona, España, p. 287.
- KERVEN G.Y. (1995), « Eléments fondamentaux des cindyniques », Economica, gestion poche, Paris, 105p.
- KUHN Tomás (1989), “Qué son las revoluciones científicas y otros ensayos”, col Pensamiento contemporáneo, Paidós, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 151p
- LAFLECHE V. (1992), « La maîtrise de l’urbanisation à l’heure du bilan », Préventique, N.46, Paris, 18-25p.
- LALO A. (1993), « Information du public sur les risques technologiques majeurs », Cahiers du C.N.F.P.T, N. 39, Paris, 200p.
- LAMBOURDIERE E. (2004), « Risques, catastrophes naturelles et développement durable dans l’espace caribéen », in *La géographie des risques dans le monde*, Wackermann G. (dir), coll. Carrefours, Les Dossiers, ed. Ellipses, Paris, 247-258p.
- LANEYRIE-DAGEN N. (1994), « La mémoire de l’humanité. Les grandes tragédies », Larousse, Paris, 320p.
- LAPIERRE D, MORO J (2001), “ Il était minuit moins cinq à Bhopal » Robert Laffont, Paris, 442p.
- LASLAZ, L (2003), « Géographie des risques technologiques sur le territoire français métropolitain », Cours de *Géographie: La France et ses régions en Europe et dans le Monde*, Université de Savoie, PLP2, Chambéry, 15p.
- LEROY Alain, SIGNORET Jean-Pierre (1992), “ Le risque technologique ». Col. Que Sais Je ?, Edit Presses Universitaires de France, Paris, 126p.
- LENOIR Yves (1996), « Tchernobyl, l’optimisation d’une tragédie », in *Ecologie et Politique* n 18-19, 11-45p.
- LETOMBE G, LONGUEPEE J, ZUINDEAU B. (2002), « L’impact de l’environnement sur les valeurs mobilières », Etudes foncières, N.98, Paris, 39-41p.
- LEVY J, LUSSAULT M (2003), « Dictionnaire de la géographie et de l’espace des sociétés », Belin, Paris 980p
- MARTINAIS E. (1993), « Les risques technologiques dans les sud de l’agglomération lyonnaise. Les limites de la raison étatique », Mémoire de DEA, Université Lyon 2, ENTPE, Lyon, 87p.

- MERLIN P. (1992), « Les transports urbains », collection : Que sais je ? Presses Universitaires de France, Paris, 128p.
- MILLER D. (comp.) (1995), « Popper escritos selectos », Fondo de Cultura Económica de México, México D.F, 450p.
- MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA PREVENTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES ET NATURELS MAJEURS (1991), « Le risque majeurs », CRDP, Dijon, 67p.
- MONGIN P. (1995), « Territoires et réseaux d'information. Partenaires, projets, représentations et applications », CNFPT, Paris, 209p.
- MORAND .DEVILLER J. (1987), « Le droit des pollutions et des nuisances », in *Le droit de l'environnement*, col. Que sais je ?, Presses Universitaires de France, Paris, 123p.
- MOREAU F. (2002), « Comprendre et gérer les risques », Ed D'organisation, Paris, 222p.
- MOUSEL M, ROCARD P. (1989), « La maîtrise de l'urbanisation autour des sites industriels à haut risque », Préventique, N.28, 7-11p.
- MORINIAUX V. (Coord), (2003), « Questions de Géographie : Les Risques» Ouvrage collectif, Editions Temps, Nantes-Francia, 256p.
- NOVEMBER V. (2000), « Les territoires du risque. Le risque comme objet de réflexion géographique », Thèse de géographie, Université de Genève, Suisse, 308p.
- OZENDA P. (1986), « La cartographie écologique et ses applications », coll. Ecologie appliquées et sciences de l'environnement, Masson, Paris, 159p.
- PARRA ARENILLAS T (coord). (2003), « Ecología y ciudad. Raíces de nuestros males y modos de tratarlos », Fundación de investigaciones Marxistas, col El viejo Topo, España, 331p.
- PIGEON P. (1994). « Ville et environnement », Nathan, Paris, 191p.
- PLANCHETTE G, NICOLET J.L, VALANCOGNE J. (2003), « Et si les risques m'étaient comptés », Octares, Toulouse, 171p.
- PLANE P, (1993), « Indicateurs de qualité de l'environnement urbain », in *Environnement Urbain, Hommes et Terre du Nord*, N. Hors série, 15-24p.
- PREVENTIQUE, Revue oct 2002, « Sécurité », Sté Alpine de Publications, Grenoble, N.65, No spécial sur les risques industriels. 86p.
- ROCARD P. (1987), « L'environnement industriel à travers les siècles », in *Sécurité*, Revue de Préventique, N.3, 1-6p.
- ROCARD P, SMETS H. (1990), « Risques majeurs et urbanisation. L'économie du risque », Préventique, N. 36, 15-23p.
- RONCAYOLO M. (1990), « La ville et ses territoires », Gallimard, Paris, 273p.
- SALOMON J.J. (1992), «Le destin technologique», Balland, Paris, 323p
- SAUVAGE L. (1997), « L'impact du risque industriel sur l'immobilier », ADEF, Paris, 254p.
- SAUVAGE E. (1996), « Les risques technologiques majeurs et les marchés fonciers et immobiliers. Etude comparée France-Grand Bretagne ». Thèse de géographie, Institut d'urbanisme, Université Paris 12, 340p.



UMR 5600, CNRS (2001), « Risques et territoires », colloque international, 16-18/05/2001, Lyon, Vaulx en Vélain. Pré actes 3 vol, Tome 1 : La connaissance scientifique et technique des risques territorialisés, 251p.

VEYRET Yvette (coord). (2003). « Les risques ». Dossiers des Images Economiques du Monde, SEDES, Paris, 255p.

VEYRET Y. (1999) « Géo-environnement », SEDES, coll. Campus, 159p.

VIARDOT E. (1994), « Ecologie et entreprise », L'Harmattan, Paris, 191p.

VIARDOT E. (1997), « L'environnement dans l'entreprise », L'Harmattan, Paris, 200p.

VILAGRASA J, VOIRON C (1985), “La Geografía histórica anglosajona”, Revista Catalana de Geografía, vol I, n° 0, 1985, pp. 31-46.

WACKERMANN G. (dir), (2004), « La géographie des risques dans le monde », coll. Carrefours, Les Dossiers, ed. Ellipses, Paris, 501p.

WOLF Alexander (2004), « Etude de cas: Les risques naturelles et anthropiques (Technologiques) en Ile-de-France hors de Paris », in *La géographie des risques dans le monde*, Wackermann G. (dir), coll. Carrefours, Les Dossiers, ed Ellipses, Paris, 303-316p.

WYNNE Brian (1992), “Uncertainty and environmental learning. Reconciving science and policy in the preventive paradigm”, *Global Environmental Change*, Butterworth – Heineman. Ltd. June – 1992, pp. 111 – 127.

ZIMMERMANN P. (2003), “L'inscription des risques dans l'espace : difficultés de appréhension et de représentation. L'exemple des risques industriels » in *Questions de Géographie : Les Risques*, Moriniaux V. (Coord), Editions Temps, Nantes-Francia, 157-172p.

ZONABEND F. (1989), « La presqu'île au nucléaire », Ed. Odile Jacob, Paris, 188p.

### **Forme de la géographie : définitions, réalisation de chorèmes, théorie de systèmes et cartographie des risques technologiques.**

AURIAC F (1992), « Modèles Graphiques: modéliser les structures et les dynamiques spatiales », in *Géopoint 92 : Modèles et modélisation en géographie*, Groupe Dupont, Université de Avignon, 37-41p.

BRUNET R. (2000), « Des modèles en géographie? Sens d'une recherche », Conférence prononcée le 24 novembre 1999 et publiée dans le *Bulletin de la Société de Géographie de Liège*, n°2, p. 21-30

BRUNET R. (2002), « La géographie sur la place: emplois, modes et modes d'emploi », In *Colloque Mutations des territoires, mutations de la géographie*, Société royale belge de géographie, Bruxelles 22 février 2002, 1-9p.

BRUNET R. (1987), « La carte, mode d'emploi », Paris, Fayard/Reclus, 270p.

BRUNET R. (1996), « Sur la modélisation des organisations spatiales » in *Démarches et pratiques en analyses spatiales*, Laboratoire Structures et Dynamiques Spatiales, actes d'Avignon, Avignon, 9-14p.

CAUVIN C. (1999), «Cartographic reasoning and cartographic principles », chap. III.1 in *GIS for environmental monitoring*. BAHR H.P. VOGTLE (ed), E. Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung (Nagale U. Obermiller), Sttugart, 360p.

CAUVIN C. (2000), “Cartographier l'invisible de la ville ». *La recherche*, Supplément au n. 337 40-49p.

CHAMBON E (2003), “Rapport au Conseil Départemental d'Hygiène, Département de la Seine-Maritime. Rubis Terminal dépôt AVAL, Le Grand Quevilly”, Rouen, 10p.

C.I.E.U, (2002), « L'explosion de l'usine AZT à Toulouse », UMR 5053, CNRS, Toulouse le Mirail, Mappemonde N. 65, 23-28p.

CORNELIS R. (2001), « La cartographie des risques et les risques de la cartographie » in *Risques et systèmes complexes. Les enjeux de la communication*, Presses Interuniversitaires Européennes, Peter Lang, col. Non Prolifération, Bruxelles, 207-222p.

DAUPHINE A, PROVITOLLO D. (2003), « Les catastrophes et la théorie des systèmes auto organisés critiques », in *Questions de Géographie : Les Risques* Moriniaux V. (Coord), Editions Temps, Nantes-Francia, 22-36p.

DAGORNE A, DARS R. (1999) « Les Risques Naturels : La cindynique », coll. Que sais-je ?, Presses Universitaires de France, Paris, 127p.

DONZE, J, (2002) « La cartographie des risques industriels ». In *Les sociétés face aux risques naturels et technologiques*, Journée APHG Dijon - 4 décembre 2002, 2p.

DURAND- DASTES F. (1992), « Les modèles en géographie » in *Géopoint 92 : Modèles et modélisation en géographie* ; Groupe Dupont, Université d'Avignon, 9-17p.

FANTHOU T. (1991), « Un atlas des risques majeurs dans les Hautes-Alpes », Bulletin de l'association de géographes français, n.3, 179-184p.

FAUGERES L. (1991), « La géo-cindynique, géo science du risque », Bulletin de l'association de géographes français », n.3, 179-184.

FONTANILLE P. (1996), « La maîtrise de l'urbanisation autour des sites industrielles à risques majeurs », Revue Géographique de Lyon, 7-9p.

FRANKHAUSER P. (2002), « La ville fractale et la fractalité des villes », article in *La ville émergente. Résultats de recherche*, Dubois Taine (dir), Puca, Dijon, 12-20p.

GLATRON S. (1995), « Industries dangereuses et planification. Cartographie des risques technologiques majeurs », Mappemonde, N.2, 32-35p.

KERVEN G, RUBISE P. (1991), « L'archipel du danger. Introduction aux cindyniques », CPE, Economica, Paris, 444p.

LARDON S, MILLIER C. (2001), « Cartographie statistique et graphes de relations », in *Revue internationale de Géomatique*, vol 11, Hermes, Paris, 58-149p

LE BERRE M. (1984), « Pour un modélisation systémique de la différenciation spatiale », Actes du colloque *Géopoint 84 : Systèmes et localisation*, Avignon, Groupe Dupont, 83-89p.

NAUMIS G (2002), “Los fractales: una nueva geometría para describir el espacio geográfico”, Conferencia presentada en el simposio: *La reurbanización de la Ciudad de México*, celebrada en la Unidad de Seminarios Ignacio Chávez, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, 10p

PUMAIN D, SAINT-JULIET T. (1997), « L'analyse spatiale: localisation dans l'espace », Colin, Paris, 167p.

PUMAIN D, SAINT-JULIET T. (2001), « L'analyse spatiale: les interactions spatiales », Colin, Paris, 191p.

ROCHE S. (2000), « Les enjeux sociaux des systèmes d'information géographique. Le cas de la France et du Québec », L'Hamattan, Paris, 157p.

STEINBERG J. (1993), « Le rôle de la cartographie dans la gestion des risques technologiques majeurs », *Annales de géographie*, N.570, 175-181p.

STEINBERG J. (1996), « Cartographie. Pratique pour la géographie et l'aménagement », SEDES, Paris, 130p.

TANZI T, LAURINI R, SERVIGNE S. (1998), « Vers un système temps réel d'aide à la décision spatiale », in *Revue internationale de géomatique*, Vol. 8, n. 3, Hermes, Paris, 36-46p.

WALKER G MOONEY J, (2001), « Modeling and risk in spatial context. Major accident hazards in the UK », Colloque *Risques et Territoire*, UMR 5600, CNRS, Lyon, Vaulx en Velin. Pré actes tome 1, 47-59p.

WALLISSER, B (1977), « Systèmes modèles. Introduction critique de l'analyse des systèmes ». Ed Seuil, Paris, 45-75p

ZIMMERMANN P, RAVANEL L, SAINT-GERAND T (2002), « Cartographie des risques technologiques majeurs: Nouvelles attentes avec les SIG », Collection Mappemonde. N. 65, 17-21p.

ZIMMERMANN P, SAINT GERAND T. (2001), « Modélisation cartographique des RTM: de la connaissance du risqué à sa gestion », in colloque *Risques et Territoire*, UMR-CNRS 5600, Lyon, Vaulx en Vélín, Pré actes Tome 1, 171-185p.

ZIMMERMANN P. (1996), « De l'usage de la cartographie dans l'appréhension des RTM ». In *Risques et pollutions industriels et urbains*, Donze (dir), RGL, Vol 71, N.1

ZIMMERMANN P. (1994), « Risque technologique majeur. Conditions de production et rôle des outils cartographiques dans les processus d'identification et de gestion » Thèse de géographie, Université Louis Pasteur Strasbourg, 280p.

ZIMMERMANN P, (resp Caen), CAUVIN C (resp. Strasbourg), et participants SAINT-GERAND Th, HIEGEL C. (2000), « LA cartographie dynamique: méthode d'analyse des phénomènes spatio-temporels. Application à l'expertise des risques technologiques », Rapport de recherche ronéoté, Caen, 139p.

### **Gestion des risques technologiques**

ANSIDEI M, DUBOIS D, FLEURY D, MUNIER B (1998), «Les risques urbains. Acteurs, systèmes de prévention », Antrhopos, Paris, 286p.

BAILLY A.S (1996), « Environnement, risques naturels, risques de sociétés » in *Risques Naturels. Risques de société*, Economica, Paris, 184p.

BARRENECHEA J. (2002), « El tratamiento y gestión de combustibles, radiactivos como problema sociotécnico », Seminario sobre Política de Gestión de Residuos Radiactivos, Centro Atómico Ezeiza – CNEA; Buenos Aires 24 de setiembre de 2002, 7p.

BOCENO L, DUPONT Y, GRANDAZZI G, LEMARCHAND F. (2000), «Vivre en zone contaminée ou les paradoxes de la gestion de risque», in *Innovations et sociétés* n.1, Publications de l'Université de Rouen 41-64p.

BONNET E, BOURCIER A. (2001), « Un observatoire pour l'évaluation des vulnérabilités et la prévention des risques industriels. L'agglomération du Havre ». Actes de Géoforum, villes et géographie, géographes associés, N.24, AFDG,Lyon, 157-161p.

CHARBONNEAU S. (1994 ), « La prévention des risques et des pollutions industrielles par le droit de l'urbanisme »,in *Sécurité, Revue de Préventique*, n° 18, pp. 41-44.

- CUTTER S. L. (1996), « Les réactions des sociétés face aux risques majeurs », Revue internationale des sciences sociales, N. 150, Paris.
- De MARCHI B, FUNTOWICZ S. (2002), “La gobernabilidad del Riesgo en la Unión Europea”, Ed Mimeo, Madrid, España, 60p.
- De MARCHI, B. y FUNTOWICZ, S. (2000), “Aprender a Aprender la Complejidad Ambiental”. En: Enrique Leff (Editor), Siglo XXI. México, 45p.
- DENIS H. (1998), « Comprendre et gérer les risques socio technologiques majeurs », Ecole Polytechnique de Montréal, Québec -Canada, 342 p.
- DEROCHES A, LEROY A. VALLEE F. (2003), « La gestion des risques. Principes et pratiques », Hermes, Paris, 286p.
- DONZE J. (2003), « Bhopal, Toulouse, Couloir de la chimie : faut-il avoir peur de l'industrie chimique ? », Article in *Café géo sur les risques industriels*, 10 dec 2003, Lyon, 4p.
- DOUGLAS Mary, (1996) “La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales”, Ediciones Paidós Studio. Barcelona, España, 173p.
- DRIRE, (2000), « La prévention des risques industrielles en Rhône Alpes », Drire, Rhône Alpes, 24p.
- DUCLOS D. (1991), « Le homme face au risque », L'Harmattant, Paris, 255p.
- EWALD F. (1990), « La société assurancielles », Risques N. 1, in Revue Professionnelle *Le point de vue des compagnies d'assurance*, Paris, 5-23p.
- FERNANDEZ Maria Augusta (comp). (1997), “Las ciudades en riesgo”. Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina, USAID, primera edición, 188p .
- FIRPO M y FREITAS, C. (1998), “Vulnerability and industrial Hazards in Industrializing Countries: an Integrative Approach.” Seminario: *Vulnerability an Environmental Problems*. June 1998. Rio de Janeiro, Brasil, 15p.
- FIRPO de Souza Porto, FREITAS Machado C. (1996). “Major Chemical accidents in industrializing countries. The socio – political amplification of risk.” Risk Analysis Uncertainty” in: *Waste management Risk Management and Hazardous Waste*.vol.16. N°1, 22-33p.
- FUNTOWICZ S, RAVETZ J. (1993), “La ciencia Pos normal”, Centro Editor de América Latina, Buenos Aires Argentina, 109p.
- HANS J (1990), « Le principe responsabilité, une éthique pour la civilisation technologique » Paris, cerf 4-10p.
- LAGADEC P. (1989). « Les risques technologiques majeurs et la gestion des crises post-accidentelles » in *Les risques majeurs et la protection de la population. Planifier- protéger- secourir*, Le Moniteur, Paris, 21-27p.
- LAGADEC P. (1994), « La gestion des crises, outils de réflexion à l'usage des décideurs », Mac Graw Hill, Londres, Edisciences, Paris, 110p.
- LAVELL T. (1993), “Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: Un encuentro inconcluso” en *Los riesgos no son naturales* , Maskrey (coord), colecciones de la Red latinoamericana de Desastres, Bogotá, Colombia, 135-154p.
- LAVIGNE J-C. (1988), « Au fil des risques, les villes. Une approche globale de la gestion urbaine » in *Risques et Périls, Les Annales de la Recherche Urbaine*, n.40, Dunod, Paris, 11-16p.
- MASKREY Andrew (comp). (1993), « Los desastres no son naturales », Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina, Bogotá- Colombia, 166p.

MATHEU M, (coord) (2002), “La decisión pública face aux risques”, rapport du séminaire *Risques*, Commissariat Général du Plan, Ministère de l’Ecologie et du Développement Durable, Ministère de l’Economie des Finances et de l’Industrie : Direction de la Prévision, La documentation française, 167p.

MINISTERE DE L’AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L’ENVIRONNEMENT, (2001), « Directive No 96/82 du Conseil du 9 décembre 1996 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses », Le prévention des risques industriels, CEEE, 52p.

OGE F. (2002), « Les politiques publiques françaises des risques industriels », Pouvoirs locaux, Paris, 13p.

GODARD O, HENRY C, LAGADEC P, KERJAN E. (2002), « Traité des nouveaux risques », coll Folio/Actuel, Editions Gallimard, Paris, 620p.

PIGEON P (1996). « La gestion des risques urbaines », in *Risques naturels, risques de sociétés*, sous la direction de A. Bailly, Economica, 51-62p.

UMR 5600, CNRS (2001), « Risques et territoires », colloque international, 16-18/05/2001, Lyon, Vaulx en Velin. Pré actes 3 vol, Tome 2 : La gestion des risques, 288p, Tome 3 : Perception, regards institutionnels, regards ordinaires, 308p.

WILCHES-CHAUX G (1998), “Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o Yo voy a correr el riesgo”. Guía de LE RED para la gestión local del riesgo”, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, Quito Ecuador y Lima Peru, 153p.

WYNNE I (1987), “Risk Assessment of Technological Systems” – Cap 9 *Dimensions of Problems*. Rio de Janeiro, Brasil. June 34-45p.

**Analyses des risques d’origine naturelle et des risques technologiques lie aux installations dangereuses et aux combustibles dans les villes et spécialement dans la structure et environnement urbain du DMQ- Equateur**

ACCION ECOLOGICA (2003), “Un derrame en Papallacta”, reporte institucional del 8 de abril del 2003, Fundación Acción ecológica, 1p.

CUERPO DE BOMBEROS DE QUITO (1998), “Localización de Fuentes Relacionadas con el Expendio de Gas y Gasolina”, Quito-Ecuador, 5p.

CUERPO DE BOMBEROS DE QUITO, (2003), “Bases de datos de intervenciones en el DMQ”, Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana, Unidad de Prevención de Desastres, 24 fichas.

DEFENSA CIVIL, (2004), “Accidentes de mayor peligro suscitados en el Ecuador”, reporte de la sección de Atención de Desastres, Quito, 2004, 2p.

DIARIO EL HOY (2002), “Relleno Sanitario Jalonguilla y Maestrochupa”, Artículo del 20 de julio del 2002 Quito- Ecuador 2p.

DIARIO EL HOY, (2000), “Las huellas de cubana de aviación”, artículo publicado 10 de junio del 2000, movimiento Blanco y Negro, 5-7p.

DIARIO EL HOY (2002), “Alarma en Lago Agrio tras una nueva explosión del oleoducto”, artículo publicado el 14 de diciembre del 2002, Quito Ecuador, 1p.

DIARIO EL HOY (2002), “Rotura del oleoducto ocasiona un derrame de 3 685 barriles”, artículo publicado el 12 de diciembre del 2002, Quito Ecuador, 1p.

DIARIO EL HOY (2001), “El SOTE sufre otra ruptura en la vía entre Lago Agrio y Lumbaquí”, 11 de diciembre del 2002, Quito-Ecuador, 2p.

D'ERCOLE R, METZGER P. (2002) “Los Lugares Esenciales del Distrito Metropolitano de Quito”, Colección Quito Metropolitano, Quito-Ecuador, 203p.

D'ERCOLE R, METZGER P. (coord), ESTACIO J, 2001 “Abastecimiento y peligrosidad de productos químicos peligrosos, combustibles y radioactivos en el DMQ”, Programa *Sistemas de Información y riesgos en el DMQ* IRD-MDMQ, 2 volúmenes, Quito, (60 y 104p).

D'ERCOLE R. (coord), ESTACIO J. (2003), “Elementos esenciales y vulnerabilidad del Sistema Eléctrico Quito”, Programa “Sistemas de Información y riesgos en el DMQ” IRD-MDMQ, Quito, , fichas 45p, informe, 50p.

D'ERCOLE R. (1989), “La catástrofe del Nevado del Ruiz ¿Una enseñanza para el Ecuador? El caso del Cotopaxi” en la revista *Riesgos naturales en Quito: lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi* Estudios de Geografía Vol 2, Corporación Editora Nacional, Colegio de Geógrafos del Ecuador, 6-32p.

EEQ. SA (2001), “Boletín de gestión de la Empresa Eléctrica Quito S.A. 1996 – 2000”, Sección de gerencia y funcionamiento, Quito, 25p.

EL COMERCIO, diario (2002), « Explosión en Riobamba en base militar Galápagos », Artículo publicado el 22/11/2002, Quito- Ecuador, 1p.

EMAAP-Q (1998), “Plan Maestro integrado de agua potable y alcantarillado para la ciudad de Quito”, DCO consultores y TAHAL Consulting engineers LTD, informe final, volumen 1, febrero 1998, 160p.

FUNDACION OIKOS, (2000), “Base de datos de accidentes mayores suscitados en el mundo”, Sección de registros de accidentes, Quito Ecuador, 12p.

GLATRON S. (1997), « L'évaluation des risques technologiques majeurs en milieu urbain : approche géographique, Le cas de la distribution des hydrocarbures dans la région Ile-de-France », Thèse de Géographie, Paris I, 393p.

GLATRON S, (1996), « Evaluer les risques liés au stockage et au transport des hydrocarbures en milieu urbain », in *Risques et pollutions industriels et urbains*, Donze (dir), R.G.L, vol 71, N.1, 17-23p.

GLATRON S, (1999), « Une évaluation géographique des risques technologiques. L'exemple du stockage et de la distribution des hydrocarbures en Ile de France », L'Espace Géographique N.4, 361-371p.

GOMEZ, N (1997), “Pasado y presente de la ciudad de Quito”. Editorial EDIGUIAS, Quito-Ecuador, 176p.

GRIOT C. SAUVAGNARGUES-LESAGES, DUSSERRE G., PICHERAL H. (2001), « La vulnérabilité du territoire face aux risques technologiques : Application aux risques liés au transport de matières dangereuses terrestres ». In colloque International *Risques et territoires*, UMR, CNRS 5600, ENTPE, Vaulx-en-Velin, tome 1, 16-18 mai, 153-167p.

GUERRERO P (2004), “Aportes para el Ordenamiento Territorial en las Parroquias de Cumbayá y Tumbaco”, Tesis de Ingeniería, departamento de Ciencias Geográficas y estudios Ambientales, Universidad Católica del Ecuador, 125p más anexos.

GUERRERO P (2002), “Análisis de la crisis energética y el proceso de apagones en el DMQ”, en el *Programa de Sistemas de Información y riesgos en el DMQ*, D'Ercole R y METZGER P. (coord), IRD, Quito Ecuador, 19p.

IGM, IPGH, ORSTOM (1992), « Atlas infographique de Quito : socio dynamique de l'espace et politique urbaine », - 41 planches bilingue (espagnol, français), tabl, graph., bibliogr. ; 29,7 x 42., ORSTOM, Paris

IMP (Instituto Mexicano del Petróleo) (1995) “Reubicación de las Instalaciones del Terminal Beaterio”, Terminal Beaterio, CEPE, Ministerio de Energía y Minas, proyecto de reubicación, volumen 1, Quito-Ecuador, 112p.

INERIS, (2001) « Mise sous talus ou sous terre des réservoirs contenant des hydrocarbures liquides inflammables », Direction des risques Accidentels, Rapport final, sep-2001, 38p.

MDMQ, DGP (2000), “Plan de competitividad y desarrollo económico del DMQ”, proyecto de desarrollo económico y competitividad del DMQ, octubre 2000, 26p.

METZGER P, BERMUDEZ N. (1996) “El medio ambiente urbano en Quito”, Dirección General de Planificación, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, ORSTOM, 186 p.

METZGER P. (2001), “Perfiles ambientales de Quito”, Dirección Metropolitana de territorio y Vivienda-MDMQ-IRD, Col. Quito Metropolitano, 116p más anexos.

PAZ Y MIÑO, \_César (2000), “Daños sin Reparaciones de Hidrocarburos”, artículo publicado en cartelera de la facultad de Petróleos, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2p.

PELTRE (coord), (1989). “Riesgos naturales en Quito: lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi”, Revista Estudios de Geografía Vol 2, Corporación Editora Nacional, Colegio de Geógrafos del Ecuador, Quito, 91p.

PETROECUADOR, (2003), “Producción anual de petróleo y gas. Región Amazónica Campos, Periodo: 1972 - 2002”, Petroproduccion, Quito-Ecuador, 2p.

RODRIGUEZ D, GONZALEZ V. (2003) “La seguridad industrial en las envasadoras de combustibles inflamables y sustancias toxicas”, Revista ESTRUCPLAN, Superintendencia de Riesgos Laborales, Buenos Aires, Argentina 23-27p.

SIERRA A (2000), « Gestion et enjeux des espaces á risques d’origine naturelle : l’exemple des versants et des quebradas de Quito, Equateur ». Thèse de géographie, Université de Paris VIII, 326p.

SORIA Carlos (2000), “Rotura del Oleoducto: 18 de Diciembre del 2000”, Diario El Hoy. Quito-Ecuador 1p.

WALLACE COOPER, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1994) “Observations on the Environmental Risk “, posed by the Petroecuador, Beaterio Facility, Quito, 312p.

ZUCHELLI M, D’ERCOLE R, PORTALUPPI C. (coord), (2003), « Amenazas, vulnerabilidad, capacidad y riesgo en el Ecuador. Los desastres un reto para el desarrollo”, Cooperazione Internazionale, IRD, OXFAM-GB, Quito-Ecuador, 121p más anexos.

**Règlements et guides du DMQ par rapport à sa gestion dans le domaine des risques technologiques.**

Código de conducta para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos, FUNDACIOPN NATURA, 1997, Quito-Ecuador

Compilación de Legislación Municipal, Municipio Metropolitano de Quito, 1997, Quito-Ecuador.

Lista de historial de Accidentes , SIAT, 2000-2001, Quito-Ecuador.

Localización de Fuentes Relacionadas con el Expendio de Gas y Gasolina, Cuerpo de Bomberos, 1998, Quito-Ecuador

Manejo Ambientalmente Seguro de Productos Químicos Industriales, COSUDE- Fundación Natura, 1996, Quito-Ecuador

Norma 704 de la National Fire Protection Ambiental, Gobierno de los Estados Unidos, 1952, Washington-EEUU

Norma Técnica Ecuatoriana, Cuerpo de Bomberos de Quito, 1999, Quito-Ecuador

Normas Técnicas Ecuatorianas INEN (compilación), Aproque- Fundación Natura, 1999, Quito-Ecuador

Políticas de seguridad, salud y medio ambiente, Clemis Miki - AGA, 1996, Quito-Ecuador

Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos, Ministerio de Medio Ambiente, 1998, Quito-Ecuador

Reglamento para Ejecutar las Actividades de Almacenamiento, Transporte, Comercialización y Venta al Público de Derivados del Petróleo Producidos en el País o Importados, Dirección Nacional de Hidrocarburos, 1996, Quito-Ecuador

Reglamento para la Comercialización de Gas Licuado de Petróleo GLP, Dirección Nacional de Hidrocarburos, 1996, Quito-Ecuador

Technical Specifications of Facilities for Transport and Storage of Oil, Petroecuador, 2000, Quito-Ecuador

Normas de Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos, INEN, 2000, Quito-Ecuador



## SITES WEB

[www.Agora21.org/ari/](http://www.Agora21.org/ari/) Site de l'ENMSE. St.Etienne  
[www.cindynics.org](http://www.cindynics.org) -Institut Européen des Cindyniques, Paris  
[www.irma-grenoble.com](http://www.irma-grenoble.com) -Institut des risques majeurs. Grenoble  
[www.cypres.org/html/risques.html](http://www.cypres.org/html/risques.html) -Centre d'information pour la prévention des risques industriels Martigues-  
[www.lyon-spiral.org](http://www.lyon-spiral.org) -SPPPI (secrétariat permanent pour la prévention des pollutions industrielles et des risques), Lyon. De meme, SPPPI Basse-Seine, littoral Calais-Dunkerque, Toulouse.  
[www.amrae.asso.fr](http://www.amrae.asso.fr) -Association pour le management des risques et des assurances de l'entreprise.  
[www.ineris.fr](http://www.ineris.fr) -Institut national de l'environnement industriel et des risques-  
[www.environnement.gouv.fr](http://www.environnement.gouv.fr) -Ministère de l'Environnement-  
<http://perso.wanadoo.fr/sfirm> -Société française des risques majeurs (bureau d'études), Rives (38)  
[www.san-vnf.fr](http://www.san-vnf.fr) -Réseau de villes européennes pour le développement durable et risques technologiques.  
[www.IPGR.org](http://www.IPGR.org) -Institut de Prévention et de gestion des risques urbains, Marseille.  
[www-hs.iuta.u-bordeaux.fr/lesbats/gtc](http://www-hs.iuta.u-bordeaux.fr/lesbats/gtc) -Le maire face aux risques- CD ROOM « on line ».  
[www.sigma.risk.fr](http://www.sigma.risk.fr) -Réseau de consultants en risk management et audit d'assurance-  
[www Mappemonde-org](http://www.Mappemonde-org)  
[www.debat-risques.environnement.gouv.fr](http://www.debat-risques.environnement.gouv.fr) -Site ouvert à l'occasion du débat national sur les risques industriels après Toulouse-  
[www.aria-environnement.gouv.fr](http://www.aria-environnement.gouv.fr) -Site de BARPI-  
[www.preventique.org](http://www.preventique.org) -Revue de sécurité-  
[www.prim.net/professionnel/riprim/seminaire.html](http://www.prim.net/professionnel/riprim/seminaire.html) -Rencontres européennes de la Géomatique  
[www.scifrance.org/org/congrès:maitrisedesrisquesindustriels/index.html](http://www.scifrance.org/org/congrès:maitrisedesrisquesindustriels/index.html) -Actes maison de la Chimie, Maîtrise des risques industriels-  
[www.reliefweb.int](http://www.reliefweb.int) -site officiel des nations unies (organisation des affaires humanitaires) avec des informations de crise dans le monde.  
<http://www.ac-toulouse.fr/histgeo/monog/azf/azf.htm> - Accident de Toulouse-  
<http://sfa.univ-poitiers.fr/commedia/DESSrisq2001/Feysin/accueil.html> - Accident de Feysin-  
<http://www.jurisques.com/jfcri.htm> -Accidents majeurs-  
[www.technol.org](http://www.technol.org) -Base de datos de accidentes mayores a nivel mundial-  
[mlohez@cafe-geo.net](mailto:mlohez@cafe-geo.net) -Ponencias sobre geografía urbana y riesgos-  
[www.petroecuador.org.ec](http://www.petroecuador.org.ec) -Pagina de Petroecuador-  
[www.mdmq.gouv.ec](http://www.mdmq.gouv.ec) -Página del Municipio de Quito-  
[http://www.cites21.org/initiatives-locales/mulhouse\\_page2.html](http://www.cites21.org/initiatives-locales/mulhouse_page2.html) -sites sur périmètres de protection-  
<http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/neron.asp> - revista de manejo de industrias peligrosas Argentina-  
<http://debat-risques.environnement.gouv.fr> -débats publics sur les risques industriels-  
[La cartographie des risques industriels](http://La.cartographie.des.risques.industriels) -article in line DONZE, J-  
<http://www.uml.edu/centers/lcsp/precaution> -LOWELL, Declaración de sobre ciencia y Principio de Precaución. (Diciembre 2001)

## LOGICIELS UTILISÉS

SAVANE : SIG propriété de l' IRD, (responsable Marc Souris)

ARC VIEW- GIS 3.2 : SIG propriété d' " Environmental System Research Institute Inc."

MICROSTATION : System CAD, propriété de BENTLEY

ADOBE ILLUSTRATOR 8 : System de design, graphiques et cartographie propriété ADOBE

COREL PHOTO-PAINT 11 : System de design, correction et style de photos.

OFFICE 2002 : Word, Excel, Front Page, propriété Microsoft Corporation

## SIGLAS

<b>BLEVE:</b>	Boling liquid expanding vapour explosion
<b>CONGAS:</b>	Compañía nacional de gas- Ecuador
<b>DMQ:</b>	Distrito Metropolitano de Quito
<b>DMSC :</b>	Dirección Metropolitana de de seguridad ciudadana
<b>DMSC :</b>	Dirección metropolitana de seguridad ciudadana-MDMQ
<b>DMTV:</b>	Dirección metropolitana de territorio y vivienda-MDMQ
<b>DNH :</b>	Dirección nacional de hidrocarburos- Ministerio de Energía y Minas del Ecuador
<b>DRIRE :</b>	Direction régional de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
<b>EEQ :</b>	Empresa eléctrica Quito
<b>ELAC:</b>	Elementos que intervienen en el almacenamiento de combustibles DMQ
<b>EMAAP :</b>	Empresa municipal de alcantarillado y agua potable-MDMQ
<b>ENSO:</b>	El Niño Oscilación del Sur
<b>EPN:</b>	Escuela politécnica nacional-Ecuador
<b>FLACSO:</b>	Facultad latinoamericana de ciencias sociales
<b>GLP:</b>	Gas licuado de petróleo
<b>IESS:</b>	Instituto ecuatoriano de seguridad social
<b>INEN:</b>	Instituto Nacional ecuatoriano de normalización
<b>INERIS :</b>	Institut de l'environnement industriel et des risques
<b>IRD :</b>	Institut de recherche pour le développement
<b>LA RED:</b>	Red de estudios sociales y prevención de desastres en América Latina
<b>MDMQ:</b>	Municipio del Distrito Metropolitano de Quito
<b>OCP:</b>	Oleoductos de crudos pesados-Ecuador
<b>PLU :</b>	Plan local d'urbanisme
<b>PNUD :</b>	Programa de naciones unidas para el desarrollo
<b>PPI :</b>	Plan particulier d'intervention
<b>S/E:</b>	Subestación de energía eléctrica
<b>SEI:</b>	Service de l'environnement industriel
<b>SIAT:</b>	Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito de la Policía Nacional
<b>SIIM:</b>	Sistema de información e investigación metropolitana-MDMQ
<b>SIG:</b>	System d'Information Géographique
<b>SOTE:</b>	Sistema de oleoductos transecuatorianos
<b>UNDRO:</b>	United nations disaster reliefs co-ordinator
<b>UPD:</b>	Unidad de prevención de desastres -MDMQ
<b>UPGT :</b>	Unidad de planificación y gestión del transporte-MDMQ
<b>UVCE:</b>	Unconfined vapor cloud explosions

## Liste des Schémas

Schéma 1: La base conceptuelle de la connaissance du risque technologique .....	8
Schéma 2 : La répartition des catastrophes technologiques par domaine.....	12
Schéma 3: Les dynamiques de gestion des risques technologiques en France et en Equateur .....	14
Schéma 4: Dynamiques et conséquences de dangers dans le système:ville .....	16
Schéma 5: Effets en chaîne des dangers technologiques liés aux combustibles sur des sites urbains.....	17
Schéma 6: Modèle de gestion technologique dans les centres urbains.....	20
Schéma 7: Les fréquences des catastrophes naturelles enregistrées durant la période 1500-2000 en Equateur.	23
Schéma 8: Fréquence des accidents technologiques enregistrés entre 1995 et 2002 en Equateur.....	25
Schéma 9: Quelques risques d'origine naturelle dans le DMQ .....	28
Schéma 10: Dynamique des installations technologiques concernant la mitigation ou l'aggravation des scénarios de risque du DMQ .....	29
Schéma 11: Cartographie et visualisation des principaux dangers technologiques dans le DMQ.....	33
Schéma 12: La localisation des installations d'activité pétrolière et de combustibles en Equateur. ....	34
Schéma 13: Systèmes urbains par rapport aux risques technologiques par combustibles dans le DMQ....	35
Schéma 14: Les routes de distribution des hydrocarbures par oléoducs et pipelines .....	36
Schéma 15: La localisation des installations de combustibles dans le DMQ .....	37
Schéma 16: Le fonctionnement du système de transport de combustibles.....	38
Schéma 17: Les installations d'approvisionnement de combustible importants dans le DMQ .....	39
Schéma 18: La dynamique relationnelle des combustibles dans le DMQ.....	40
Schéma 19: comparaison cartographique entre le modèle de localisation et la dynamique des combustibles dans le DMQ .....	41
Schéma 20: Les lieux préférentiels des accidents suscités par des combustibles dans le DMQ.....	43
Schéma 21 : Zones d'effet issues de l'étude de danger .....	44
Schéma 22 : les zones de danger potentiels des installations de combustibles dans le DMQ .....	45
Schéma 23 : Lieux dangereux potentiels importants dans le DMQ.....	46
Schéma 24 : les structures urbano-spatiales importantes dans le DMQ .....	47
Schéma 25 : Relation entre les dangers potentiels des combustibles et les structures spatiales urbaines importantes dans le DMQ.....	48
Schéma 26 : Comparaison cartographique entre le modèle de dangers technologiques et la structure urbano-spatiale du DMQ. ....	49
Schéma 27 : La localisation des zones de danger technique des centres d'embouteillage CONGAS et AGA ...	50
Schéma 28 : Classification des niveaux de danger technologique des centres d'embouteillage CONGAS et AGA par rapport à l'aire urbaine et aux réseaux d'eau potable et d'électricité.....	51
Schéma 29 : Analyse des risques technologiques des installations électriques exposées aux dangers BLEVE dans le cas des centres CONGAS et AGIP.....	54
Schéma 30 : les conséquences au niveau de l'approvisionnement d'énergie d'un mauvais fonctionnement de la S/S Epiclachima et de ses lignes de sous-transmission, à l'intérieur de zones à risque.....	55
Schéma 31 : Possibles conséquences sur l'approvisionnement d'énergie dans des secteurs économiques	56
Schéma 32: Contours d'iso-risque individuel.....	57
Schéma 33: La courbe de Farmer .....	58
Schéma 34: Facteurs de vulnérabilité à considérer dans l'analyse du risque technologique dans le DMQ	59
Schéma 35: Modèle de cartographie des dangers technologiques sur les routes.....	60
Schéma 36 : Gestion des risques technologiques dans le DMQ.....	61

## Liste des Tableaux

Tableau 1: Caractéristiques des risques technologiques au niveau mondial.....	6
Tableau 2: Niveaux de définitions du risque technologique.....	8
Tableau 3: Accidents et scénarios provoqués par des installations de matériel dangereux .....	10
Tableau 4: Les principaux événements technologiques en Equateur entre 1995 et 2002 .....	24
Tableau 5: Risques potentiels et avérés liés aux éléments technologiques dans le DMQ .....	31
Tableau 6: Les principaux éléments des combustibles et les caractéristiques concernant leur fonctionnement .....	36
Tableau 7: accidents dans le DMQ occasionnés par le transport terrestre de combustibles .....	44
Tableau 8: Limitations des zones de danger .....	45
Tableau 9 : Analyse du risque des installations électriques par rapport à de possibles scénarios BLEVE (CONGAS-AGA).....	53
Tableau 10: Fréquence des décès annuels dus à l'industrie chimique .....	58

## ANNEXES

### Coordonees des personnes et des organismes

#### Les personnes

D'Ercole Robert  
Institut de Recherche pour le Développement IRD  
Whymper 442 y Coruna  
Telf : (593-2), 503 944/ 504 856  
Quito Ecuador  
[dercole@ecuanet.ec](mailto:dercole@ecuanet.ec)

Nury Bermudez  
Municipio del Distrito Metropolitano de Quito MDMQ  
Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda  
Sistemas de Información e Investigación Metropolitana  
García Moreno 1130 y Chile  
Telf (593-2), 584 347  
Quito Ecuador  
[dgp@quito.gov.ec](mailto:dgp@quito.gov.ec)

Diego Vallejo  
Fundación Natura  
Avenida República 481 y Almagro  
(593-2), 503 391  
Quito Ecuador  
[dvallejo@fnatura.org](mailto:dvallejo@fnatura.org)

Jacques Donze  
Universite Lyon III  
7 rue Chevreul 69007  
telf 0609313889  
Lyon-France  
[jaques.donze@free.fr](mailto:jaques.donze@free.fr)

Patrick Pigeon  
Universite de Savoie Departament de géographie  
Savoie-Technolac, BP 1104  
73011 Chambéry Cedex  
Telf (33 4), 79 75 87 84  
Chambéry-France  
[patrick.pigeon@savoie-univ.fr](mailto:patrick.pigeon@savoie-univ.fr)

Paulina Guerrero  
Municipio del distrito metropolitano de Quito  
Administración Zonal calderón  
Vía de ingreso a mariana de Jesús 976 y Av. Cptan: Giovanni Calles  
Telf (593 2), 2425 430  
Quito Ecuador  
[pguerrero@yahoo.es](mailto:pguerrero@yahoo.es)

Lorena Vinuesa  
Municipio del distrito metropolitano de quito  
Dirección metropolitana de seguridad ciudadana  
Calle Venezuela y Chile, Alcaldía general  
Telf: (593 2), 570 709 (593 2), 289 746  
Quito-Ecuador  
[dmsc@quito.gov.ec](mailto:dmsc@quito.gov.ec)

## **Les organismes et instituts**

### **DEFENSA CIVIL**

Av. Amazonas y Villalengua  
Telf: (593 2), 245 031 / 455 441/ 439 433  
Casilla 4979/ CCNU  
Quito-Ecuador

### **Empresa Eléctrica Quito SA**

Daniel Hidalgo 168 y Av 10 de Agosto  
Telf: (593 2), 235 079/ 509 459/ 547 228  
Telefax: (593 2), 500 442  
Casilla: 17-01-3571  
Quito-Ecuador

### **Institut de Recherche pour le Développement**

Centre de recherche d'île de France  
Unité UR 029  
32, avenue Henri Varagnat  
93143 Bondy cedex  
Téléphone 33 (01), 48 02 55 00/ 48 47 30 88/  
Paris-Francia

### **Institut de Recherche pour le Développement**

Whymper 442 y Coruña  
Téléphone : (593 2), 503 944/ 504 856  
Apartado Postal : 17 12 857  
Representant : Pierre Gondard  
Quito-Equateur

### **Policía Nacional del Ecuador**

SIAT, Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito  
Foch E-438 Sector La Mariscal  
Telf: (593 2), 222-8458/ 250-2127  
Quito-Equateur

### **Municipio del Distrito Metropolitano de Quito**

Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana  
Cuerpo de Bomberos de Quito  
Ventimilla S/N y Reina Victoria.  
Telf: (593 2), 102 (de emergencia)  
Quito-Equateur

### **Petroecuador**

Servicio de mantenimiento y distribución (Petrocomercial)  
Alpallana E8-86 y Av. 6 de Diciembre.  
Telf: (593 2), 256-3060 /256-1250  
Quito-Equateur

### **Ministerio de Energía y Minas**

Dirección Nacional de Hidrocarburos.  
Orellana y Juan León Mera.  
Telf: (593 2), 255-0018 /290-9595  
Quito-Equateur

### **Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement**

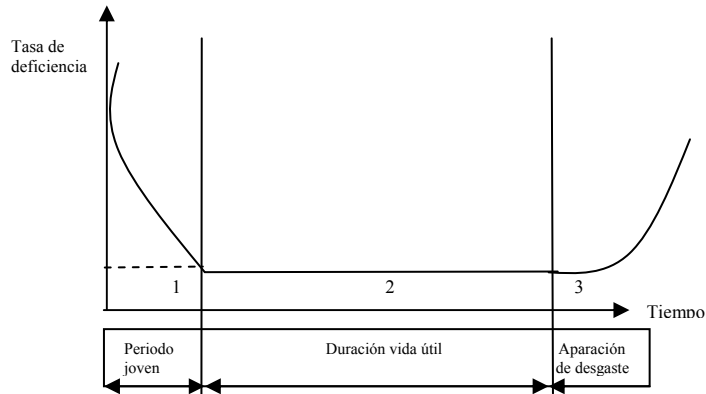
Direction de la prévention des pollutions et des risques  
Service de l'environnement industriel  
Bureau des Risques Technologiques et des Industries Chimiques et Petrolières  
20, avenue de Ségur  
75302 Paris 07 SP  
tel : 16 (1), 42 19 20 21  
telecopieur : 16 (1), 42 19 14 67  
Paris- Francia

## Base théorique des concepts et de la localisation des dangers technologiques

### Annexe 1: Courbe en Baignoire

Loi exponentielle:

La courbe en baignoire: Dans les années 1950, des études statistiques ont montré que de nombreux composants électroniques avaient un taux de défaillance  $\lambda(t)$  variant suivant une courbe dite « en baignoire ». Succinctement, le taux de défaillance d'un ensemble de  $n$  composants électroniques peut être estimé par le rapport entre le nombre de composants défaillants  $N$  et le temps de fonctionnement cumulé  $T$  assuré par les  $n$  composants depuis l'origine:  $\lambda = N/T$ :



La région 1, représente période de jeunesse, ou période de défaillances précoces, pendant laquelle apparaissent les défauts dus à des erreurs de conception ou fabrication: 10 heures pour une pièce mécanique, 100 heures pour un composant électronique et 6 mois pour une grosse machine tournante.

La région 2, définit la période de vie utile d'un élément pendant laquelle le taux de défaillance est sensiblement constant: Milliers d'heures, par exemple pour un moteur à explosion, 100 mille heures pour un composant électronique et de quelques années pour une vanne mécanique.

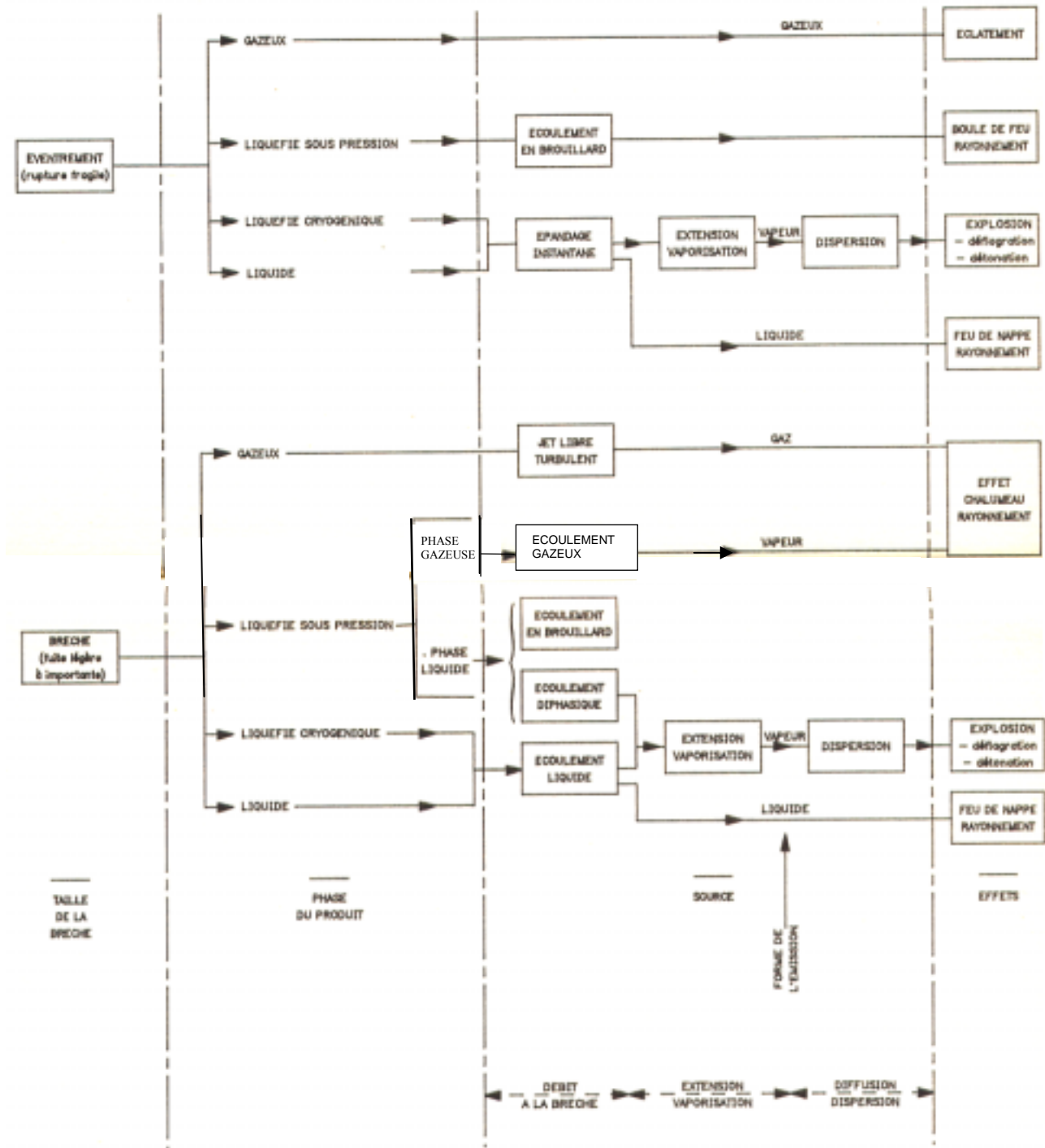
La région 3, définit la période des défaillances d'usure pendant laquelle le taux de défaillance croît rapidement.

Pour la région deux, néanmoins le taux d'utilité peut changer, parce que les machines sont toujours objets des maintenances préventives.

Fuente; Signoret, Leroy, 1992,  
Realización: Jairo Estacio



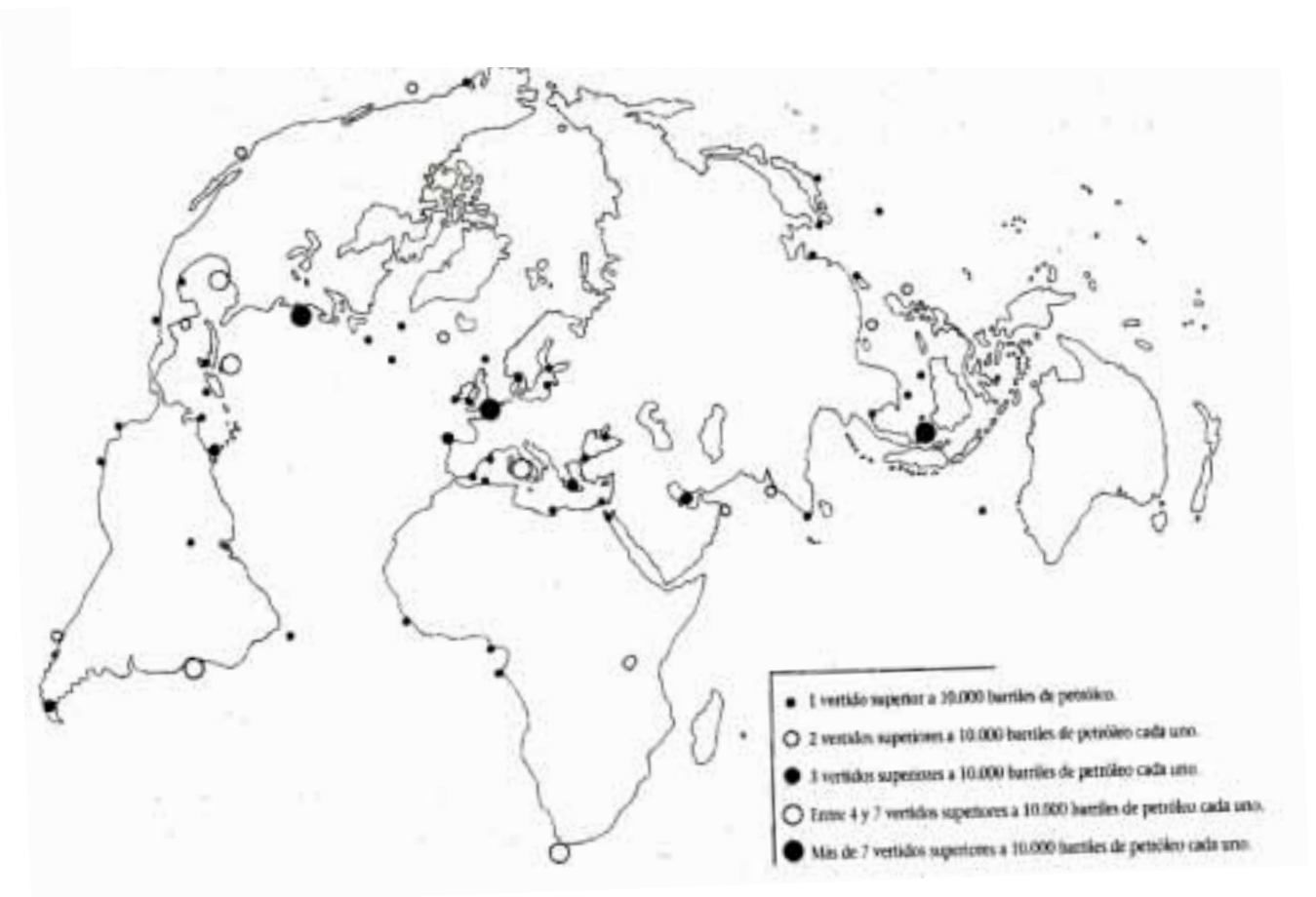
## Annexe 2: Scénarios des accidents d'hydrocarbures



LE DEROULEMENT DU SCENARIO D'ACCIDENT SELON LA TAILLE DE LA BRECHE, LA PHASE DE L'HYDROCARBURE STOCKE OU TRANSPORTE

Source; Lannoy après Signoret, Leroy 1992.

**Annexe 3: Localisation des accidents majeurs des bateaux-citernes du pétrole**



Source: Garcia- Tornel 2001

**Annexe 4: La logique radioconcentrique des risques urbains**



Source : Dauphiné 2003

## Gestion des risques technologiques

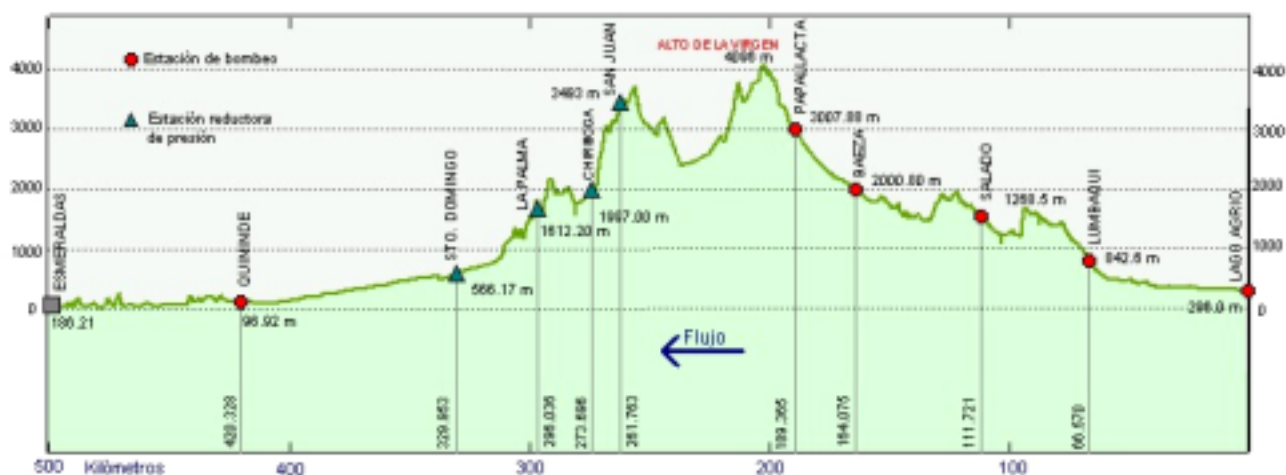
### **Annexe 5 : Caractéristiques à tenir compte au cours de la construction d'un dialogue et d'une coopération**

Phases	Acteurs et agents Scientifiques techniques	Acteurs de la décision politique	Population politiquement défavorable et représentants de la population
<b>Socialisation</b>	L'input scientifique technique sur le problème du risque technologique lié aux combustibles, aux limitations techniques et méthodologiques et aux incertitudes	Les positions et les intérêts politiques mis en jeu ainsi que les facteurs restrictifs. Indiquer l'extension et l'insuffisance des règlements et des normes	Exposer leurs intérêts et les connaissances concernant le problème ce qui pourra contribuer au dialogue
<b>Congruence</b>	Les expériences précédentes des événements passés	L'évaluation de futures initiatives praticables, celles qui sont en accord avec des stratégies à développer	La population affectée bénéficiera de la décision prise
<b>Ressources</b>	Mettre en disposition les outils disponibles, le talent, et la connaissance en faveur de l'étude de risque	Mettre en disposition l'habilité sociale et communicative et l'accès des acteurs aux réseaux plus denses	Mettre en disposition les talents, les connaissances et les contacts pour résoudre le conflit
<b>Confiance</b>	La condition <i>sine qua non</i> dans la coopération	La condition sine qua non de condition dans la coopération	La condition sine qua non de condition dans la coopération
<b>Engagements</b>	S'engager à continuer des études des risques pour résoudre le problème immédiat	S'engager à améliorer la décision politique et les règlements	S'engager à respecter la décision prise et, comme tous les acteurs en question, à contribuer à l'amélioration de la politique et des règlements.

Source: Funtowicz y De Marchi, 2002  
Mise en place: Jairo Estacio (2004)

## Les risques Technologies en Equateur et DMQ et des apports pour la cartographie

### **Annexe 6 : Profil du pipeline à travers du territoire équatorien**



Source: Unidad de Sistemas de Petroecuador 2002

**Annexe 7: Distances de dangers relatives au pôle chimique de Toulouse Sud de INERIS**

	date de l'étude	scénario majorant	distance au seuil des effets létaux (m) - - rayon de la zone Z1	distance au seuil des effets irréversibles (m) - rayon de la zone Z2
<b>Grande Paroisse</b>	<b>1989</b>	rupture guillotine d'un piquage d'ammoniac liquide sur les réservoirs moyenne pression à l'extérieur	894 mètres (zone PIG)	1600 mètres (zone PPI)
	<b>2001</b>	<i>Rupture d'une canalisation d'ammoniac liquide</i>	<i>650 mètres</i>	<i>2550 mètres</i>
	<b>2001</b>	ruine instantanée d'un wagon de chlore	2625 mètres	5375 mètres
<b>SNPE</b>	<b>1989 -</b>	rupture d'une canalisation de phosgène gazeux à l'extérieur (en sortie de l'évaporateur)	600 mètres (zone PIG)	1175 mètres (zone PPI)
	<b>2001</b>	rupture guillotine d'une canalisation de phosgène gazeux vers l'extérieur	3350 mètres	5550 mètres
<b>Tolochimie</b>	<b>1989</b>	fuite du plus gros en cours de phosgène	990 mètres (zone PIG)	2150 mètres (zone PPI)
	<b>2001</b>	<i>fuite au niveau d'un réacteur de l'atelier de phosgénéation (seuils de toxicité en vigueur en 1998)</i>	<i>1150 mètres</i>	<i>3450 mètres</i>
	<b>2001</b>	fuite au niveau d'un réacteur de l'atelier de phosgénéation (seuils de toxicité en vigueur en 2001)	3450 mètres	> 10 km

*Source : Avis d'expert sur la détermination des zones de sécurité pour la maîtrise de l'urbanisation autour de 5 établissements à risque dans la région Midi Pyrénées, INERIS, Direction des risques accidentels, novembre 2001.*

**Annexe 8: Analyse globale de la vulnérabilité des éléments principaux du système électrique**

SYNTHESE GLOBAL VULNERABILITE						
	Vulnérabilité intrinsèque	Dépendance éléments externes	Alternatives de fonctionnement	Capacité de control	Préparation pour envisage les crises	Somme
<b>Subestaciones EEQ</b>						
Santa Rosa	4	3	4	3	3	17
Vicentina	4	3	2	2	3	14
Selva Alegre	4	3	4	3	3	17
Pomasqui	2	3	4	3	3	16
SE 19	3	3	3	3	4	16
Norte	3	3	2	3	4	15
Epicachima	3	3	2	3	4	15
San Rafael	4	3	3	3	4	17
Eugenio Espejo	1	3	2	3	4	13
SE 18	2	3	3	3	4	15
Sur	3	3	2	3	4	11
<b>Líneas EEQ 138</b>						
Santa Rosa / Eugenio Espejo	2	2	4	5	4	17
Eugenio Espejo / Selva Alegre	4	2	4	5	4	19
Selva Alegre / SE19	4	2	3	5	4	18
der SE19 / Pomasqui	3	2	2	4	4	15
Pomasqui / SE18	1	2	2	4	4	9
<b>Líneas EEQ 46</b>						
Norte / Vicentina	4	2	2	4	4	16
Selva Alegre / Norte	3	2	2	3	4	14
Líneas que bordean el aeropuerto	4	2	1	3	4	14
Selva Alegre / SE19 Inter	3	2	1	3	4	13
Epicachima / Selva Alegre	4	2	1	3	4	14
Sur / Vicentina	3	2	1	3	4	13
Epicachima / Sur	3	2	1	3	4	13
Santa Rosa / Epicachima	4	2	2	4	4	12

Source: Robert D'Ercole 2003

## Annexe 9 : Application de quelques méthodes pour l'identification des dangers industriels

Méthode	Définition	Types, conception
<b>APR</b>	Analyse de chaque élément dangereux dans un système industriel, et son évolution vers un accident plus ou moins sérieux et avec des répercussions potentiellement dangereuses. Des listes de commande de ces éléments et situations dangereuses sont exigées. Ils mettent en évidence d'une manière générale les dangers.	
<b>Modélisation du système</b>	Réalisation de diagrammes causes –conséquences pour voir des scénarios dans des situations normales (simulations) ou le moment de crise (identification des dommages prépondérants).	<i>Arbres de défaillances</i> Ils mettent en 'évidence les risques prépondérants. On doit construire graphiquement un arbre des problèmes causés par un événement non souhaité. On n'essaie pas de prévoir les événements mais de se servir de la logique déductive pour y arriver naturellement.
<b>Processus Stochastiques</b>	Ce sont des processus aléatoires qui font partie d'un système dynamique. Ces processus aléatoires sont provoqués par des phénomènes divers comme l'insuffisance des composants et l'état de réparations.	<i>Processus de Markov</i> : Ce sont des diagrammes qui montrent le fonctionnement du système et, à travers d'une table de vérité, ses différents états. Ceci est fait pour pouvoir identifier les changements brusques d'un état à un autre dû aux défaillances ou aux réparations des composants. Les sauts qui existent entre les deux états s'appellent les taux de transition. Les taux de transition sont constants et de nature exponentielle, ce qui représente la caractéristique de cette méthode.
<b>Modélisation du réseau de Petri</b>	Méthode allemande qui comprend la description du comportement des "automates" séquentiels asynchrones. Leur puissance de modélisation les a fait adopter depuis une dizaine d'années en sûreté de fonctionnement. Le réseau de Petri est constitué de places (marquées par les jetons), de transitions et d'arcs.   <p>Le diagramme illustre un réseau de Petri. À gauche, une place (cercle) contient un jeton (cercle noir). À droite, une transition (rectangle) est représentée par une barre horizontale. Un arc amont relie la place à la transition, et un arc aval relie la transition à une autre place. Une légende indique que les jetons sont les cercles noirs, les arcs sont les lignes courbes, la transition est la barre horizontale, et la place est le cercle vide.</p>	Ce modèle permet de représenter graphiquement la partie statique du réseau. Pour simuler le comportement du système, il faut superposer cette structure statique et une structure dynamique évoluant en fonction de l'évolution du système représenté. Cette action est réservée au « marquage » du réseau constitué des jetons présents ou non dans les places et évoluant dynamiquement en fonction du tir des diverses transitions valides : le marquage du réseau représente l'état du système à un moment donné. Pour être valide, une transition doit avoir au moins un jeton dans chacune des places amont. Elle peut alors être tirée et ce tir consiste à retirer un jeton dans chacune de ses places amont et à ajouter un jeton dans chacune de ses places aval. Il en résulte un nouvel état du système étudié.
<b>Méthode de Monte-Carlo</b>	Cette méthode envisage les processus statistiques gérés par des règles où le hasard intervient. Elle est basée sur les modélisations du réseau de Pétri et sur des modèles du comportement du système (fonctionnement et dysfonctionnement). C'est une méthode détaillée qui considère des paramètres jamais considérés par les autres méthodes.	<i>Le logiciel de simulation « Monte Carlo »</i> effectue les opérations des simulations considérant les possibilités de hasard, à travers de son historique et des lois de probabilité
<b>Bases de données</b>	Ces bases son nécessaires pour mesurer les risques	<i>Données d'éventualité</i> : ce sont des calculs de probabilité des occurrences et conséquences d'un risque <i>Données de fiabilité</i> : ce sont des calculs relatifs au mauvais fonctionnement d'un équipement (ou d'un opérateur).

Source: Signoret, Leroy 1992

Mise en place: Jairo Estacio

**Annexe 10: Distances permises pour la localisation des stations de services dans le DMQ**

Ordonnance 3148 MDMQ	
EMPLACEMENT, LIEUX OU ZONES	STATIONS-SERVICE
Habitation collective, bâtiments de plus de 4 étages	50 m
Passage à niveau	200 m
Echangeurs	200 m
Distributeurs de circulation	200 m
Etablissements religieux	50 m
Spectacles publics	50 m
Marchés	50 m
Points d'agglomération humaine	50 m
Etablissements éducatifs	200 m
Etablissements hospitaliers	200 m
Oléoducs, gazoducs, pipelines	100 m
Centres d'embouteillage du gaz	1000 m
Stations-service (DMQ)	250 m
Stations-service (zones suburbaines)	150 m*
Centre Historique	interdit
Aéroport	1000 m**
Routes fermées	50 m
Ravins	50 m
Décharges	50 m
Talus	50 m
Stations ou sous-stations électriques	50 m
Lignes à haute tension***	50 m
Aires d'éclairage publique***	20 m
Téléphonie***	20 m
Egouts	20 m
Source: DMTV MDMQ- 1997	
* sur l'axe d'une rue ou d'un embranchement	
** à partir du bout de la piste	

**Annexe 11: Distances minimales pour localisation des centres de distribution de GPL**

Norme 1534 INEN

DISTANCE ENTRE LA ZONE UTILE DE STOCKAGE DU GLP JUSQU'A:	CENTRES D'APPROVISIONNEMENT(m)	POINTS MAJEURS DE DEBIT DU GAZ (m)
Voies ferrées	15	15
Entrepôts stockant des matériaux inflammables	50	50
Edifices industrielles	15	8
Edifices et/ou lieux de concentration publique	50	30
Lieux de circulation publique	15	5
Stations ou sous-stations d'énergie électrique	100	100
Voies publiques urbaines	10	10

Source: INEN, Corps de pompiers 2000

**Annexe 12: Distances minimales aux points de transfert de gaz GPL**

EXPOSITION	DISTANCE MINIMALE HORIZONTALE, m
Locaux habités et édifices	3
Edifices avec des parois sans résistance au feu	8
Ouverture dans les parois des édifices, ou fossé autour du point de transfert	8
Ligne contiguë de propriété sur laquelle il est possible de construire	1
Espaces extérieures qui rassemblent du public, y compris les cours d'écoles, terrains de sport et aires de jeux	8
Bord de routes ou de voies publiques	3
Chemin d'accès à une propriété	1.5
Réservoirs qui ne sont pas en train de se remplir	3
Stations-service ou lieux de stockage des combustibles liquides	6

Source: Cuerpo de Bomberos Quito, 2000

## **Annexe 13: Ordonnance municipale du déplacement des équipements de GPL**

### **ORDONNANCES MUNICIPALES**

#### **Ordonnance d'Autorisation pour les Administrations Zonales pour qu'elles approuvent les Projets d'Installations du gaz de Pétrole**

##### **Le Conseil Métropolitain de Quito**

Selon le Rapport IC-2000-606 du 20 octobre 2000 de la Commission de Planification et Nomenclature: De par l'usage de ses attributions légales:

##### **Expedie:**

L'Ordonnance à travers laquelle les Administrations Zonales sont autorisées à approuver les projets concernant les installations de gaz de pétrole liquéfié pour les activités qui se développent à l'intérieur du District, c'est-à-dire non seulement pour les habitations mais aussi pour le commerce, la production, l'échange, l'éducation, la santé et la gestion.

Art 1.- Jusqu'à l'entrée en vigueur de la nouvelle Réglementation pour le District Métropolitain et des normes d'Architecture et d'Urbanisme, les Administrations Zonales, respectant la disposition de l'Art. 6 sur la procédure d'approbation et d'exécution des projets concernant les installations centralisées, numéro 4 de l'Accord Ministériel 209, approuveront les plans des projets concernant les installations de plus de 10 unités de logement ainsi que les constructions à vocation résidentielle, commerciale et industrielle.

Art 2.- La présente ordonnance entrera en vigueur à partir de la date de sa sanction

Etabli Lors des Sessions du Conseil Métropolitain de Quito le 16 novembre 2000.

Dr. Efrén Cocios Jaramillo

Vice-président du Conseil Métropolitain de Quito

Maître Pablo Ponce C.

Secrétaire Général du Conseil

##### **Certificat de Session**

Le soussigné Secrétaire Général du Conseil Métropolitain de Quito certifie que la présente Ordonnance fut débattue et approuvée lors des sessions du 16 novembre et du 14 décembre 2000

Maître Pablo Ponce C.

Secrétaire Général du Conseil

Mairie du District.- 26 décembre 2000

##### **Exécuteurs**

Paco Moncayo Gallegos

Maire du District Métropolitain de Quito

Maître Pablo Ponce. C.

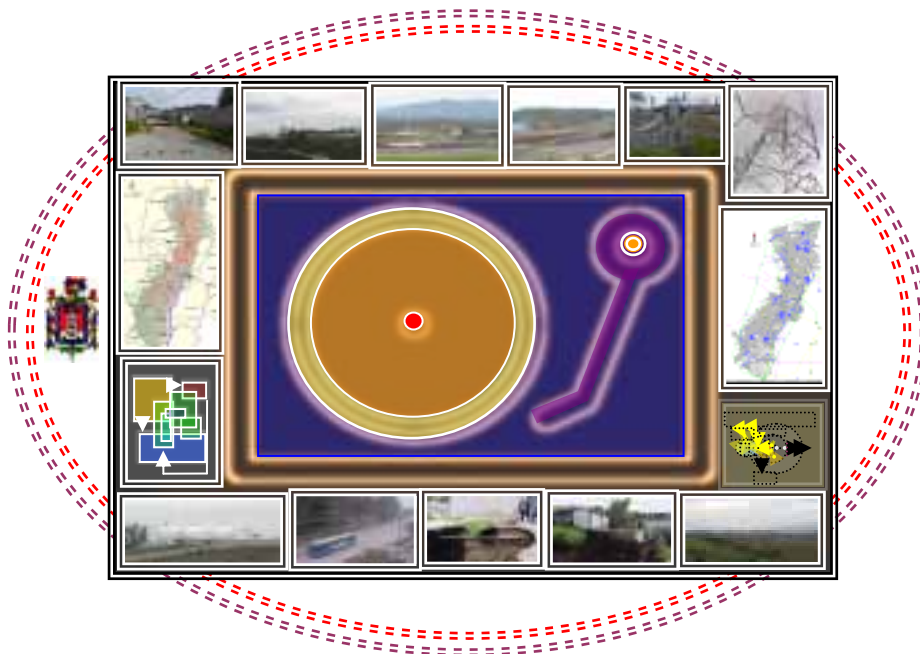
Secrétaire Général du Conseil Métropolitain.

Source : MDMQ-2004



Jairo ESTACIO

## Riesgos tecnológicos ligados al almacenamiento y transporte de combustibles en el Distrito Metropolitano de Quito- Ecuador



**Memoria de Master 2: Estructuras y dinámicas espaciales**  
Realizado bajo la dirección de Robert D'ERCOLE

### Miembros del jurado:

Robert D'Ercole

Jacques Donze

Jean Jacques Delannoy

Maestro de conferencias en la Universidad de Savoie

Profesor y director de Geografía en la Universidad de Lyon III

Profesor y director EDYTEM en la Universidad de Savoie

Junio 2004

## Resumen

Los asentamientos humanos demandan la implementación de infraestructuras, bienes, productos y servicios a favor de su bienestar y desarrollo; éste último en la “era industrial”, constituyó el eje del apareamiento de los **riesgos tecnológicos** y en el siglo XX marcó la época de los grandes **escenarios de accidentes** industriales que afectaron sustancialmente a ciudades y centros poblados. Justamente a partir de los efectos del riesgo y los accidentes provocados, nace el interés de vislumbrar la **localización de las instalaciones** o elementos que lo provocan, su rol en la formación de nuevos peligros y la **vulnerabilidad** de los conglomerados humanos frente a ellos.

Muchos accidentes tecnológicos ocurridos en el mundo han tenido relación con el **abastecimiento y transporte de combustibles** y con el apareamiento de tecnologías, cada vez más complejas y de difícil manejo en cuanto a los **peligros** generados. Este mismo aspecto ha hecho que la investigación de los riesgos, su definición y formación de nuevos **espacios de riesgo**; sean una tarea de constante estudio y de difícil conclusión. Por otra parte, no basta a nivel científico, tener claros diagnósticos sobre la problemática de riesgos tecnológicos, (sean estos **potenciales** -con poco conocimiento estadístico sobre sus accidentes-, o **revelados** -con amplio conocimiento estadístico sobre ellos-), sino que es necesario en un ámbito sociopolítico, buscar soluciones dentro de una **gestión integral de riesgos tecnológicos**. En ella se consideran los límites e **incertidumbres** del conocimiento científico y la intervención de todos los actores involucrados. La **ciencia pos normal** y el **principio de precaución** constituyen aportes teórico-metodológicos que guían la solución en el marco del desarrollo sustentable de las ciudades.

Considerando estos antecedentes, la presente memoria de DEA ha abordado el tema de los riesgos tecnológicos ligados al abastecimiento y transporte de combustibles en el **DMQ Ecuador**, la importancia de su ubicación, sus **sistemas**, peligros frecuentes en espacios urbanos, prioridades de investigación y posibles vías de gestión para evitarlos; aspectos que relacionados indican la necesidad de mejorar la calidad de la información, así como buscar metodologías apropiadas para la conformación de cartografía de **zonas de riesgo**; elementos útiles para los entes de decisión política de la ciudad.

**Palabras claves:** riesgos tecnológicos, escenarios de accidentes, peligros, localización de instalaciones, vulnerabilidad, abastecimiento combustibles, transporte de combustibles, espacios de riesgo, riesgos revelados, riesgos potenciales, zonas de riesgo, gestión integral de riesgos tecnológicos, principio de precaución, incertidumbres, ciencia pos normal, sistemas, DMQ, Ecuador.

## SUMMARY

Human settlements demand the provision of infrastructure, goods, products and services for their benefit and well being. In the “industrial era” these aspects became the axis of the surge of **technological risks**, and in the 20<sup>th</sup> century they have been the cause of big industrial **accidents scenarios** that have affected cities and populated centers. Due to these risk and the accidents that have occurred, an interest has arisen in determining **the industrial location** of provoking elements, their role in the formation of new **dangers**, and the **vulnerability** of human conglomerates.

Many of the technological accidents that have occurred in the world have been related to the **provision and transport of fuels** and the appearance of new technologies, ever more complex, and the **dangers** that they create, which are more difficult to control. These aspects have stimulated the performance of research about **spaces of risks**. This is an area of constant study and difficult conclusion. On the other hand, it is just not enough to have a scientific diagnosis of technological risks (be these **potential** –with little statistical knowledge about accidents- or **revealed** –with ample statistical knowledge about them); it is socially and politically necessary to find solutions by the **integral management of technological risks**. This approach takes into consideration the limitations and **uncertainties** of scientific knowledge and the intervention of all the aspects involved. The **post normal science** and the **precaution principle** constitute theoretical and methodological contributions leading towards their solution within the sustainable development of cities.

Considering these aspects, this DEA thesis has approached the topic of technological risks attached to the provision and transport of fuels in the **DMQ, Ecuador**, the location of their installations, their **systems**, the ever present urban dangers, research priorities and possible management schemes to avoid accidents. These aspects show the need of improving the quality of the information as well as the need of finding methods adapted to the cartography of the risk zones.

**KEY WORDS:** Technological risks, accident scenarios, dangers, industrial location, vulnerability, fuel provision, fuel transportation, spaces of risks, revealed risks, risk zones, integral management of technological risks, precaution principle, incertitude, post normal science, systems, DMQ (Quito’s Metropolitan District), Ecuador.

## RESUMEN

Los asentamientos humanos demandan la implementación de infraestructuras, bienes, productos y servicios a favor de su bienestar y desarrollo; éste último en la “era industrial”, constituyó el eje del apareamiento de los **riesgos tecnológicos** y en el siglo XX marcó la época de los grandes **escenarios de accidentes** industriales que afectaron sustancialmente a ciudades y centros poblados. Justamente a partir de los efectos del riesgo y los accidentes provocados, nace el interés de vislumbrar la **localización de las instalaciones** o elementos que lo provocan, su rol en la formación de nuevos **peligros** y la **vulnerabilidad** de los conglomerados humanos frente a ellos.

Muchos accidentes tecnológicos ocurridos en el mundo han tenido relación con el **abastecimiento y transporte de combustibles** y con el apareamiento de tecnologías, cada vez más complejas y de difícil manejo en cuanto a los peligros generados. Este mismo aspecto ha hecho que la investigación de los riesgos, su definición y formación de nuevos **espacios de riesgo**; sean una tarea de constante estudio y de difícil conclusión. Por otra parte, no basta a nivel científico, tener claros diagnósticos sobre la problemática de riesgos tecnológicos, (sean estos **potenciales** -con poco conocimiento estadístico sobre sus accidentes-, o **revelados** -con amplio conocimiento estadístico sobre ellos-), sino que es necesario en un ámbito sociopolítico, buscar soluciones dentro de una **gestión integral de riesgos tecnológicos**. En ella se consideran los límites e **incertidumbres** del conocimiento científico y la intervención de todos los actores involucrados. La **ciencia pos normal** y el **principio de precaución** constituyen aportes teórico-metodológicos que guían la solución en el marco del desarrollo sustentable de las ciudades.

Considerando estos antecedentes, la presente memoria de DEA ha abordado el tema de los riesgos tecnológicos ligados al abastecimiento y transporte de combustibles en el **DMQ Ecuador**, la importancia de su ubicación, sus sistemas, peligros frecuentes en espacios urbanos, prioridades de investigación y posibles vías de gestión para evitarlos; aspectos que relacionados indican la necesidad de mejorar la calidad de la información, así como la búsqueda de metodologías apropiadas para la conformación de cartografía de **zonas de riesgo**, su análisis territorial y espacial mediante la **coremática y la sistémica**, y de esa forma, otorgar elementos útiles para los entes de decisión política de la ciudad.

**Palabras claves:** riesgos tecnológicos, escenarios de accidentes, localización de las instalaciones, peligros, vulnerabilidad, abastecimiento combustibles, transporte de combustibles, espacios de riesgo, riesgos potenciales, riesgos revelados, gestión integral de riesgos tecnológicos, incertidumbres, ciencia pos normal, principio de precaución, zonas de riesgo, cromática, sistémica, DMQ Ecuador.

A mi madre, a la esposa y los retoños  
A Tiersen por sacarme a veces de la rutina  
A la gente que vive en zonas de riesgo  
A los sobrevivientes de Toulouse  
A los que se arriesgan  
A los humanistas  
A mi mismo

## **Agradecimientos**

Un agradecimiento especial a todas personas que hicieron posible mis estudios en Francia, a las personas que me ayudaron con su información y ayuda desde Quito-Ecuador, al Programa “Sistemas de Información y Riesgos en el DMQ” y muy particularmente a:

**Robert D’Ercole**, Investigador asociado a la IRD

**Jacques Donze**, Profesor en la Universidad Lyon III

**Patrick Pigeon**, Maestro de conferencias en la Universidad de Savoie

**Alexis Sierra**, Investigador adjunto a la UR 029 de la IRD

**Florent Demoraes**, Doctor en Geografía en la Universidad de Savoie

**Paulina Guerrero**, Jefe Zonal de Medio Ambiente del MDMQ

**Diego Vallejo**, Subgerente de Fundación Natura

**Nury Bermudez**, Jefe de la Unidad SIIM-DMTV

**Lorena Vinuesa**, Directora de la DMSC-DMTV

**Washington Salazar**: Gerente de AGA SA Compañía de Gas

**César Subía** : Jefe de Seguridad Industrial del El Beaterio

**Iván Pavón** : Responsable de información sobre prevención de emergencias SIAT

Un agradecimiento por el apoyo a la familia franco-latina en Chambéry, Avignon y Grenoble que me alojaron siempre en sus hogares: Juan, Rolando, Frederic, Estef, Ciri, Yoann, Bárbara, Fred y Juliette, Florent, Seb, Ane, Hervé, Antony..... al grupo *Azalia Snail*, por su ayuda mi estancia en Francia. “A esa gente linda de Rusia”, Ekatiuska y Masha por su ayuda en la traducción del francés, la comida y el vodka de las tardes.

## SUMARIO

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>PRIMERA PARTE .....</b>	<b>3</b>
<b>REFLEXIONES TEÓRICAS SOBRE EL PROBLEMA DE LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS .....</b>	<b>3</b>
¿CÓMO ENTENDER LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS? .....	4
<i>Criterios científico técnicos</i> .....	4
<i>Definiciones conceptuales</i> .....	4
<i>Escenarios de accidentes tecnológicos comunes ocasionados por instalaciones de combustibles</i> .....	7
EL RIESGO TECNOLÓGICO LIGADO A LOS ESPACIOS URBANOS .....	9
<i>Visión histórica y espacial</i> .....	9
La evolución tecnológica en el último siglo .....	9
Diferencias de peligros tecnológicos entre países desarrollados y subdesarrollados .....	10
<i>La localización de instalaciones industriales en medios urbanos</i> .....	12
Peligrosidad de las instalaciones.....	13
Los efectos en cadena de los peligros.....	14
El transporte de combustibles: una fuente móvil de peligro .....	15
EL RIESGO TECNOLÓGICO Y SU GESTIÓN INTEGRAL.....	16
<i>Los conceptos e incertidumbre para enfrentar los riesgos tecnológicos</i> .....	16
<i>Gobernabilidad y principio de precaución</i> .....	16
<i>La ciencia Pos Normal y las soluciones urbanas de riesgos tecnológicos</i> .....	17
<i>Criterios básicos de la ciencia pos normal y el principio de precaución</i> .....	18
El papel de las aseguradoras .....	19
Construcción de medios jurídicos para la adecuada gestión integral de riesgos .....	19
<b>SEGUNDA PARTE.....</b>	<b>21</b>
<b>LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS RELACIONADOS CON COMBUSTIBLES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (ECUADOR): TIPOS, CONSECUENCIAS, GESTIÓN INTEGRAL.....</b>	<b>21</b>
INTRODUCCIÓN DE LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS EN EL ECUADOR .....	22
ESPACIOS DE RIESGOS DE ORIGEN NATURAL Y SU RELACIÓN CON RIESGOS TECNOLÓGICOS.....	25
EVIDENCIA DE LOS PRINCIPALES RIESGOS REVELADOS Y POTENCIALES ASOCIADOS CON ELEMENTOS TECNOLÓGICOS IMPORTANTES .....	29
EL ABASTECIMIENTO Y TRANSPORTE DE COMBUSTIBLES EN EL DMQ: UN TIPO DE RIESGOS TECNOLÓGICOS .....	33
<i>Funcionamiento de los sistemas relacionados con combustibles en el DMQ</i> .....	34
<i>Sistema real: Estructura y dinámica de abastecimiento de combustibles en el DMQ</i> .....	34
Flujo de elementos relacionados con el transporte .....	36
Jerarquía de las instalaciones de combustibles .....	37
<i>Sistema simulado: Riesgos potenciales de instalaciones importantes de combustibles</i> .....	41
Accidentes importantes relacionados con combustibles .....	41
Las zonas de peligrosidad de lugares de almacenamiento de combustibles en el DMQ.....	43
Relación de instalaciones peligrosas en función de la estructura urbana del DMQ.....	45
Caso específico: Ubicación de la Planta envasadora CONGAS y su influencia en el área urbana y en redes técnicas de servicios (electricidad y agua potable): .....	49
Consecuencias de desabastecimiento por posibles daños en la red eléctrica. ....	51
¿cómo poder mejorar la cartografía de riesgos tecnológicos ligados a los combustibles? .....	55
<i>Sistema simulado: Gestión de riesgos tecnológicos relacionados con combustibles en el DMQ</i> .....	60
Modelo de gestión integral .....	60
Actores de intervención .....	61
Limitaciones políticas y científicas.....	61
Noción de riesgo aceptable .....	62
CONCLUSIONES GENERALES.....	63
BIBLIOGRAFIA.....	64
LISTA DE FIGURAS .....	79
LISTA DE CUADROS.....	80
ANEXOS .....	81

## Introducción

« *La paradoja es que el hombre controla la naturaleza mediante una técnica que el no puede controlar* »  
B. Séve

Este estudio se inserta dentro de la problemática de gestión de riesgos desarrollada por el MDMQ (Municipio del distrito Metropolitano de Quito) y el IRD (Institut pour le Recherche et Develloppement), intenta constituirse como un aporte nuevo de estudios sobre otro tipo de peligros (aparte de los de origen natural estudiados desde algunos años), como son los de tipo antrópico y tecnológico, en este caso referido al problema del almacenamiento y transporte de combustibles en el DMQ.

Una consecuencia del riesgo tecnológico en el DMQ, está ligada a la Reglamentación de Uso de Suelo (único instrumento regulador de las actividades urbanas), en la cual no se menciona criterios sustentados para la ubicación de las instalaciones que lo generen, y reglas específicas y aplicables a su control; lo cual demuestra el poco interés que el gobierno local le ha dado. Es recientemente que los estudios de riesgos tecnológicos, en donde se integran consideraciones geográficas y se orientan criterios de equilibrio racional entre el uso del territorio y las prácticas tecnológicas desarrolladas en el mismo (como parte de su industrialización y competitividad); adquiere la importancia debida, ya que se vuelven instrumentos útiles para las decisiones de las autoridades locales y nacionales y para la sociedad involucrada. Pero fundamentalmente su estudio obedece a dos razones:

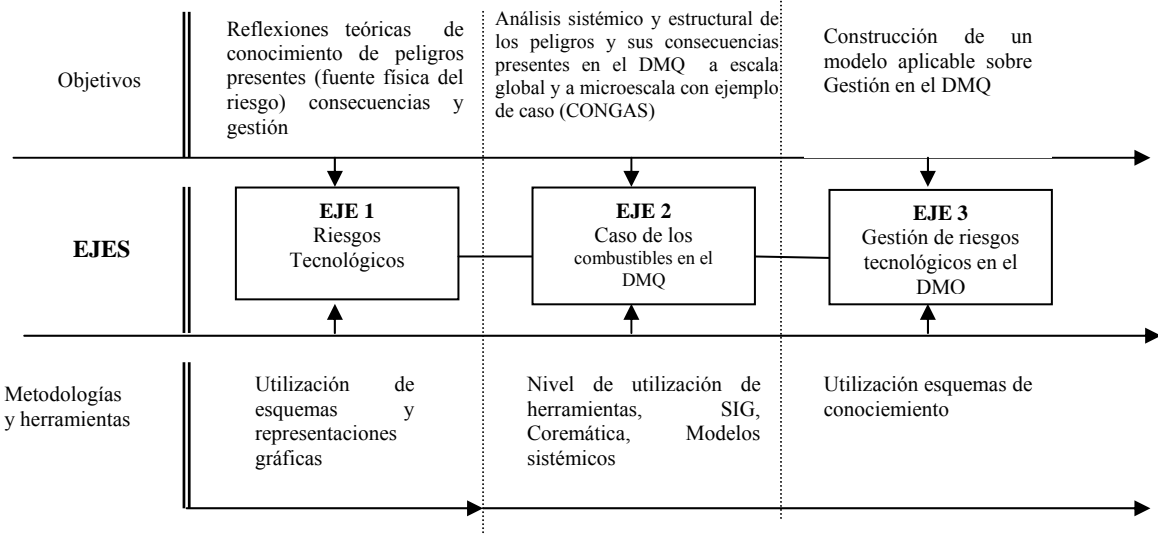
- ❑ Presencia de instalaciones de almacenamiento de combustibles que ocasionan peligros considerables (por ejemplo, explosiones, incendios, contaminación y toxicidad), en zonas urbanas<sup>1</sup> y que pueden afectar directamente a un conjunto de infraestructuras y actividades.
- ❑ Poca gestión e intervención en los espacios urbanos vulnerables, por parte de autoridades locales y actores relacionados.

De ahí que es importante la búsqueda de nuevas formas de comprender los peligros tecnológicos y sus escenarios de accidentes, así como sus consecuencias en los espacios urbanos. Bajo esta óptica, el presente estudio seguirá la lógica de investigación representada en el esquema 1; en el cual el eje 1, constituye el soporte conceptual (aborda los ejes 2 y 3). El eje 2 es el centro del estudio y en él se demuestra la importancia de la investigación asociada a peligros generados por almacenamiento y transporte de combustibles en el DMQ; para ello se parte de la experiencia de eventos de tipo tecnológico pasados (a escala nacional y local) y de la necesidad de considerarlos dentro de la planificación y gestión urbana del DMQ. El eje 3 tomará en cuenta la *ciencia pos normal* y el *principio de precaución* para construir un modelo aplicado al DMQ.

---

<sup>1</sup> En este caso las zonas urbanas o residenciales, catalogadas dentro de la Reglamentación de Uso de Suelo, deberían tener una reglamentación de tipo industrial

## Esquema



Por otra parte, el uso de la sistémica, será importante en el eje 2 y 3, pues permitirá diferenciar el funcionamiento “normal” o “real” del abastecimiento de combustibles en el DMQ con su situación “abstracta o simulada” al considerar las zonas de peligros potenciales (caso de una explosión por ejemplo) que pueden transformar negativamente el medio ambiente urbano. Por ejemplo, una posible explosión de la envasadora de GLP CONGAS: ¿cuáles serían los efectos en el sistema de flujos de la red eléctrica? y ¿cuáles serían las zonas o posibles sectores afectadas por este daño? Una última consideración es el espacio “deseado”, mediante la gestión y prevención de los riesgos tecnológicos por combustibles.

En este proceso se utilizarán herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permitirán no solo desarrollar la cartografía pertinente, sino además buscar nuevas metodologías para representar espacialmente los riesgos tecnológicos. De la misma forma, la corematique y esquematización permitirán visualizar el problema desde la estructura urbana y sus procesos de conocimiento.

Es necesario considerar que este estudio es el comienzo de una reflexión que de ninguna forma está concluida, por lo que abre las puertas hacia estudios futuros de investigación sobre los peligros tecnológicos, sus escenarios de accidentes, consecuencias urbanas y el mejoramiento de la cartografía de riesgos; que serán de gran ayuda para decisiones políticas.



## **PRIMERA PARTE**

### **Reflexiones teóricas sobre el problema de los riesgos tecnológicos**

Esta parte tiene como objetivo analizar los criterios conceptuales sobre el riesgo tecnológico y sus escenarios de accidentes bajo una aproximación científico-técnica. Se analizan además los criterios de localización de las industrias en los espacios urbanos, sus peligros, sus dinámicas y diferencias de su desarrollo entre países desarrollados y en vías de desarrollo. Por último, se intentará bajo un criterio sociopolítico, dar pistas de la gestión integral de riesgos tecnológicos; es decir cuales son las limitaciones y conflictos para realizar una correcta prevención en medios urbanos.

## ¿Cómo entender los riesgos tecnológicos?

### Crerios científico técnicos

Además de los beneficios que generan las actividades industriales en la vida de los ciudadanos, ocasionan peligros relacionados con su transporte, modos de producción y químicos utilizados. Estas consecuencias constituyen los *riesgos tecnológicos*, cuya investigación es un aporte científico, que paulatinamente mejora en criterios técnicos de prevención de desastres. Este mejoramiento está sujeto al mismo desarrollo científico-técnico de las instalaciones industriales, es decir depende de las modificaciones y ajustes permanentes de la nueva era tecnológica, donde el apareamiento de herramientas y equipamiento de trabajo innovador y complejo, permite la formación de nuevos riesgos. Por ello, la concepción de nuevas dinámicas de peligros y los espacios de riesgos tecnológicos tienden a cambiar con el tiempo, por lo que constituye un proceso de investigación constante. El cuadro 1, ilustra parte de los criterios científicos – técnicos de los riesgos tecnológicos.

Cuadro 1: Características de los riesgos tecnológicos a nivel mundial

Características principales	Observaciones
<i>La novedad</i>	El estudio del riesgo, su manejo y utilización de herramientas técnicas es aún reciente, por lo que persisten algunas incertidumbres. A pesar de ello, es prescindible que éstos consideren el peligro de la industria y sus consecuencias en el espacio geográfico.
<i>La gestión</i>	El riesgo cero no existe como tal, sino la noción de lo aceptable, es decir un grado tolerable y manejable técnicamente. Para alcanzar esta aceptabilidad es necesario tomar en cuenta en la gestión no solo sus diversos peligros, las normas y reglamentaciones para minimizarlos; sino además métodos complementarios para la elaboración de una cartografía apropiada de los espacios involucrados. Es importante mencionar que un desastre es el mejor indicador del riesgo <sup>2</sup> , a partir de él se pueden construir políticas actuales de prevención para su manejo, disminución y mejoramiento de la seguridad industrial.
<i>La experiencia</i>	El accidente de la fábrica Hoffman- La Roche en Seveso, (Italia) dans l'agglomération periurbaine de Milan, en 1976, fue ocasionado por la supresión de un reactor y la ruptura de una válvula, que provocaron una maza de gas de dioxina (considerado como un producto químico venenoso) que invadió toda la fábrica. Sobre la cantidad de muertos no se tiene certeza (aunque los afectados llegaron a 35.000), al igual que se desconoce posibles daños genéticos. Este evento (que marcó a la comunidad europea), permitió la conformación de la famosa <i>directiva de Seveso</i> y la formulación de la ley de 1984, de la cual nace el criterio del riesgo tecnológico en la que se clasifica como riesgo mayor lo relacionado con almacenamiento y producción de químicos y petroleros. Antes en Francia solo habían mecanismos de regulación a través de reglamentaciones urbana muy generales.

Fuente: D'après Olivier Godard, Claude Henry, 2002

Realización: Jairo Estacio

### Definiciones conceptuales

El *riesgo* en el contexto urbano y técnico se define como una eventualidad o una probabilidad de peligro (Chaline, Dubois, 1994) que atentaría contra la integridad o el conjunto de intereses urbanos. Actualmente este concepto recobra una fuerte connotación dentro de las definiciones legislativas de seguridad.

Esta definición general, ha considerado el riesgo como el resultado de la interacción entre un Alea (aleatoire) y una vulnerabilidad. Pero cuando se habla de un riesgo de tipo *tecnológico*, la definición cambia al considerar el *peligro* por el *alea* como el elemento de interacción. Cuando se habla de

<sup>2</sup> Según Omar Darío Cardona dentro del Libro “Los riesgos no son naturales” paginas 57.

este tipo de riesgos, al contrario de los de origen natural, la alea es un fenómeno o situación eventual que puede generar un peligro para las personas, los bienes o los medios de producción<sup>3</sup>, es algo eventualmente impredecible. En cambio, el peligro tecnológico no es algo ligado a lo eventual o aleatorio, de hecho está vinculado con fallas y debilidades humanas y técnicas dentro de las industrias<sup>4</sup>; es decir, la fuente de estos peligros es la *vulnerabilidad* del funcionamiento normal de un sistema industrial, dado por diferentes factores como por ejemplo: la antigüedad de un elemento y su posterior disfuncionamiento (Ver curva en baignoire *Anexo 1*). En este sentido, el riesgo tecnológico es el producto de un peligro y una vulnerabilidad en un espacio geográfico.

Existen otros puntos de vista para entender los riesgos tecnológicos. Por ejemplo los industriales miden el riesgo solo al interior de la industria o en sus procesos, bajo una dimensión de *probabilidad* (riesgos propiamente dichos) y de *consecuencia* (producción y pérdidas económicas) (Alain Leroy, et Jean-Pierre Signoret, 1992). La probabilidad y la consecuencia son abordadas paralelamente desde las nociones de *seguridad industrial* y *la producción de las instalaciones*.

La *seguridad industrial* trata en lo posible de mantener dentro de las instalaciones una mínima probabilidad de accidentes y procura evitar una consecuencia mayor; es decir, disminuye el peligro o daño potencial generado por un proceso industrial, sin poner mucho énfasis en las pérdidas económicas acarreados de una situación posterior al desastre. En cambio, el proceso vinculado con *la producción de las instalaciones*, pone poco énfasis en la seguridad del proceso industrial, pero se concentra en la probabilidad de ocurrencia de eventos y su consecuencia, resguardando y disminuyendo las posibles pérdidas económicas de la producción.

Por otra parte, existen las nociones del riesgo fuera de la industria, es decir desde un punto de vista geográfico, donde se vincula el concepto de vulnerabilidad y sus factores. La vulnerabilidad entendida como el nivel de consecuencias previsibles de un fenómeno sobre les *enjeux* (“selon le Ministère de l’Aménagement du Territoire et de l’Environnement”) o una susceptibilidad de daño, es una variable importante a considerar en la formación de los riesgos. En este sentido, se habla de riesgo, cuando al momento del evento, existen instalaciones, bienes o una colectividad expuesta, caso contrario se tratarían solo de peligros tecnológicos.

Otras definiciones de riesgo, recobran importancia al estar asociadas con la probabilidad de ocurrencia, su gravedad, su causa o agravamiento, como se explica en el siguiente cuadro 2:

---

<sup>3</sup> Según D’Ercole R et Pigeon P. dans « La géographie des risques dits naturels entre géographie fondamentale et géographie appliquée » in Cahiers Savoisiens de Géographie, pagna 30.

<sup>4</sup> Según Donze J. dans “Les risques” sous la direction Yvette Veyret, pagna 133.

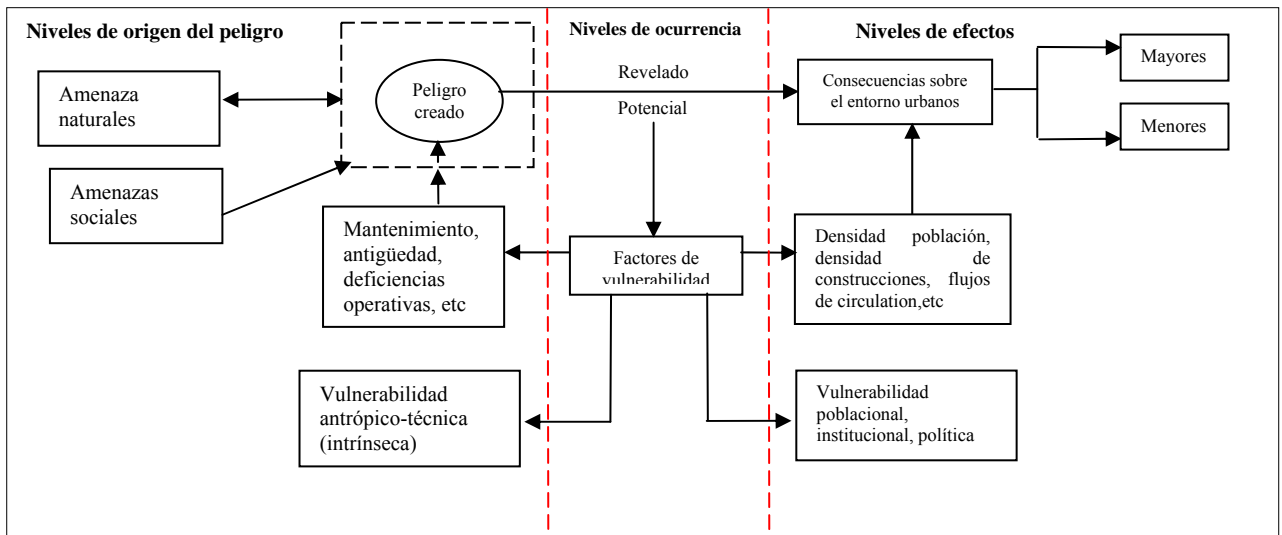
Cuadro 2: Niveles de definiciones de riesgo tecnológicos

POR SU OCURRENCIA (probabilidad)	POR SU GRAVEDAD	POR SUS CAUSAS, FUENTES DE ORIGEN O AGRAVAMIENTO
<b>Riesgo revelado:</b> ( <i>avéré</i> ): está dado por la experiencia y el conocimiento estadístico de que un evento puede suscitarse. Es decir está definida por probabilidades objetivas*	<b>Riesgo Mayor:</b> Un evento fuera de lo común, ligado al disfuncionamiento de un sistema técnico y cuyas consecuencias de daño tienen una repercusión excepcional no delimitable dentro del espacio y el tiempo, pudiendo afectar a la colectividad en su conjunto y desestabilizar lo poderes locales**	<b>Vulnerabilidad antrópico-técnico:</b> Dado por niveles de debilidad y deficiencia del funcionamiento técnico al interior de una industria, pueden desencadenar peligros tecnológicos****
<b>Riesgo potencial:</b> Esta dado por la carencia de probabilidades objetivas, pero que presenta una evidencia de peligro que puede suscitarse *	<b>Riesgo Menor:</b> un evento relacionado con disfuncionamientos técnicos y cuya repercusión espacial se localiza puntualmente, puede afectar una buena parte de la colectividad pero sin mayores consideraciones temporales***	<b>Riesgo socio-técnico:</b> Dado por exposición de instalaciones industriales a agentes externos de riesgo social. Se incluyen atentados, acciones terroristas y acciones delincuenciales contra instalaciones y lugares de almacenamiento de productos****
		<b>Riesgo técnico-natural:</b> Dado por exposición de instalaciones a amenazas naturales, por ejemplo instalaciones expuestas a deslizamientos, sismos o lahars volcánicos, también se refiere a instalaciones con vulnerabilidad intrínseca que al relacionarse con una amenaza natural puede agravarla, (caso de lluvia fuerte con sistemas de desagües técnicamente inadecuados, el resultado es una inundación)****

Fuente: \* Olivier Godard, Claude Henry, 2002; \*\* Zimmerman, 1994; \*\*\* Claire Hiegel, 2003; \*\*\*\*Cardona Omar, 1993.  
Realización: Jairo Estacio.

La figura 1 ilustra el criterio conceptual, según la interpretación definida en el cuadro precedente:

Figura1: La base conceptual de conocimiento de riesgo tecnológico



Elaboración: Jairo Estacio (2004)

Esta figura permite observar que el origen del peligro tecnológico de una instalación peligrosa, está provocado por eventos externos o exógenos (naturales o sociales) o por eventos internos o endógenos (deficiencias de componentes). El peligro tiene un tipo de consecuencia (mayor o menor) de acuerdo al grado de vulnerabilidad, determinado por el número de habitantes, su dinámica y actividad y por las concentraciones de bienes e instalaciones urbanas.

## **Escenarios de accidentes tecnológicos comunes ocasionados por instalaciones de combustibles**

En este estudio se referirá a los “escenarios” como el producto de experiencias de accidentes tecnológicos ocurridos en espacios poblacionales y urbanos. Los accidentes a su vez son de dos tipos de acuerdo a su magnitud:

1. Menos fuertes y controlables en su impacto, en este caso los incendios. Y
2. Eventuales, de gran dimensión y difícil control, como las explosiones y efectos tóxicos.

Las fuentes que los originan, pueden ser producto de fallas humanas en la operación de las maquinaria, o defectos de los sistemas técnicos<sup>5</sup>. A partir de estas fallas, las instalaciones presentan diferentes fenómenos físicos que pueden desencadenar peligros graves. Entre las más comunes tenemos:

Emisión o fuga: Hace referencia al escape de una sustancia gaseosa o líquida, bien sea de un sistema de almacenamiento o de una red de conducción. La fuga cambia las concentraciones del material que se ha escapado.<sup>6</sup>

Dispersión: Se relaciona con la forma y la densidad del depósito ocasionado por fugas o derrames (ver *Anexo 3*). Pueden ser de origen global a la rotura de un reservorio de almacenamiento, o de origen puntual a la rotura de un oleoducto<sup>7</sup>. La dispersión puede ser instantánea, en el caso de una explosión de un reservorio o puede ser continuo como la evaporación de la napa de combustibles esparcido sobre una superficie.

Existen además agentes ambientales que pueden agravar estos eventos, entre ellos están: *las condiciones meteorológicas* (sea el ambiente húmedo o seco, en el que se puede producir el fenómeno), *la velocidad del viento* (de cuya fuerza e intensidad depende la magnitud de las explosiones, incendios y dispersiones tóxicas) y *la estabilización atmosférica* (que incrementa o reduce los movimientos verticales, gradiente de densidad del aire y la temperatura).

El cuadro 3 muestra algunos ejemplos de accidentes ocasionados por fallas o mal funcionamiento de los sistemas, los cuales pudieron haberse prevenido o reducido con un mantenimiento adecuado.

---

<sup>5</sup> Un accidente atribuido a la falla humana fue el caso de Tchernobyl (Ucrania, 1986) donde una serie de manipulaciones intempestivas y errores de maniobra, produjeron una explosión del reactor de grafito, con la consecuente dispersión masiva de radioelementos, lo que ocasionó la muerte de aproximadamente 40 mil personas.

<sup>6</sup> Un caso de fuga ocurrió en noviembre del 2002, en la envasadora La Económica de la planta de Gas Caribe en República Dominicana, se produjo la fuga de gas propano de un tanque de 30 mil galones, que ocasionó un efecto de nube volátil cuya consecuencia fue una explosión e incendio que afectó a varias personas. Este fue el tercer accidente ocurrido en un periodo corto.

<sup>7</sup> Un accidente por dispersión fue en 1988, ocurrido en uno de los sistemas de oleoductos en Piper Alpha, en el Mar de Norte Británico, que originó una explosión e incendio de toda la instalación, en donde murieron 167 personas.

Cuadro 3 Accidentes y escenarios provocados por instalaciones de material peligroso

Accidentes	Types de produits	Escenario	Ejemplos ocurridos
Incendios	Líquidos inflamables	Fuego de grandes dimensiones  BOIL OVER, bola de fuego y proyección de productos inflamables. Una parte de la masa de hidrocarburos líquidos contenidos dentro de un recipiente se proyecta por la vaporización brutal de agua, el resultado fue un incendio que duró aproximadamente 6 horas.	Junio de 1974. Accidente Flixborough, a 240 Km al norte de Londres. La ruptura accidental de una tubería, en instalaciones químicas fabricantes de nylon, provocó una nube de ciclohexeno, que se inflamó. El calor y fuego afectó 2450 habitaciones y causó la muerte de 28 personas. El número de muertes se debió a que el accidente ocurrió un fin de semana.
Efectos tóxicos	Gases tóxicos	La pérdida total e instantánea del producto contenido.  La ruptura instantánea de una gran canalización en fase líquida, con su máximo rendimiento de proceso	1984. Bhopal, India. La ruptura de una compuerta produjo el fluido de isocianato de metilo, un producto de alta toxicidad, que se prolongó a las poblaciones de los alrededores y produjo la muerte de 2660 personas. Éste ha sido considerado como el mayor accidente de la historia (Lapierre et Moro 2001)
Explosiones	Gas combustibles licuefados GLP	BLEVE: Explosión de gas inflamable licuefado en ebullición. Este se presenta como una masa que se inflama o arde en compañía de explosiones. Fenómeno común de grandes instalaciones de combustibles (GLP).  UVCE (Unconfined vapor cloud explosions) explosión de una nube de gas seguido de la ruptura de canalización en fase líquida.	1980. Ortuella, España. Una explosión por fuga de gas propano produjo 51 muertos y numerosos heridos.  Abril de 1986. Filipinas. Una explosión de productos volátiles ocasionó la muerte de 11 personas e hirió a ocho.  Noviembre 1984. San Juan Ixhuatepec, México. Una ruptura de canalización liberó una nube de gas que se inflamó generando una serie de explosiones golpeando un depósito próximo de GLP, el cual explotó y produjo una contaminación de sus depósitos. El accidente provocó la muerte de al menos 452 personas.  1992. Guadalajara, México, El gas de un colector de aguas servidas, que aparentemente llevaban aguas industriales residuales de una fábrica de petróleo, produjo una explosión que mató a 175 personas y afectó a viviendas ubicadas a 8 km a la redonda.
	Líquidos inflamables	Explosión de la fase gaseosa de las cubetas de techo fijo	
	Explosivos	Explosión grande ocurrida por reacción en cadena de los productos volátiles presentes	

Fuente: Ministère de l'Environnement, Service de l'Environnement Industriel 2004 (SEI), luego E Zimmermann, Alain Leroy et Jean-Pierre Signoret)

Realización: Jairo Estacio

## El riesgo tecnológico ligado a los espacios urbanos

### Visión histórica y espacial

Una de las situaciones que ha agravado el apareamiento de espacios de riesgo tecnológico ha sido el crecimiento desmesurado de las ciudades<sup>8</sup>. Junto a este crecimiento la demanda de servicios y de bienes producidos es cada vez más alta, por lo que se han incrementado en número las industrias e instalaciones de servicios.

El crecimiento de las ciudades y el apareamiento de industrias marca el periodo de industrialización de las ciudades como fenómeno netamente urbano (García Calvo F, 2001). Las industrias intercaladas en la trama urbana aumentan los espacios de riesgo y de accidentes. Solo en el periodo desde 1970-1975 se han registrado tres accidentes por año a nivel mundial, cifra que sigue en aumento, registrando hasta la presente fecha alrededor de siete (reportados y de consecuencias importantes) (Hiegel, 2003). Sin embargo, existe una diferencia significativa de la ocurrencia de estos accidentes en el contexto mundial, pues en los países desarrollados las políticas de desplazamiento de las industrias ha sido efectiva, tendiendo a disminuir las cifras de accidentes, no así para los países en vías de desarrollo donde la cifra tiende a aumentar por la carencia de políticas y acciones aplicables

### La evolución tecnológica en el último siglo

La revolución industrial marca la época de desarrollo industrial, pero también el desarrollo de nuevos riesgos. Por ejemplo en el periodo de 1910-1960 aparece el petróleo como fuente de energía, para el funcionamiento de maquinaria y se incrementa la industria química orgánica. A partir de los años 60 se inicia el desarrollo nuclear e informático (Hiegel, 2003).

El *apareamiento de riesgos industriales ligados a instalaciones peligrosas fijas* desde los años 70 hasta la actualidad, multiplican por 10 la producción química y el tamaño de sus instalaciones de producción en el mundo, así mismo se multiplica por 30 la venta de gas doméstico y por 4 la producción industrial y el consumo de energía. Esto produce un aumento de accidentes a nivel mundial (como se indicó en el cuadro 3). Así en el periodo entre 1940 y 1970 la cifra creció de 3 a 4 accidentes graves y entre 1970 y 1975 el número de accidentes subió a 15, a partir de este año los accidentes se incrementaron a 30. Por ello el siglo XX está considerado como el de los grandes accidentes industriales, explosiones, incendios y polución ambiental.

En cuanto a *los riesgos tecnológicos vinculados con el transporte de productos peligrosos*, a partir de los años 70 se incrementan a 5 a nivel mundial<sup>9</sup>. Pero el accidente de transporte de combustible por vías no es el único, a partir de los años 30 se desarrollaron nuevas formas tecnológicas de transporte como son oleoductos y posteriormente gasoductos, que tampoco escapan a accidentes<sup>10</sup>.

---

<sup>8</sup> Entre 1950 y el final de siglo, el porcentaje de población urbana a escala mundial se ha incrementado del 29 al 51%, y en determinadas áreas el crecimiento ha sido espectacular, llegando en el mismo periodo a triplicarse como el caso de Nigeria, China, Indonesia, Nueva Guinea o Uganda. Pero incluso en países con antiguas altas tasas de urbanización, el gigantismo de algunas ciudades alcanza límites extraordinarios, Nueva York y Ciudad de México llegaron a 20 millones de habitantes en el área urbana; Sao Paulo y Shanghai se aproximan con rapidez a cifras similares y otras como El Cairo, Tokio, Estambul, Paris, Manila o Los Angeles; oscilan los 10 millones.

<sup>9</sup> Un caso de este tipo fue ocurrido en 1973 en ST Amand-les-Eaux (Francia), un semi remolque que contenía 20 tn de propano (en estado gaseoso y de goutelettes), al intentar rebasar un ciclista, frena y colisiona con un tractor; el gas licuefado se derramó ocasionando una niebla que invadió la ruta. La cisterna se rompió y su contenido se dispersó dentro de un radio de 450 m, esto provocó la muerte de 9 personas, 45 heridos, 15 casas y 9 autos destruidos.

<sup>10</sup> Evidencia de ello fue lo ocurrido en Chelyabinsk (Rusia, 1989), donde un gazoduc enterré transportant un mélange de propane et de butane est affecté d'une fuite; le gazoduc passe à proximité de la ligne du chemin de fer transsibérien. Une explosion se produit au

## Diferencias de peligros tecnológicos entre países desarrollados y subdesarrollados

A escala mundial los peligros y accidentes se concentran más sobre los países del Sur y del Este. Sin embargo, existen accidentes puntuales localizados en Estados Unidos y Europa Occidental (pero menores en número y menos mortíferos). Los accidentes se originan por las siguientes causas:

El tipo de productos utilizados, tecnologías y mecanismos de operación: Una de estas tecnologías está relacionada con las actividades de producción mantenidas por un tiempo prolongado. Por ejemplo, una larga actividad minera destinada a la búsqueda de formas de energía y la falta de seguridades necesarias, ha sido el origen de numerosos peligros tecnológicos en los países en desarrollo cuyo número es más alto que en los países desarrollados<sup>11</sup>.

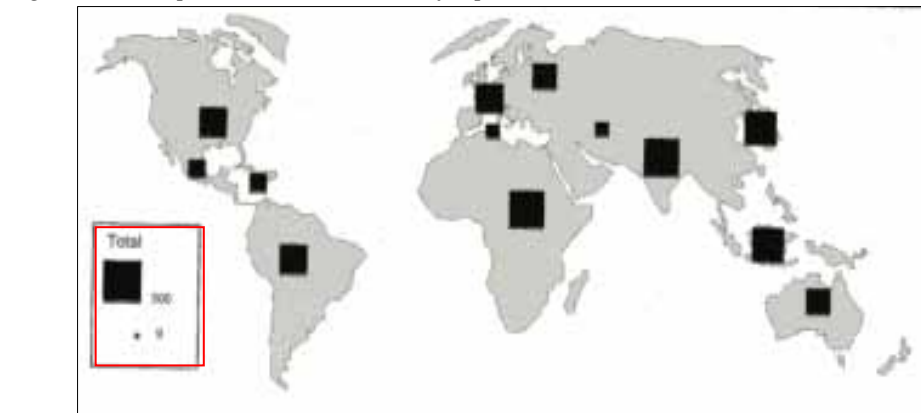
Por otra parte, la utilización de químicos volátiles provoca accidentes más frecuentes y mortíferos en los países en vías de desarrollo y particularmente en países del Este.<sup>12</sup>

Una tecnología introducida en los países desarrollados a partir de la segunda guerra mundial, son las tendientes a generar energías alternativas, grandes equipamientos hidráulicos y grandes instalaciones nucleares (de riesgo muy alto) que son la causa de nuevos y puntuales escenarios de accidentes. Simultáneamente en América Latina y Medio Oriente la producción petrolera marco una faceta trascendental en los países, pero a la vez generó accidentes como el de Cubatao en Brasil (1984)<sup>13</sup>.

Así mismo, varios son los accidentes relacionados con en el mecanismo de transporte de materiales peligrosos, como el ocurrido en Exxon Valdez (1989)<sup>14</sup>. El transporte de material peligroso vía terrestre, ocasionan mayores accidentes en los países en desarrollo.

La figura 2 ilustra las mayores concentraciones de accidentes a nivel mundial.

Figura 2 : La repartición de las catástrofes por dominio



moment où deux trains se croisent ; le bilan est de 645 morts. Le gazoduc avait peut être été endommagé plusieurs années auparavant par un excavateur sans que l'incident soit signalé.

<sup>11</sup> Este es el caso de una mina de carbón en Ucrania (1998) en donde una explotación de metano produjo 60 víctimas que trabajaban dentro de ella.

<sup>12</sup> Por ejemplo los grandes accidentes químicos en la India (Bhopal) y en Ucrania (Tchernobyl).

<sup>13</sup> Este accidente se produjo por una imprevisión técnicas y falta de mantenimiento de las instalaciones que ocasionó la explosión de un oleoducto que dejó un saldo de 500 muertos; por esta misma causa.

<sup>14</sup> Malas maniobras sobre la embarcación, produjo un derrame de 25.000 barriles de petróleo en las costas de Alaska, no se registraron víctimas, pero hubo grandes repercusiones ecológicas que frenaron inclusive la realización de nuevos proyectos petrolíferos en la región.



Fuente: CRED y luego Dauphiné André 2003.

Acuerdos entre países desarrollados y en desarrollo: Muchas de las unidades productivas con proceso tecnológico elevado en países desarrollados tienden a desplazarse hacia los países en desarrollo, debido a que las condiciones para su instalación a nivel administrativas y legal es menos fuerte en estos últimos; varias de ellas están ya localizadas desde algunos años en Asia y África. Otro punto importante es también el desplazamiento de residuos peligrosos hacia estos países, mediante la “negociación” de espacios para su disposición, lo cual es un riesgo para los países que los reciben.

Reglamentaciones y políticas de prevención aplicadas en la Gestión de estos riesgos: En los países desarrollados la “vulnerabilidad es menor por progreso incesante de la prevención y de la sobrevigilancia” (Dauphiné, 2003). En este sentido las políticas y acciones de control acordes con reglamentaciones específicas, han sido los elementos claves de exigencia para la seguridad industrial en los países desarrollados; en cambio en los países en desarrollo, las acciones son limitadas, las reglamentaciones y políticas no tienen una prioridad gubernamental, no existen especialistas que lo ejecuten y peor aún no constan dentro de los planes de planificación y ordenamiento territorial. Tampoco existen adecuados estudios de impacto y de peligros en instalaciones industriales, y si los hay no han sido socializados (claro está que la mayoría de países en vías de desarrollo no han sufrido accidentes tecnológicos, a excepción de la India y México).

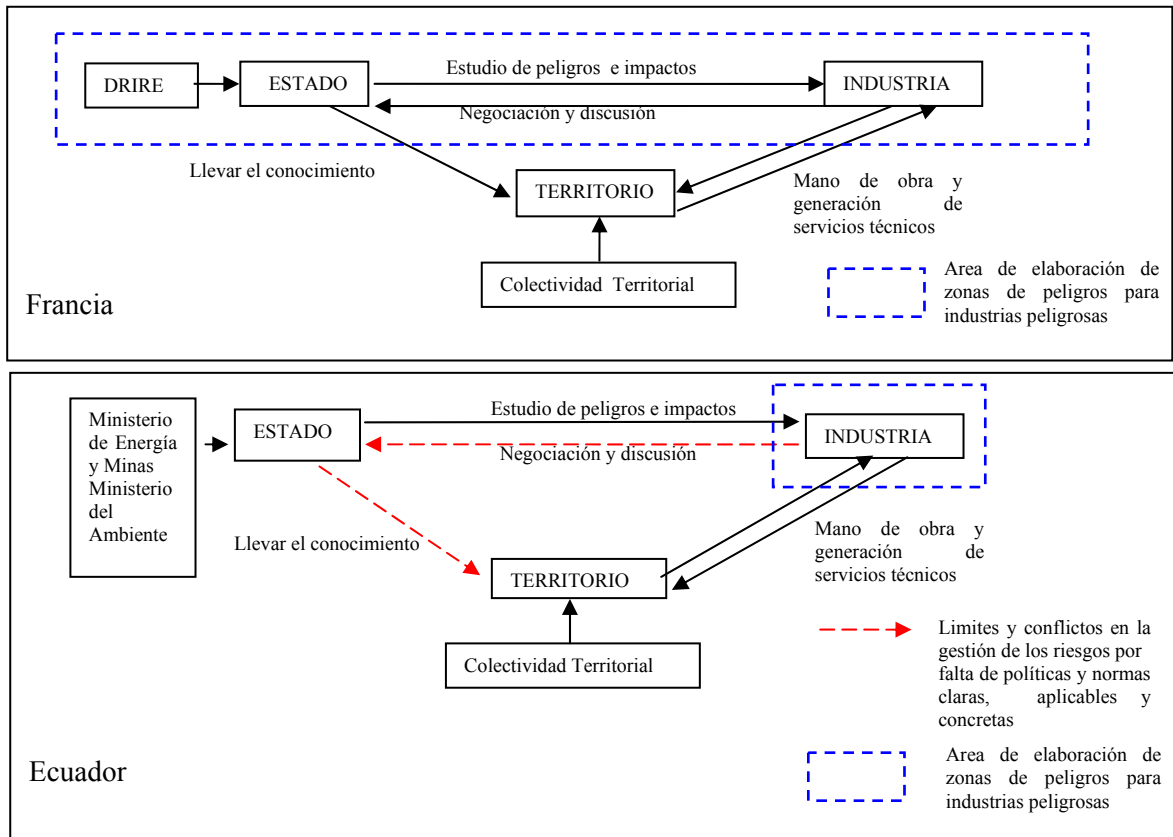
Sucede lo contrario en países desarrollado, por ejemplo en Francia, la aplicabilidad de normas por parte del Ministère de l'Environnement y de la DRIRE (Direction Régionale d'industrie, de Recherche et d' Environnement) a instalaciones peligrosas, exige el cumplimiento de estudios de impacto y de peligros en sus instalaciones, los cuales son analizados por técnicos del mismo organismo y luego difundido a nivel de la población involucrada. Las políticas de seguridad dadas a través de los actores políticos y de las mismas aseguradoras es mayor en los países desarrollados, donde se ha conformado una “cultura de la seguridad a todo nivel” (seguridad de vivienda, transporte, trabajo, etc). En cambio, en los países en desarrollo esta cultura no ha sido sustentada y menos aún aplicada a diferentes niveles (*Anexo 4*)<sup>15</sup>.

La figura 3 hace una diferencia de la concepción del riesgo tomando como ejemplo un país desarrollado y un país en desarrollo (Francia y Ecuador, respectivamente).

---

<sup>15</sup> Aunque no es accidente de tipo industrial, un caso que ilustra este concepto, fue el accidente ocurrido en Quito Ecuador en el año 2001, donde un incendio en el Congreso Nacional, dejó entrever vacíos en cuanto a la seguridad no solo de un edificio patrimonial, legislativo y de gobierno, sino de su seguridad física.

Figura 3: Las dinámicas de gestión de riesgos tecnológicos en Francia y Ecuador



Fuente: DRIRE, Fundación Natura 2003  
Realización: Jairo Estacio (2004)

### La localización de instalaciones industriales en medios urbanos

La localización industrial, está considerada en la relación *espacio-instalaciones* (Bernadette, Merenne- Schoumaker, 2002) y puede ser de tres tipos:

- ❑ Alta concentración de industrias peligrosas en un espacio determinado.
- ❑ Marcado tránsito de productos peligrosos e inflamables (que ya han producido accidentes y explosiones) en los ejes urbanos.
- ❑ La cercanía de una industria peligrosa en redes de servicios o equipamientos que comprometen el funcionamiento normal de la ciudad.

La localización de las industrias en uno o varios sitios no obedecen a hechos fijos y perennes en el tiempo, sino que obedecen a cambios provocados por intereses particulares y sobre todo políticos. Para mantener o trasladar las instalaciones industriales y las rutas de combustibles se debe tomar en cuenta tres procesos importantes:

La exurbanización de las instalaciones y transporte, que se refiere a trasladar todas las actividades industriales de espacios eminentemente urbanos a espacios periféricos como zonas o parques industriales. En este caso todo el aparato industrial es desplazado hacia zonas de menor riesgo, sin embargo a veces las funciones administrativas permanecen dentro de la ciudad.

La descentralización de instalaciones que trata de trasladar las actividades industriales desde metrópolis mas o menos congestionadas hacia regiones periféricas o en crisis. Este cambio es parcial, pues el eje y la sede principal del motor industrial aún permanecen en las ciudades. Es decir que el establecimiento “núcleo” o célula industrial es considerado como un lugar de convergencia o de divergencia de flujos o como centro de trabajo. Este encierra diferentes actividades que van desde operación, mantenimiento, almacenamiento, origen y destino de transporte.

Todos estos procesos de localización industrial no son hechos aislados en el espacio, pues el desarrollo de la ciudad y su crecimiento poblacional, rebasa las expectativas de espacios deseados o prohibidos para su asentamiento. Este hecho es dado por la relación crecimiento urbano-industria.

Otro fenómeno importante es la localización de lugares peligrosos o de alta concentración de combustibles dentro del tejido urbano. Sin duda el peligro es puntual y depende de la proximidad entre instalaciones y su relación con lugares de concentración urbana. Otro tipo de morfología urbana está presentada por la localización de instalaciones peligrosas más o menos continua, alineadas a lo largo de ejes principales de comunicación.

### **Peligrosidad de las instalaciones**

El estudio del peligro de las instalaciones se da a través de la relación *instalaciones-espacio*, donde se toma en cuenta los impactos y relaciones que pueden acarrear a nivel local y regional.

Para ello es necesario identificar el nivel de peligrosidad *de instalaciones industriales*, de acuerdo al tipo del material almacenado, además del tipo de procesamiento (a veces no muy evidente) de sus funciones y operaciones de producción y administración y su relación con espacios *exurbanizados* o *descentralizados*.

Otro aspecto a considerar es la *jerarquización de establecimientos industriales*, que según la DRIRE (Francia) se refiere al grado de peligro (*poco peligrosas* y de *gran peligro*) determinado por la cantidad y la naturaleza de los productos de tratamiento industrial en las instalaciones.

Un último aspecto son las *posibles reacciones y combinaciones de combustibles* con otros elementos: Es importante denotar que un peligro asociado a explosiones, BOIL OVER, BLEVE pueden agravarse si estos entran en combinaciones y reacciones con otros elementos de características similares, sean en el entorno inmediato o en los mismos espacios de localización de las instalaciones.

En cambio los flujos por transporte de combustibles y materiales derivados de hidrocarburos (que involucran volúmenes considerables) son el origen de una gama diversa de accidentes pero no en lugares puntuales, sino en sitios varios de aglomeración urbana (que son el punto de partida, llegada o lugar de tránsito de éstos) al igual que los ejes por donde circulan.

Para las tuberías de transportación de combustibles y derivados (gasoductos, poliductos, oleoductos), el peligro se determina de acuerdo a la disposición espacial de sus instalaciones y la infraestructura, es decir si esta al aire libre o enterrada.

Identificados los tipos de instalaciones y sus actividades, los peligros pueden analizarse de acuerdo a su incidencia en la población y en el sistema urbano.

Hay una trilogía que marca los accidentes industriales y su incidencia en la vida humana y medios urbanos, estos son: explosión- incendio – toxicidad. Desde esta óptica una explosión o incendio

pueden ocasionar daños en su entorno inmediato; sin embargo, los peligros que generan emisiones tóxicas no son tan evidentes en el espacio y tiempo (caso Techernobyl cuyas explosión se dispersó a varios países y sus repercusiones químicas aún continúan), así mismo los derrames producidos por accidentes en el transporte de combustibles (como los derrames petroleros en el mar), pueden ser localizados pero de manera muy general y su impacto no es manejables totalmente.

Cuando se trata de peligros como incendios y explosiones se debe además considerar factores externos (climáticos) y las experiencia conocidas sobre ellos (riesgos revelados).

En este sentido, la incidencia de los eventos sobre la vida humana y medios urbanos está sujeta a factores de vulnerabilidad relacionados con la concentración poblacional y la cantidad de infraestructuras urbanas en lugares de peligro y en ejes viales de circulación.

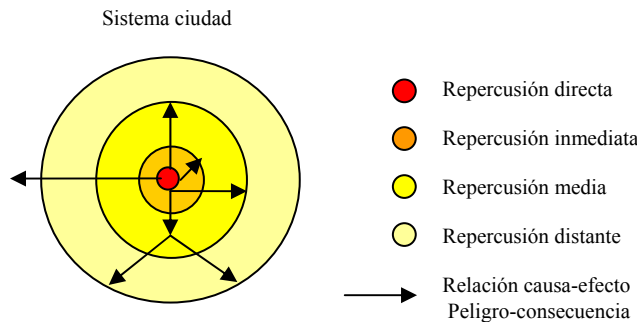
**Los efectos en cadena de los peligros**

Conforme una sociedad avanzada técnicamente, más difícil se vuelve el control de los riesgos provocados sobre las aglomeraciones urbanas. La gama muy diversificada de accidentes reside en la multiplicidad de relaciones entre las instalaciones de productos combustibles, sus flujos y las características económicas y logísticas del territorio urbano involucrado. Los efectos que producen están dados por:

La interdependencia entre los subsistemas urbanos

La ciudad es un sistema urbano- relacional, donde un daño o problema presentado en una de sus partes, es asimilado por el todo. En este sentido, después de una grave perturbación local, se observa una interdependencia de los subsistemas que componen la ciudad y las repercusiones materiales, económicas y sociales sobre el conjunto; es decir un accidente físico, puntual, ocurrido en una parte de la ciudad, puede acarrear conmociones que serán sentidas integralmente.<sup>16</sup> En la figura 4 se esquematiza el tipo de repercusiones en la ciudad, los impactos más fuertes son en el entorno inmediato del escenario de accidente o evento, al contrario de los más débiles que se encuentran más distantes del mismo.

*Figura 4: Dinámicas y consecuencias de peligros en el sistema: ciudad*



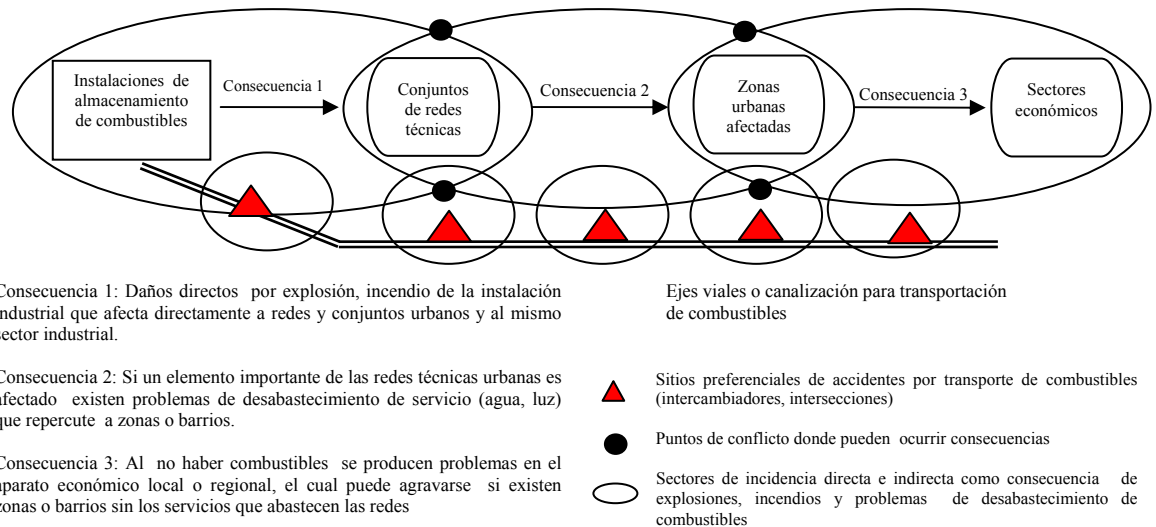
Realización: Jairo Estacio (2004)

<sup>16</sup> Como el accidente ocurrido en Flixborough en Gran Bretaña, cuyo daño fue la destrucción de 2.450 casas y 167 fábricas que dejaron de producir, lo cual afectó considerablemente el motor económico local del poblado cuya pérdida se calculó en más de 180 millones de dólares (Hiegel, 2003).

## Por fuerte incidencia de eventos sobre elementos importantes en las redes de flujos urbanos

Una instalación de combustibles puede producir peligros que afectan no solo al medio urbano establecido sino a las redes técnicas que permiten su funcionamiento: electricidad, agua potable y viabilidad, cuando las instalaciones de estas redes importantes y vitales para el funcionamiento de la ciudad sufren daños, se desencadena un problema de desabastecimiento (Ver figura 5).

Figura 5: Efectos en cadena de peligros tecnológicos por combustibles en sitios urbanos



Elaboración ; Jairo Estacio (2004)

Estos efectos en cadena se deben a la integridad, perfecta regularidad y confiabilidad de los sistemas de redes y flujos. Esto quiere decir que al funcionar una red de flujos materiales (agua y energía) e inmateriales (telecomunicaciones) regularmente y confiablemente, un accidente en una de sus partes afecta a todo el conjunto de elementos de la red, pues asimilan sus fallas de la misma forma que asimilan el funcionamiento óptimo (efecto dominó).

### **El transporte de combustibles: una fuente móvil de peligro**

Los accidentes en rutas son frecuentes pero de consecuencias locales menores. Estadísticas demuestran que la mayor parte se producen en intercambiadores, intersecciones de vías, espacios de estacionamiento y áreas urbanas densamente habitadas. Por ello su efecto es muy puntual y la gravedad depende de las instalaciones y servicios que se localicen a su alrededor (Figura 5).

Los accidentes en redes subterráneas (gasoductos, poliductos y oleoductos; mayoritariamente están enterrados al menos un metro de profundidad), son poco probables en zonas urbanas, la causa más frecuente de los accidentes provienen de obras de excavaciones en centros poblados<sup>17</sup>. Pocos eventos relacionados con el transporte de combustible han tenido una consecuencia catastrófica dependiendo de su efecto y escenario de accidentes, un caso de ello fue en 1992 en Guadalajara, México (Ver cuadro 3).

<sup>17</sup> En Estados Unidos se han registrado en el último decenio más de 18.470 por rupturas de redes de gas y petróleo que han ocasionando 340 víctimas (Chaline et Dubois, 1994).

## El riesgo tecnológico y su gestión integral

### Los conceptos e incertidumbre para enfrentar los riesgos tecnológicos

En el tema de riesgos tecnológicos, es imprescindible hablar de los niveles de decisión para evitarlos (gestión)<sup>18</sup>. Los niveles de decisión incorporan una dimensión de *incertidumbre*, y niveles de vulnerabilidad institucional. ¿Cómo se conoce y decide sobre los riesgos?, esta cuestión surge en la medida en que “(...) las decisiones que se toman ya no cuentan con la infalibilidad de los argumentos de la ciencia moderna y pone en evidencia que aún la decisión política más informada encierra compromisos de valor”. (Funtowicz, *et al* 1993); lo que significa crear la necesidad de reformular metodologías de aproximación y de resolución de estos riesgos.

Las *incertidumbres* presentan dos tipos de distinciones: una denominada *ortodoxa* vinculada al criterio que el inadecuado control de los riesgos tecnológicos y ambientales se debe a la imprecisión o limitaciones en el conocimiento técnico de los riesgos tecnológicos y otra llamada *social* que envuelve al sistema técnico (Wynne, 1992), la cual incorpora a los actores y agentes técnicos que generan, operan, regulan, y en definitiva conviven con los sistemas técnicos.

Los vacíos del desarrollo científico-técnico de los riesgos acarrearán también *indeterminaciones* para los actores sociales en cuanto a tomar decisiones de control. El principio de *indeterminación* se basa en que las tecnologías dejan de ser de dominio exclusivo de industrias y empresas dentro del contexto de seguridad, porque sus peligros involucra una comunidad; ello hace que las tecnologías se incorporen en las dinámicas sociales y sus diversos actores, es decir son pensadas desde un sistema socio organizacional, al cual se añaden decisiones preventivas.

Dentro de la *indeterminación*, las decisiones obedecen a dos criterios: *Un carácter situado* en el que los riesgos caracterizados técnicamente por sus causas y efectos, involucran decisiones a distinto orden y nivel (institucionales, normativas, socioeconómicas, políticas, etc.) que no siempre incorporan todos los argumentos y acciones necesarios para su aplicabilidad (Wynne:1987). Y *un carácter ampliado* en el cual los efectos de las decisiones y acciones tomadas pueden o no agravar los riesgos y sus consecuencias. Por ejemplo una instalación de acopio de gas en idénticas cantidades a otra puede representar más peligro por la ineficacia de decisiones y acciones de prevención y seguridad (Firpo, y Freitas, 1996).

Si bien las reglamentaciones y normativización no son suficientes para terminar con el problema *per se*, la falta de pautas claras aumentan la indeterminación, es decir, dan lugar a conflictos crónicos e indecisiones, que dificultan la previsión y la planificación y socavan la legitimidad y la integridad de las instituciones. (Wynne, 1992)

### Gobernabilidad y principio de precaución

La búsqueda de soluciones a problemas tecnológicos es compleja, pues se pone en juego una diversidad de valores y posiciones que se imbrican en cuestiones institucionales, en consensos por salvaguardar un sistema sociopolítico o en las amenazas o peligros que afectan a un espacio.

Para comprender la dinámica y complejidad de los riesgos actuales, es importante que en la definición de partida de los riesgos, se incluyan las relaciones entre los aspectos "puramente"

---

<sup>18</sup> Entiéndase por gestión, al conjunto de diligencias necesarias para llevar a cabo un propósito.

técnicos y los sociopolíticos. Para que los sociopolíticos sean técnicamente adecuados y satisfactorios (aspectos importantes para la estabilidad de las decisiones), se deben tratar dentro del diseño y camino de soluciones y no como externalidades, de lo contrario se crea una tergiversación en las decisiones.

El *principio precautorio*, en la responsabilidad del comportamiento ético del hombre y el respeto a la vida (Jonas Hans, 1990), se presenta como uno de los puentes posibles entre la gobernabilidad<sup>19</sup> y el riesgo. (De Marchi y Funtowicz: 2002) Esto se debe a que en su proposición, es capaz de articular objetivos científicos y ético - políticos a fin de guiar a la construcción de políticas públicas referidas a los riesgos, sostenidas en consensos más amplios y estables.

Uno de los postulados sobre el principio precautorio es descrito por Lowell (Diciembre de 2001) en un discurso sobre Ciencia y Principio de Precaución, donde menciona los elementos necesarios para ponerlo en práctica: "*defensa del derecho básico de cada individuo y de las futuras generaciones a un ambiente saludable y promotor de la vida, acción preventiva cuando exista una evidencia creíble de que está ocurriendo o puede ocurrir un daño, aún cuando la naturaleza exacta y la magnitud de dicho daño no sea comprendida totalmente; identificación, evaluación y puesta en práctica de los caminos más seguros entre los que sean viables para satisfacer las necesidades sociales; asignar a los promotores de las actividades potencialmente peligrosas la responsabilidad de estudiar los riesgos a fondo para minimizarlos, así como evaluar y elegir las alternativas más seguras para satisfacer una necesidad particular, bajo una revisión independiente del proceso; y aplicar procesos de toma de decisiones transparentes e inclusivas que aumenten la participación de todos los involucrados y sus comunidades; particularmente aquellos potencialmente afectados por una decisión sobre políticas.*"

### **La ciencia Pos Normal y las soluciones urbanas de riesgos tecnológicos**

El criterio fundamental de la ciencia *pos normal* es buscar soluciones que sean viables y certeras, a problemas de base científica que no cuentan con argumentos, explicaciones y predicciones que permitan "controlar" la complejidad de sus causas y efectos. La mayoría de los problemas ambientales o de riesgo tecnológico actuales se ubican en este contexto, por lo tanto el problema del riesgo puede ser objeto de aplicación de esta nueva concepción, que ofrece *un camino que no busca soluciones acabadas*, sino más bien establecer y conciliar procesos para la gestión de tales problemas complejos. Al contrario de la ciencia normal, cuya práctica tradicional consiste comúnmente en el aislamiento de los valores y la simplificación de la complejidad; la ciencia pos normal se asienta en una base ética e intelectual diferente al proponer la incorporación de estos elementos como los principales ejes de atención.

Funtowicz y De Marchi exponen claramente: "En la ciencia pos normal, el principio organizador no es la verdad, sino la calidad. La tarea no es ya la de expertos individuales que descubren hechos verdaderos para sustentar buenas políticas, más bien, se trata de una tarea que recae en una comunidad extendida, que evalúa y gestiona la calidad de los inputs<sup>20</sup> científicos en procesos complejos de toma de decisiones donde los objetivos son negociados desde perspectivas y valores en conflicto. Necesitamos todavía una ciencia tradicional y una tecnología de buena calidad, pero sus productos deben ser incorporados en un proceso social integrador. De esta manera, el sistema científico se convertirá en un input útil para nuevas formas de decisión política y de

---

<sup>19</sup> La gobernabilidad se refiere a un "proceso continuo mediante el cual se acoplan intereses diversos y conflictivos y se adopta alguna acción cooperativa. Se incluyen las instituciones formales y los regímenes con poder para imponer obediencia, así como arreglos informales que las personas y las instituciones han acordado o perciben como propio interés." (Commission on Global Governance 1995:2 en De Marchi y Funtowicz, 2002)

<sup>20</sup> Input, término en inglés que se refiere a elementos de entrada.

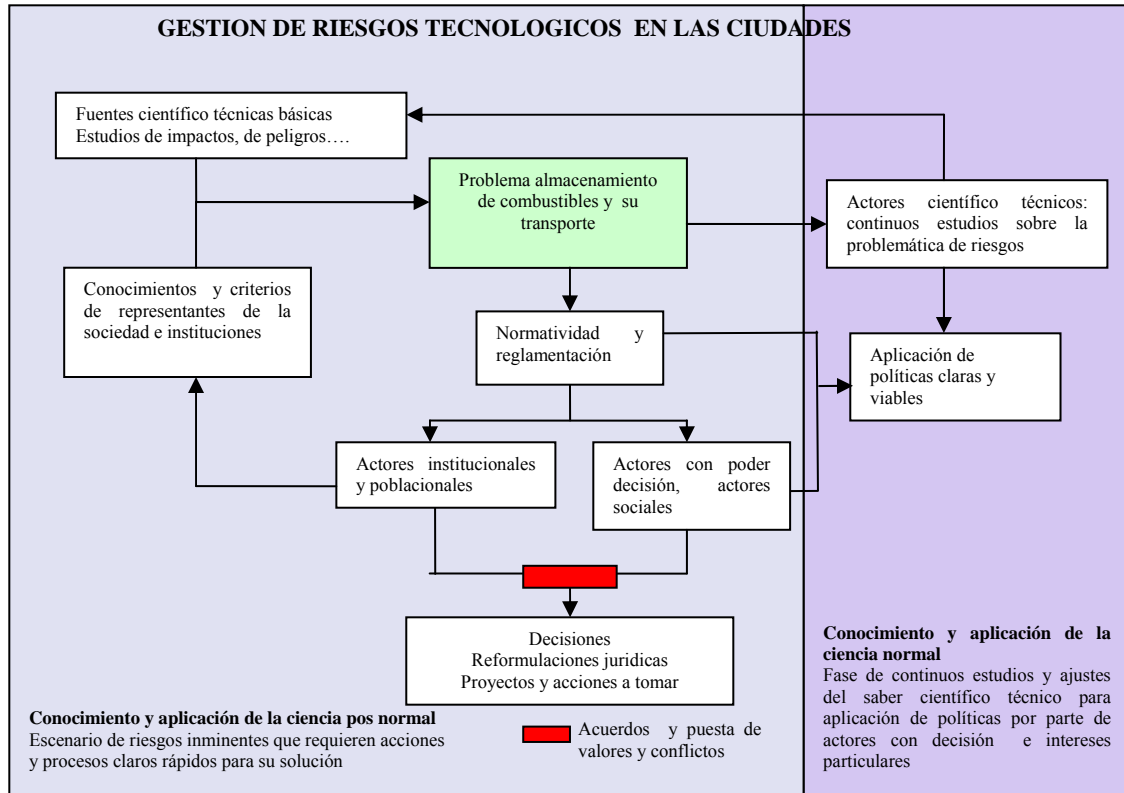
governabilidad." (1993) La necesidad de garantizar la calidad de las decisiones no sólo incumbe al sistema científico y de producción del conocimiento, sino también al sociopolítico, en la medida en que se necesita una comunidad extendida preparada para el diálogo donde el derecho a la información y el derecho a la participación son pilares fundamentales”.

### Criterios básicos de la ciencia pos normal y el principio de precaución

Estos criterios son de varios tipos y contribuyen a una mejor comprensión de la gestión integrada del riesgo tecnológico, conllevan además procesos que deben conjeturar un escenario extendido y participativo donde se involucren no solo las diferentes fuentes del saber, sino los diferentes representantes de la sociedad, el poder público, instituciones y reglamentaciones (relacionadas al almacenamiento y transporte de combustibles).

En la figura 6 se definen los procesos de intercambio y de acuerdo técnico-sociopolítico

Figura 6: Modelo de gestión tecnológica en los centros urbanos



Fuente: Funtowicz y De Marchi, 2002  
Elaboración, Jairo Estacio (2004)

Dentro del *acuerdo* existe una puesta de valores muy importante a tomar en cuenta en la resolución de conflictos en cuanto a tomar decisiones.

Llevar a cabo una labor mancomunada suele ser difícil cuando se ponen en juego intereses totalmente opuestos (especialmente económicos). Es difícil estimar los costos de prevención de peligros, así como las fórmulas para desplazar los establecimientos peligrosos o su cierre definitivo. El éxito es buscar intereses horizontales comunes que garanticen el principio de la gestión integral



de riesgos, que es la prevención y la garantía de resguardar la integridad y supervivencia de los habitantes. Por ello, es importante tomar en cuenta prioridades que rebasen en principio intereses totalmente particulares (*Anexo 5*).

### **El papel de las aseguradoras**

También hay que considerar el papel participativo de los actores que interfieren directamente sobre las consecuencias de este tipo de siniestros como son las compañías aseguradoras que trabajan siempre vinculando los términos de probabilidad de desastre. Estos actores de alguna manera aportarían al diálogo de la cooperación.

En este contexto, a las aseguradoras les conviene tratar los riesgos revelados por mayor facilidad, pues permiten prever predicciones científicas; de todas formas, algunas también aseguran ciertos riesgos potenciales, a pesar de la ausencia de probabilidades objetivas. Por ejemplo, existen seguros contra huracanes o inundaciones a pesar que pronósticos del cambio climático demuestran lo contrario.

Las aseguradoras ayudan a reparar los daños y a sobrellevar una crisis, toman en cuenta una multiplicidad de riesgos con posibilidades de ocurrencia eventual (como un juego de lotería en donde la probabilidad de ocurrencia de un evento es muy grande), sin embargo de acuerdo a la ocurrencia y el impacto de un accidente o catástrofe, las aseguradoras pueden colapsar al no poder cubrir el gasto por pérdidas económicas (caso del atentado del 11 de septiembre en New York, donde varias aseguradoras habían quebrado por la magnitud del impacto). En algunos casos las aseguradoras se asocian con otras, o delegan una parte del seguro a reaseguradoras, o cobran a los inversionistas tasas de interés elevadas para compensar riesgos que aceptan tomar.

Las aseguradoras dan un tipo de bienestar y confianza a la población y a los organismos públicos; no obstante, esto puede dar lugar a actos inescrupulosos que con el fin de obtener el dinero del seguro, se provocan los accidentes.

### **Construcción de medios jurídicos para la adecuada gestión integral de riesgos**

Uno de los aspectos, del mismo nivel de importancia que los *inputs* son las reglamentaciones y normatividad, las cuales en su mayoría son de corto alcance y de poca aplicabilidad práctica. Los avances tecnológicos de las industrias, dejan vacíos jurídicos en cuanto a la formación de nuevos peligros.

Por otra parte, el desarrollo de las ciudades, permite cambios de uso y ocupaciones del suelo; en este caso el ordenamiento territorial, debe procurar una legislación del suelo coherente, apoyada en distinguir siempre los sitios de existencia industrial (aunque el apareamiento de nuevos sitios crea otro tipo de riesgo y nuevas leyes). Para aquellas industrias que representan un problema relativamente grave, la solución puede ser el cierre o su transferencia; pero la transferencia implica nuevos itinerarios de rutas para transporte de materiales peligrosos, por lo que se generan otros riesgos.

Los principales medios jurídicos para controlar el suelo son en Francia el PLU (Plan local de urbanismo), donde se establecen zonificaciones inconstructibles o de uso industrial. A esto se añade el COS (coeficiente de ocupación de suelo), que condiciona el área de edificabilidad (en este caso de la industria) en el predio, de alguna manera esta especificación técnica de construcción limita el riesgo.

De igual manera, la legislación estipulada en el ordenamiento territorial, debe integrar la base jurídica en cuanto al transporte de materiales inflamables y peligrosos, así como incluirla en documentos de urbanismo.

La reglamentación en cuanto a los peligros inherentes a los flujos de materiales peligrosos en vías o autopistas, debe tomar en cuenta no solo la identificación del cargamento, sino además sitios de relocalización o reorganización de zonas de estacionamiento y rutas alternativas.

En lo que concierne a los poliductos, gasoductos o canalizaciones de hidrocarburos, líquidos, gaseosos o licuados: Las ordenanzas deben tomar en cuenta los usos del suelo en zonas periurbanas para su utilización y en el caso de zonas con aglomeración se debe considerar la confiabilidad de la canalización como aspecto importante de respeto y cumplimiento.

En este contexto son los actores sociopolíticos quienes deben aportar a la reestructuración, formulación y reformulación de los medios jurídicos, a fin de legitimar el poder público y las instituciones a cargo.

## **SEGUNDA PARTE**

### **Los riesgos tecnológicos relacionados con combustibles en el Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador): tipos, consecuencias, gestión integral.**

El objetivo de esta parte es de analizar la problemática de los riesgos tecnológicos actuales en Ecuador y muy particularmente dentro del DMQ teniendo en cuenta los siguientes puntos:

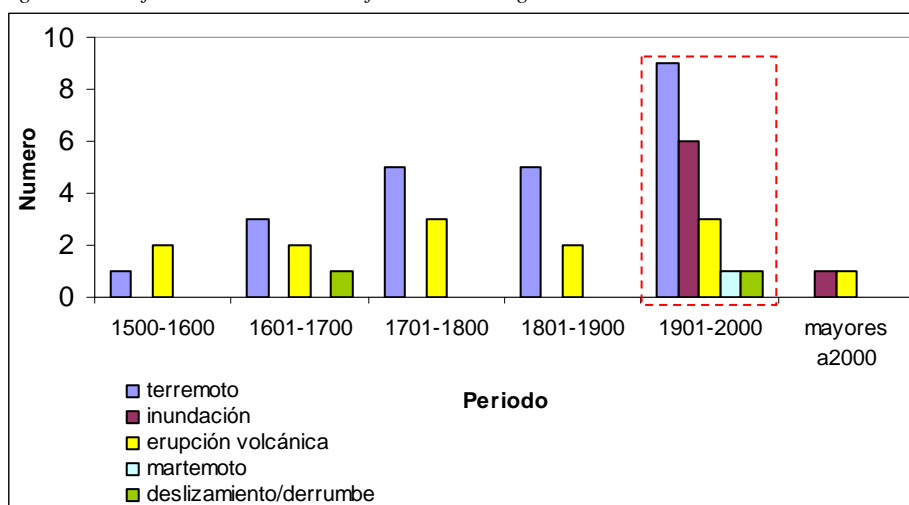
- El aporte teórico de la primera parte constituye una base para la comprensión de los riesgos tecnológicos, la definición de escenarios de accidentes, la localización de las instalaciones peligrosas dentro del espacio urbano, la puesta en evidencia de espacios vulnerables y la definición de una política que encabece la gestión integral de los riesgos..
- La utilización de bases de datos concernientes a los riesgos revelados permiten de comparar los riesgos tecnológicos con aquellos de origen natural y de hacer resaltar su importancia como un problema reciente y recurrente.
- La utilización de herramientas y de modelos como los SIG, los coremas y la sistémica ayuda a apreciar los espacios expuestos a los riesgos tecnológicos (a gran escala) y las consecuencias dentro del DMQ (a microescala). Estas herramientas permiten de ensayar diferentes métodos para la representación espacial de los riesgos tecnológicos dentro de la ciudad y de hacer sugerencias para su mejoramiento.
- La consideración de un esquema general aplicado a la gestión integral de los riesgos tecnológicos dentro del DMQ sirve a poner en práctica las discusiones y las soluciones propuestas para resolver los conflictos entre los principales actores implicados, así como proveer de ideas concernientes a los futuros estudios de vulnerabilidad política e institucional de la ciudad.

## Introducción de los riesgos tecnológicos en el Ecuador

En el Ecuador los estudios de riesgos de origen natural, han sido priorizados de otros estudios de riesgo. Esto se debe a que el Ecuador presenta una gama diversa de fenómenos y amenazas producidas por la presencia de volcanes activos, fallas geológicas activas, influencia de eventos ENSO<sup>21</sup>, influencia de la Placa Sudamericana (una de las más activas del mundo), la ubicación del país en la zona del Cinturón de Fuego del Pacífico; entre otros.

Las amenazas producidas por estos fenómenos naturales es frecuente (*Figura 7*), algunas han tenido repercusiones dramáticas como las ocasionadas por los eventos ENSO en los años 1997 y 1998<sup>22</sup>, los terremotos como el ocurrido en 1987 con epicentro en el oriente ecuatoriano, afectando inclusive a regiones de Pichincha e Imbabura en la sierra<sup>23</sup> y la erupción de volcanes<sup>24</sup> como el Guagua Pichincha y Reventador de manifestación reciente. La gravedad de estas amenazas se ha incrementado por la presencia cada vez más alta de población expuesta.

Figura 7: Las frecuencias de catástrofes naturales registras desde 1500-2000 en Ecuador



Fuente: Fundación, Natura, Defensa Civil, 2004, Lloyd CAS, 2004, Diario El Periódico Hoy 2002  
Realización: Jairo Estacio

Al contrario, los estudios de riesgo tecnológico, no han sido desarrollados en el Ecuador, por lo que hay vacíos en el campo jurídico (no hay leyes claras, específicas y aplicables) que puedan contribuir al ordenamiento y planificación territorial.(a pesar de que se han producido varios accidentes de la industria química y petrolera, como se observa en el *Cuadro 4*); una de las razones se debe a que

<sup>21</sup> Siglas en inglés de El Niño Southern Oscillation, corresponden a los fenómenos producidos por la Corriente de El Niño. Este evento es una variación climática producida por las corrientes marinas, su consecuencias es la variación climática manifestada en abundantes precipitaciones que afectan directamente a la Costa del Ecuador y producen crecidas y desbordamiento de ríos e inundaciones fuertes.

<sup>22</sup> Las inundaciones producidas por la presencia de la Corriente de El Niño, produjeron daños evaluados en 152,6 millones de dólares solo en el sector de vivienda; además de 286 muertes, 30 mil damnificados, puentes de comunicación destruidos y carreteras dañadas (D'Ercole, Trujillo 2003).

<sup>23</sup> Este terremoto produjo 3500 decesos, daño en el oleoducto transecuatoriano y la subsiguiente reducción del 60 % de los ingresos por exportación, cierre de vías por deslizamientos y marginalidad de pueblos por un período considerable (Sierra, 2000).

<sup>24</sup> La erupción del Guagua Pichincha provocó la evacuación de sectores de Lloa y Quito, la consecuencia fue el disfuncionamiento urbano en Quito y pérdidas agrícolas en sectores aledaños al volcán. En el 2002 la erupción del Reventador causó pérdidas importantes en el sector agro productivo, daños en el oleoducto por deslizamientos y problemas de comunicación en poblaciones de la Amazonía (Estacio, D'Ercole 2002).

los riesgos son poco perceptibles para las autoridades nacionales y su presencia casi frecuente, ha hecho que la población se acostumbre a vivir con ellos<sup>25</sup>.

*Cuadro 4: Los principales eventos tecnológicos suscitados en el Ecuador de 1995-2002*

Fecha y Lugar	EVENTO MAS IMPORTANTES	IMPACTOS
1995 Cerca Latacunga	Derrame 150 Gls, de bifenilos policlorados	110 personas expuestas. Contaminación de fuentes de agua. No se hizo seguimiento ambiental.
1995 Pana. Sur Quito	Derrame 40 Tons de ácido sulfúrico al río Machángara	USD 40.000 en pérdidas para la empresa. No se hizo seguimiento ambiental.
1996 Barrio Jipijapa – Quito	Incendio en empresa textil. Quema de fibras sintéticas, solventes, ácidos y tintas.	USD. 400000 en pérdidas para la empresa. 12 bomberos asfixiados. Evacuación de 180 personas.
1997 Bahía de Caráquez	Fuga de amoníaco y freones en empacadoras.	100 intoxicados. 300 evacuados.
1997 San Rafael – Quito	Explosión de dinamita y pentolita en polvorín militar.	4 muertos. 190 heridos. 4 helicópteros dañados. Daños materiales adicionales no cuantificados.
1997Sangolquí – Rumiñahui	Explosión de un nebulizador de alcohol metílico en fábrica de palillos	30 personas quemadas: 4 muertos. 5 Pérdidas materiales a la fábrica.
1997 Amaguaña	Explosión de dinamita en bodega militar	4 muertos 190 heridos
1997 Bahía de 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 8000 barriles de crudo y 3500 de diesel por ruptura de El Sote. Incendio en 8 Km. De Río Esmeraldas y Teaone.	12 muertos, 180 heridos, 170 viviendas destruidas Pérdidas petroleras por USD 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 ensambladora de pintura.	10 heridos. No existe evaluación de daños materiales.
1998 Daule	Incendio en bodega de productos terminados en industria de jabones y comestibles	15 millones en pérdidas materiales. 17 bomberos asfixiados. Río Daule contaminado por aguas de incendio.
1999 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
Jul. 2000 - Guayaquil	Fuga de al menos 6 toneladas de amoníaco en empresa cervecera.	Paralización de 4 empresas vecinas. Para total de producción por 6 días.
2000 – Quito	Fuga de amoníaco en fábrica de helados	
2000 – Guayaquil	Incendio de camión cisterna de diesel y gasolina.	Vía Daule paralizada por 8 horas. 3 quemados.
2000 –Guayaquil	Volcamiento de plataforma con 4 toneladas de cianuro de sodio.	Puente de la Unidad Nacional cerrado por 5 horas. Evacuación a 1500 metros a la redonda.
2000 El Guango	Rotura del oleoducto por deslave de tierra. Derrame considerable	50 m afectados
2001 Lumbaqui	Explosiones y derrame de petróleo, presumiblemente por atentados terroristas	3.635 barriles de petróleo se derramaron y contaminaron las aguas del río Aguarico, pérdidas económicas y destrucción de un ecosistema productivo para las comunidades

<sup>25</sup> Aunque no son accidentes tecnológicos de los que aborda el estudio, los dos ejemplos siguientes ilustran la aceptabilidad de la población frente a cualquier riesgo y la falta de una legislación adecuada para evitarlos: En los últimos 10 años han existido 4 accidentes aéreos en zonas urbanas que han ocasionado más de 300 decesos y centenas de heridos (uno de ellos afectó a Quito en 1998). En 1998 el Ecuador fue considerado el segundo país en el mundo por muertes de accidentes de tránsito (SIAT, 1999).

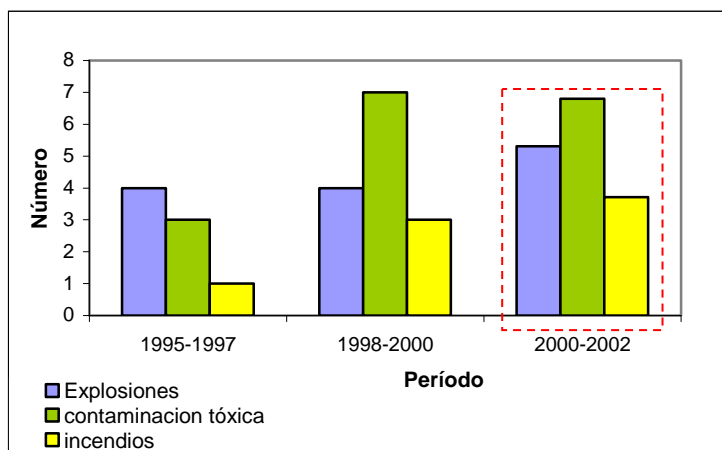
2001 - Galápagos	Encallamiento y derrame de 280.000 galones de combustible en área protegida. Embarcación Jessica	Daños ambientales incalculados.
2001 - Quito	Fuga de 6 toneladas de GLP en zona urbana	700 evacuados
2001-Guayaquil	Compresor de amoníaco Un operador en la zona terminal de la tubería de amoníaco mueve la válvula de alivio al intentar reparar una tubería de agua cercana a esta. Problema de fuga del material	50 personas afectadas, 5 por inhalación de amoníaco, interrupción de tránsito por dos horas y pérdida de 30 Kg de amoníaco
2001 Quinindé	Incendio por rotura del oleoducto	1 Km de vegetación afectada en el Zapotal en esmeraldas, cuantiosas pérdidas económicas y ecológicas
2001-Oriente	Varias rupturas del oleoducto El Sote	Daños ambientales, incendio de un vehículo de pasajeros.
2002 Lago Agrio	Explosiones en el oleoducto transecuatoriano presumiblemente por atentados externos	7 decesos explosión alcanzó a un bus que pasaba por el lugar al menos 5 muertes y más de 20 heridos gravemente
2002 - Quito	Incendio en bodega de producto terminado de una cadena de supermercados	Fuego por 96 horas. 07 millones de galones de agua de incendio vertida a la alcantarilla. Contaminación ambiental por dioxinas y furanos.
2002 – Galápagos	Encallamiento y derrame de 30000 galones de combustible en área protegida	Daños ambientales incalculados.
2002 Riobamba	Explosión de un almacenamiento de municiones militares producido accidentalmente	8 muertos 2500 afectados 535 damnificados 50 millones de dólares estimados en daños

Fuente: Defensa Civil 2004, Fundación Oikos 2000, Fundación Natura 2001  
Elaboración: Jairo Estacio

Como lo demuestra el cuadro 4, la mayoría de accidentes químicos y de combustibles se han suscitado en las dos ciudades más importantes del Ecuador, Quito (por ser capital) y Guayaquil (por concentrar la mayor parte de la economía nacional), en estas ciudades hay una gran cantidad de industrias dentro de espacios urbanos.

A diferencia de los de accidentes de origen natural, los de tipo tecnológico son más recurrentes (se presentan en número elevado anual y hasta mensual, con consecuencias y pérdidas económicas más considerables), se incrementan cada vez por el apareamiento de escenarios de accidentes. En la Figura 8 se ilustra su frecuencia en el periodo entre 1995 – 2002.

Figura 8: Las frecuencias de accidentes tecnológicos registras de 1995 al 2002 en Ecuador



Fuente: Fundación, Natura, Defensa Civil, 2004, Lloyd CAS, 2004, Diario El Periódico Hoy 2002  
Realización: Jairo Estacio

Los escenarios de accidentes más frecuente en el Ecuador son por contaminación tóxica, derrames y fugas de productos peligrosos, le sigue en recurrencia explosiones e incendios<sup>26</sup>. Muchos accidentes se originan por el mal manejo de los productos químicos peligrosos, vulnerabilidad técnica o física en la construcción y por malas maniobras en las instalaciones. Otros accidentes tienen su origen en fenómenos naturales, como el ocurrido en Esmeraldas en 1998, originado por un sismo que provocó la explosión de una gran parte del oleoducto de crudos pesados destinados a exportación.

A partir del año 2001 en el sector del Oriente, el oleoducto transecuatoriano (que en ciertos tramos no está enterrado y es susceptible a manipulación humana), ha ocasionado constantes explosiones e incendios provocados deliberadamente por grupos terroristas o antigubernamentales<sup>27</sup>. Lo cual marca un nuevo tipo de riesgos tecnológicos asociados a factores sociales.

Pero ¿cuáles son las consecuencias de una rotura del oleoducto o de instalaciones petroleras más allá de la evidencia de su peligro?; la respuesta es que aún persiste un bajo conocimiento al respecto; lo cierto es que este sistema es el más vulnerable por factores propios y externos, sus efectos no solo son repercusiones en el ambiente y la población, sino problemas graves de desestabilización socioeconómica del país; por un lado se pierden ingresos y rubros económicos importantes producto de su exportación y por otro, se paralizan actividades dependientes directas del petróleo.

### **Espacios de riesgos de origen natural y su relación con riesgos tecnológicos**

El Distrito Metropolitano de Quito es el lugar de mayor concentración de espacios de riesgos urbanos (pueden ser estos de tipo natural, tecnológico y social, por citar los más importantes). El DMQ comprende la ciudad de Quito y el área distrital (parroquias suburbanas); la ciudad se encuentra localizada sobre los 2800 msnm, al pie de las faldas del Pichincha en la cordillera occidental, su ubicación geográfica la hace susceptible a amenazas de origen natural de varios tipos, entre ellas:

*Sísmicas*, cuyo grado de recurrencia (en los últimos 460 años) ha sido eventual. Estas amenazas están asociadas con terremotos, de los cuales cinco (uno en el siglo 16, dos en el siglo 18 y dos en el 19)<sup>28</sup>, han tenido grandes repercusiones en la población.

*Volcánica*, debido a que el DMQ está rodeado por seis volcanes activos localizados desde la ciudad de Quito hasta una distancia no mayor a 100 Km<sup>29</sup> y cuyos fenómenos más representativos han sido lahares o flujos de lodo<sup>30</sup>, caída de ceniza y caída de piroclastos (Ver *Figura 9, Mapas A1 y A2*).

*Morfoclimáticos*, provocados por la asociación de efectos excesivos del clima sobre relieves y suelos, por ejemplo la presencia de factores determinantes como lluvias intensas, pendientes abruptas, presencia de quebradas, rellenos y el tipo de material del suelo. Estas amenazas provocan

---

<sup>26</sup> La recurrencia se ha medido en base a eventos reportados o compilados oficialmente, pero existen otros que no son reportados como los riesgos del trabajo (Sección de riesgo del trabajo del IESS, 2001). Caso similar ocurre con los incendios, se reportan únicamente los más grandes (por ejemplo, tipo Boil Over).

<sup>27</sup> Como explica el ex Ministro de Energía y Minas del Ecuador “*la infraestructura es vulnerable porque es muy difícil poner a todo el Ejército cada 100 metros para cuidar el oleoducto*” (El Periódico Hoy, 2002).

<sup>28</sup> Dato obtenido del Proyecto para el Manejo del Riesgo Sísmico de Quito. 1996.

<sup>29</sup> Estos volcanes son: el Guagua Pichincha, Cayambe, Cotopaxi, Pululahua, Reventador, Antisana y el Ninahuilca.

<sup>30</sup> Los lahares y flujos de lodo según Bemmelen (1946) en D’Ercole (1989) son definidos como “coladas de lodo que contiene escombros y bloques angulares, principalmente de origen volcánico”. La génesis de estos fenómenos pueden presentarse por lluvias intensas o erupciones volcánicas que provocan derretimiento del hielo y nieve cercanos a su cráter.

daños considerables por hundimientos, inundaciones, flujos de lodo o aluviones y derrumbes, con consecuencias en el desarrollo de las actividades humanas (*Figura 9*, Mapa B). Se estima que han existido alrededor de 4 fenómenos de consideración por año desde 1900 hasta 1988 (Peltre, 1989).

*Técnico-natural*, provocados por la asociación de efectos excesivos del clima con la presencia de obras civiles inconclusas o sin técnicas de prevención y malas prácticas poblacionales en el territorio (otros criterios ver *Cuadro 1*). La consecuencia de éstas últimas, provoca la deforestación en vertientes o taludes y malas formas de construcción en zonas restringidas (por incumplimiento de la ordenanza de uso y ocupación de suelo) agravando los riesgos de origen natural en los últimos años, al aumentar la erosión y la escorrentía del suelo<sup>31</sup> (*Figura 9*, Foto A).

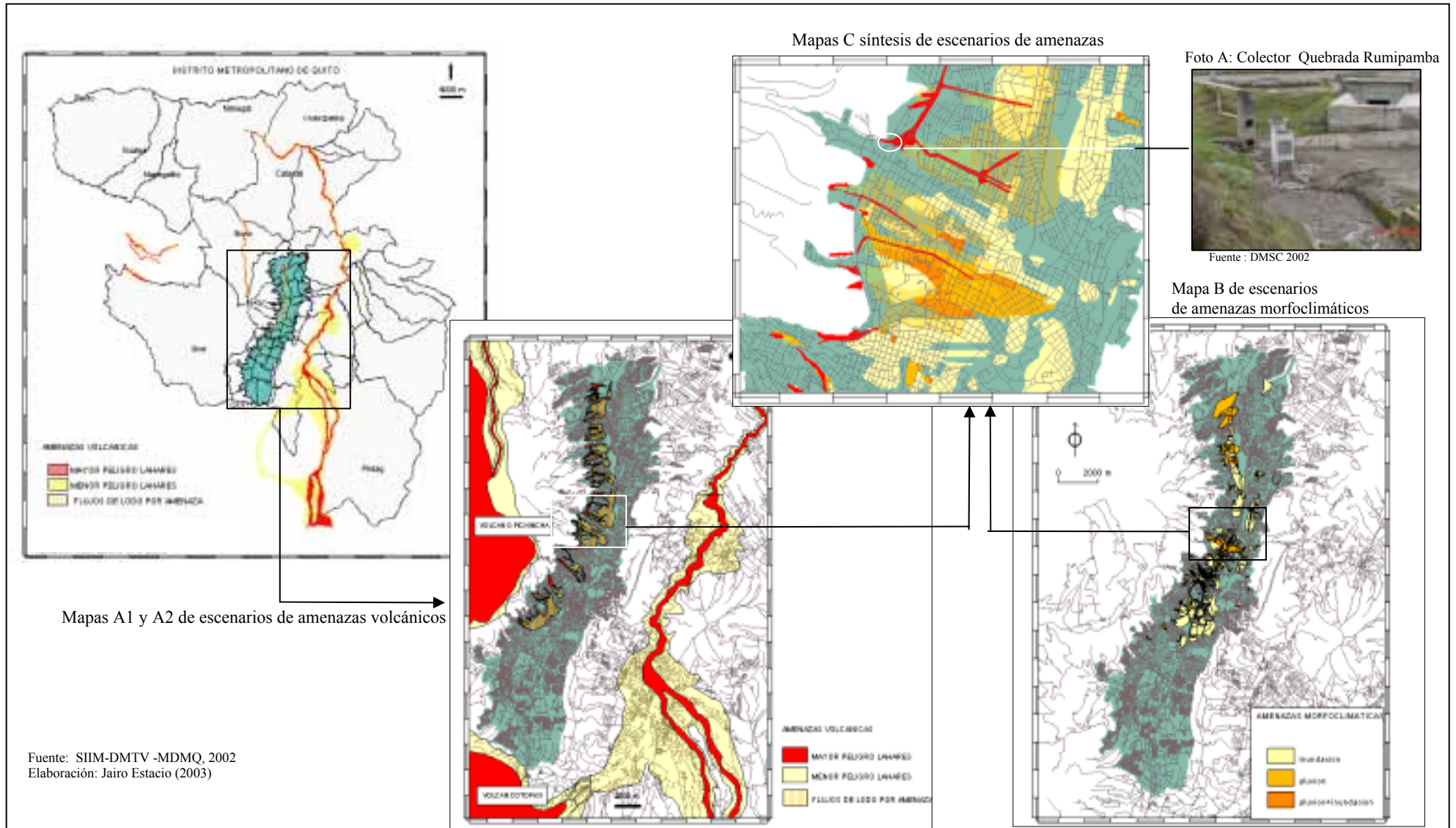
Si se juntan los peligros de origen natural, como son las amenazas volcánicas y algunos peligros morfoclimáticos, se tendrían escenarios de amenazas que afectarían a un gran porcentaje de la ciudad (*Figura 9*, Mapa C).

---

<sup>31</sup> Por ejemplo, la construcción de viviendas en las laderas del barrio El Condado (al Norte de Quito) y la excesiva deforestación, provocó en 1983, un hecho considerado importante dentro del historial de accidentes; la presencia de lluvias fuertes en el sector y la incapacidad de recolección de aguas lluvias del sistema de alcantarillado provocó un deslizamiento de la ladera, cuyo resultado fue la muerte de 3 personas, 10 viviendas destruidas, y múltiples daños en la propiedad privada.

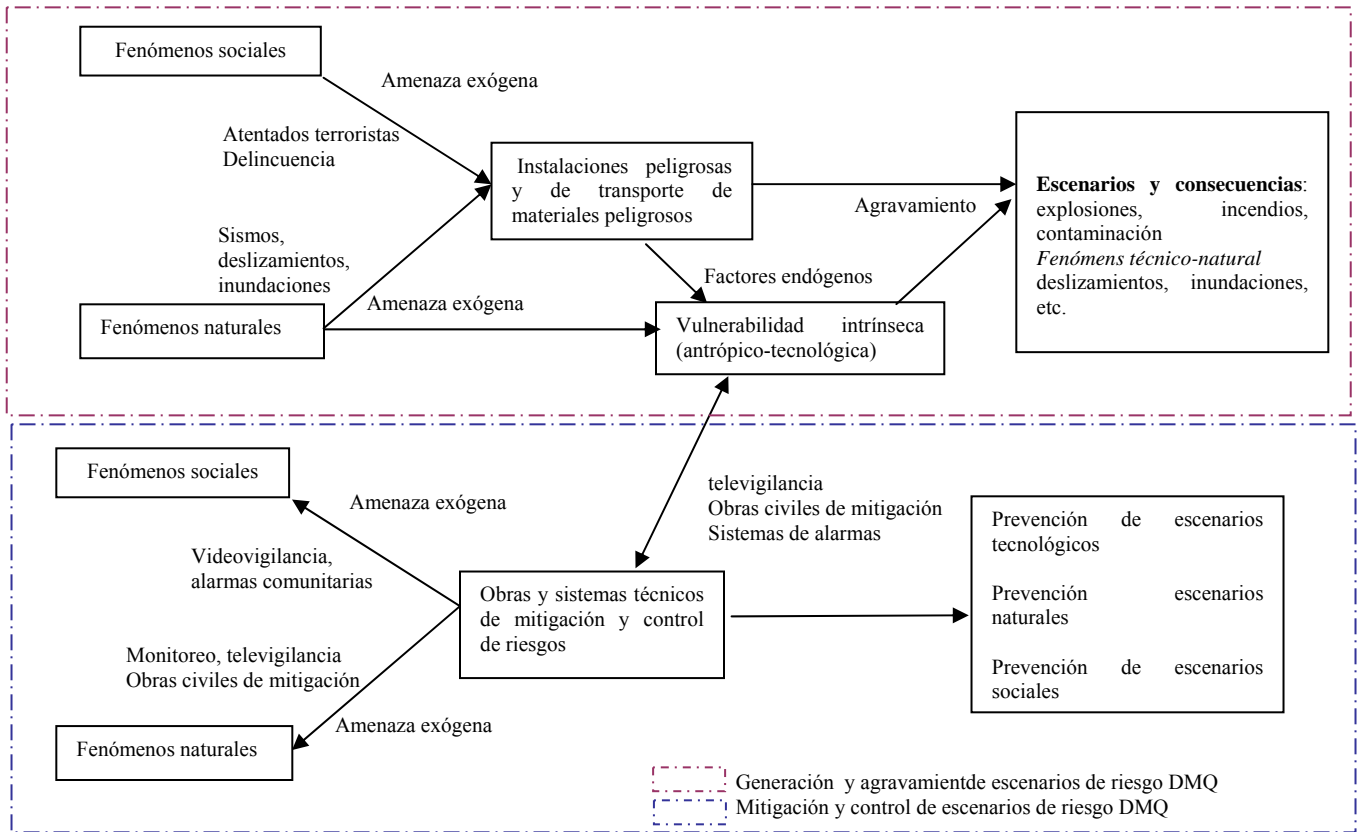


Figura 9: Algunos riesgos de origen natural del DMQ



Por otra parte, como se observa en la figura 10, la presencia de elementos tecnológicos y de obras técnicas son el centro de una dinámica que puede agravar o minimizar los riesgos de origen natural o de origen social. No hay que olvidar que la presencia de elementos tecnológicos está asociada al desarrollo industrial y económico del DMQ.

Figura 10: Dinámica de las instalaciones tecnológicas en la mitigación o agravamiento de escenarios de riesgo del DMQ



Elaboración: Jairo Estacio (2004)

Comúnmente las obras civiles se realizan para mejorar ciertas necesidades, pero de alguna forma tienen una visión paradójica: por un lado protegen y mitigan posibles escenarios de accidentes, pero su vulnerabilidad pueden agravar el riesgo<sup>32</sup>, al igual que si quedan inconclusas o demora su terminación<sup>33</sup>. En este contexto, los elementos de riesgo tecnológico en el DMQ se encuentran en el centro de varios fenómenos y escenarios de accidentes no solo tecnológicos sino naturales, de ahí radica la importancia de su estudio, determinada en la recurrencia, priorización y manejo dentro de la gestión integral.

<sup>32</sup> Por ejemplo, el accidente (recurrente) ocurrido en el sector de San Roque y La Libertad en 1983, cuando lluvias torrenciales produjeron el desbordamiento de una acequia que arrasó las cunetas construidas precisamente para evitar el flujo de agua hacia las pendientes (las cuales no cumplían las condiciones técnicas para su funcionamiento), este accidente destruyó más de una veintena de casas, dejó 4 muertes y múltiples heridos (Peltre, 1989).

<sup>33</sup> Como ejemplo, los accidentes producidos en la vía oriental durante el período invernal del año 2002, en donde al menos dos accidentes se debieron a obras inconclusas de protección de laderas y taludes (DMSC-MDMQ, 2002).

## Evidencia de los principales riesgos revelados y potenciales asociados con elementos tecnológicos importantes

Los riesgos potenciales y revelados<sup>34</sup> tienen relación con su “evidencia”, que es observable desde la peligrosidad o medidos por la experiencia en hechos pasados. Sin embargo, la presencia de estos hechos, no ha sido suficiente para tomar decisiones y soluciones en el control los peligros tecnológicos en el DMQ<sup>35</sup>; lo cual muestra que la evidencia de un peligro revelado puede no ser suficiente cuando existen otros intereses políticos o económicos.

Los *medios de información* (Douglas, 1996), evidencian los riesgos a través del manejo de la comunicación e información; para éstos, la contaminación ambiental, los accidentes en la ruta, contaminación industrial, el problema de los rellenos sanitarios, el problema de los accidentes de tránsito; son temas prioritarios recurrentes, que deben informarse diariamente a la comunidad como problemas actuales en el DMQ.

Otra evidencia tiene que ver con la “*aceptabilidad*” de la sociedad y de las autoridades frente a un riesgo cuya ocurrencia cotidiana se convierte en “normal o habitual” y acostumbra a la población a vivir con él<sup>36</sup>. En este tipo de evidencia, la pasividad de los actores políticos y poblacionales es cada vez mayor, hasta convertirlos en “espectadores” dentro de la gestión urbana, a pesar de la insistencia de los medios de comunicación sobre la difusión de estos temas.

Varios riesgos potenciales y revelados en el DMQ carecen de una legislación de control. Se conoce los peligros de contaminación, los problemas de almacenamiento de productos químicos peligrosos y radioactivos en zonas urbanas, pero poco se ha hecho para evitarlos, como es el caso de contaminaciones tóxicas o efectos tóxicos por derrames, polución o depósitos de basura mal tecnificados<sup>37</sup> (*Figura 11*, Mapa A y B). Un caso diferente constituyen los sistemas de redes urbanas de alcantarillado, red eléctrica y agua potable; que a pesar haberse suscitado accidentes recurrentes y producir riesgos revelados desde hace algunos años (*Figura 11*, mapa C), actualmente existe la decisión política prioritaria para mitigarlos. Así lo demuestran proyectos de mejoramiento del sistema de alcantarillado, optimización de la red de agua potable y confiabilidad del sistema eléctrico del DMQ.

El siguiente cuadro comparativo muestra algunos ejemplos de elementos tecnológicos importantes evidentes y de mayor peligro en el DMQ, sus riesgos potenciales y revelados:

---

<sup>34</sup> Se mencionó en la introducción que los riesgos potenciales son aquellos sobre los cuales se tiene poco conocimiento estadístico sobre sus accidentes; al contrario de los riesgos revelados, cuyo conocimiento estadístico es amplio.

<sup>35</sup> Por ejemplo varios accidentes de aviación, producto de la localización del aeropuerto de Quito dentro de una zona urbanizada de alta densidad y las condiciones técnicas limitadas del mismo (como el largo de la pista no acorde con normas internacionales), no bastaron para tomar políticas para su desplazamiento hacia un sector más ideal (*Figura 11*, Mapa B); recién en el año 2002 (luego de considerar la expansión urbana y el posible cierre por los accidentes recurrentes), se toma la decisión de construir un nuevo aeropuerto lejos de la ciudad, con mejores características en cuanto a seguridad y equipamiento y bajo la norma internacional.

<sup>36</sup> Este es el caso e los accidentes de tránsito, de la polución o de problemas de riesgos laborales.

<sup>37</sup> Basados en la Ordenanza Metropolitana 012 y 31 del DMQ, se realiza el control de emanaciones líquidas, gaseosas y producción de residuos sólidos; básicamente este constituye el problema ocasionado por la contaminación y la generación de accidentes industriales, debido a lo escueto y débil de las ordenanzas, las cuales se aprobaron en el año 1999 y hasta la fecha no han sido modificadas. El caso concreto corresponde a las sanciones económicas cuya máxima (aún en las contravenciones mayores) es de 40 dólares, cantidad irrisoria frente a las ganancias económicas que obtienen las industrias, por ello sus propietarios (que no tienen la suficiente valoración ambiental ni miden las consecuencias de los riesgos) prefieren pagar la multa a invertir en procesos de depuración que implican una inversión considerable (Guerrero, 2004).

Cuadro 5: Riesgos s potenciales y revelados ligados con elementos tecnológicos en el DMQ

Elementos tecnológicos	Riesgo potenciales	Riesgo Revelados	Rol en los escenarios de amenazas naturales y de accidentes tecnológicos	Observaciones
<b>Obras civiles</b>	Relleno de Zambiza mal tecnificado y llevado a cabo sin normas de control ambiental.	Contaminación permanente de la población de Zambiza, por destrucción de reservas naturales de agua útiles para actividades agrícolas. Percolación de líquidos y contaminación de aguas subterráneas.	Posibilidad de hundimientos futuros. Problemas de gas metano que podrían provocar explosiones e incendios.	Relleno terminado, se desea realizar un cierre técnico del mismo, pero no existe la disponibilidad económica. Momentáneamente se ha realizado el Relleno Sanitario de El Inga, el cual funcionará hasta diciembre del 2004; hasta esta fecha se han definido dos opciones de relleno, al Sur y Norte del DMQ, para depositar 1500 tn de basura que produce diariamente el Distrito.
	Aeropuerto localizado dentro de perímetros urbanos de la ciudad	En 1998, un accidente del avión Tupolev de Cubana de Aviación, qui, toujours au décollage, s'écrase sur un terrain de sport en plein coeur d'un quartier résidentiel, tuant une dizaine de personnes en plus de 71 passagers de l'avion.	Posibles accidentes aviatorios futuros ocasionando incendios y explosiones relacionados con medios urbanos	Construcción del Nuevo Aeropuerto en el sector de Puenbo (previsto culminarse en el año 2006). La construcción de la vía de acceso éste, actualmente presenta una fuerte oposición por parte de los habitantes cercanos.
<b>Redes técnicas urbanas</b>	Red de alcantarillado insuficiente en su capacidad de diseño	El 4 de diciembre del 2002, se registró una lluvia de gran duración (1 hora y media), que junto a la ceniza acumulada de la erupción del Volcán Reventador en sumideros de alcantarillas de poca capacidad para captación de aguas; provocó graves inundaciones en el Centro y Centro Sur de Quito.	Las insuficiencia de la captación de aguas del sistema de alcantarillado, la antigüedad de la tubería y la erosión lateral en las paredes del sistema, pueden acelerar o agravar escenarios de inundaciones y hundimientos.	El Plan Maestro de Alcantarillado, ha mejorado sustancialmente los colectores en parroquias suburbanas y prevé mejorar las capacidades en colectores y líneas críticas en sectores puntuales de Quito
	Línea de captación de agua Pita Cotopaxi construida de terrocemento no resistente a los sismos y de corta durabilidad	Ningún incidente revelado	Parte de esta línea presenta canales abiertos que atraviesan pendientes inclinadas. En épocas lluviosas podrían colmarse y producir problemas de deslizamientos	Es la línea más importante de abastecimiento para el agua potable de Quito en la parte Sur, Centro y Norte
	Línea de transmisión eléctrica Santa Rosa-Selva Alegre. Desestabilización de la línea, el material de la torre es muy pesado para pendientes abruptas.	En el 2002 se produjo la falla estructural de la línea de gran capacidad (230-138 KW), en sectores de pendientes fuertes algunas torres se cayeron. Gran parte del DMQ, se quedó sin servicio eléctrico.	El paso de la línea por sectores urbanos pueden producir fenómenos de intemperancia que se traducen en incendios.	Constituye una línea de transmisión muy importante para el abastecimiento de energía eléctrica en el DMQ.
<b>Sector Industrial, de investigación y salud</b>	Industrias químicas almacenan gran cantidad de productos peligrosos cercanos a áreas urbanas	En el año 2000 hubo una fuga de amoníaco en una fábrica de helados, que contaminó las quebradas vecinas y provocó la intoxicación de varias personas.	Posible producción de escenarios de contaminación tóxica, incendios y explosiones	Las actividades industriales se relacionan con el transporte, manejo, procesamiento y almacenamiento de químicos peligrosos.
	Establecimientos con productos radioactivos localizados en zonas de alta densidad urbana	Ninguno revelado	Posibles escenarios de contaminación tóxica y radioactiva	Buen manejo de desechos pero la disposición de residuos en cementerio radiocativo es limitada

Fuente: Fundación Natura: Vallejo Diego, IRD: DERcole, Estacio Jairo 2003. Muchos de estos datos fueron obtenidos del Proyecto de Sistema De Información y Riesgos en el DMQ, IRD y MDMQ.

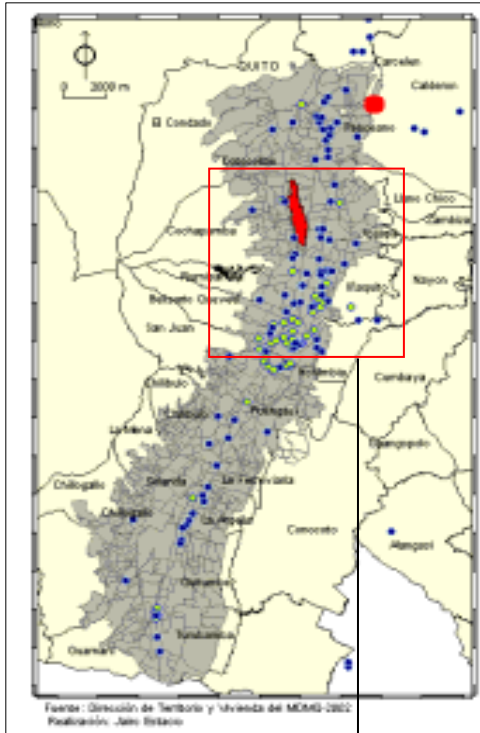
Según el cuadro precedente, los riesgos potenciales pueden ser evidentes para unos actores más que para otros. Por ejemplo, el problema del Relleno de Zambiza y la finalización de su vida útil, así como las consecuencias negativas sobre el medio ambiente urbano y natural (Figura 11, Mapa B), han puesto en evidencia la prioridad por parte de actores políticos e institucionales, en la búsqueda de nuevos lugares para rellenos sanitarios, manejados técnica y ambientalmente, a pesar de los conflictos con actores poblacionales, por el cambio que se produce en la Ordenanza de Uso del suelo (El Periódico Hoy, 2002). El mismo tipo de conflictos ha originado el tema de racionamientos de energía eléctrica (que últimamente se han mermado con el surgimiento de

nuevos proyectos) (*Figura 11*, Mapa A, B y C). En el sistema eléctrico, la existencia de numerosos elementos antiguos y la mala colocación de la torres de la red eléctrica en zonas de pendientes fuertes (*Figura 11*, Foto A) han producido por lo menos tres apagones anuales en barrios periféricos (EEQ, 2001).

Como lo indica el *Cuadro 5*, la concentración de varios peligros tecnológicos en un mismo espacio urbano, tiene una consecuencia en la densificación de peligros distribuidos a los largo de la ciudad (*Figura 11*, Mapa D), donde existen riesgos revelados y potenciales. Esta forma de ocupación de suelo, tiene entre otras causas, la indebida o carente estipulación de reglamentaciones de suelo que tomen en cuenta la localización de este tipo de instalaciones, así como procesos técnicos inadecuados en funcionamiento (es el caso cada vez menos recurrente de alcantarillas, o líneas de distribución eléctrica y de agua potable).

Figura 11: Los principales peligros tecnológicos del DMQ

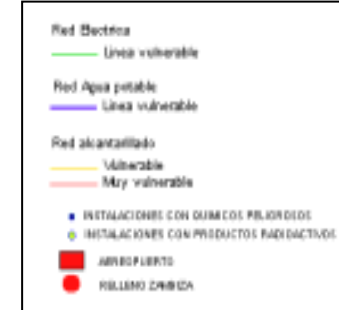
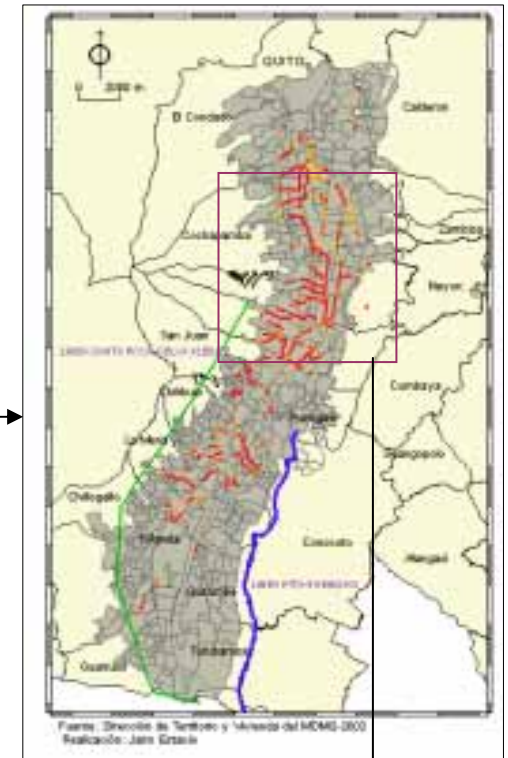
Mapa B: Obras civiles peligrosas, productos químicos y radioactivos en Quito



Mapa A: Principales elementos de riesgo potencial y revelado en el DMQ



Mapa C: Redes técnicas peligrosas en Quito



Mapa D: Síntesis de elementos tecnológicos de peligros en el Centro y Norte de Quito



Foto A: Torres del sistema eléctrico en sitios de pendientes  
Fuente: IRD 2003



Foto B: Laboratorios de Químicos en Industria de procesamiento. Fuente: IRD 2003

## El abastecimiento y transporte de combustibles en el DMQ: un tipo de riesgos tecnológicos

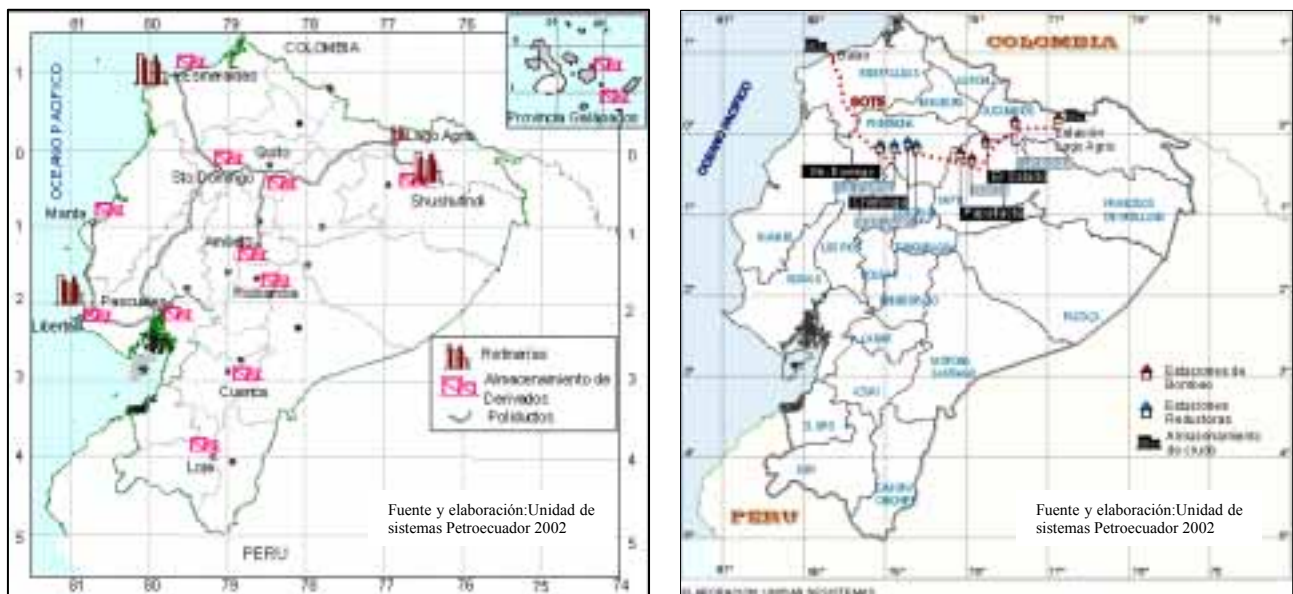
Dentro de la gama de riesgos de origen antrópico y tecnológico en el DMQ, están los asociados con combustibles (almacenamiento y transporte), que además son los que presentan más problemas potenciales y revelados evidentes; su tipo de gravedad se determina en riesgos menores y mayores y tienen una larga trascendencia en la capital por la presencia de instalaciones de almacenamiento y transporte de combustibles, lo cual se analizará más adelante

La gran actividad petrolera del Ecuador desarrollada desde los años 70, ha requerido la instalación de infraestructura acorde para su extracción, conducción, procesamiento y distribución; su actividad genera dos tipos de acciones:

Una vinculada con el *transporte* a través del sistema de oleoductos de crudos pesados desde el Oriente hasta puertos como el de Balao (*Figura 12*), para su posterior exportación. Esta actividad constituye la segunda divisa de ingreso económico del país. Hasta el año 2002 se producía alrededor de 440 mil barriles diarios (barril/día) de crudo, de los cuales cerca de 270 mil b/d, era producto de exportación, cuyo precio por barril (depende de las condiciones socioeconómicas globales) oscila entre 20 y 25 dólares (Petroecuador, 2002).

La segunda acción está vinculada con el *procesamiento y refinamiento* de crudo para la producción de combustibles, actividad que genera una fuerte dinámica poblacional que cubre todo el territorio nacional. Grandes refinerías como la de Esmeraldas o Shushufindi generan combustibles hacia similares terminales de almacenamiento localizadas estratégicamente en todo el país (Quito, Ambato, Santo Domingo, Libertad y Manta) (*Figura 12*).

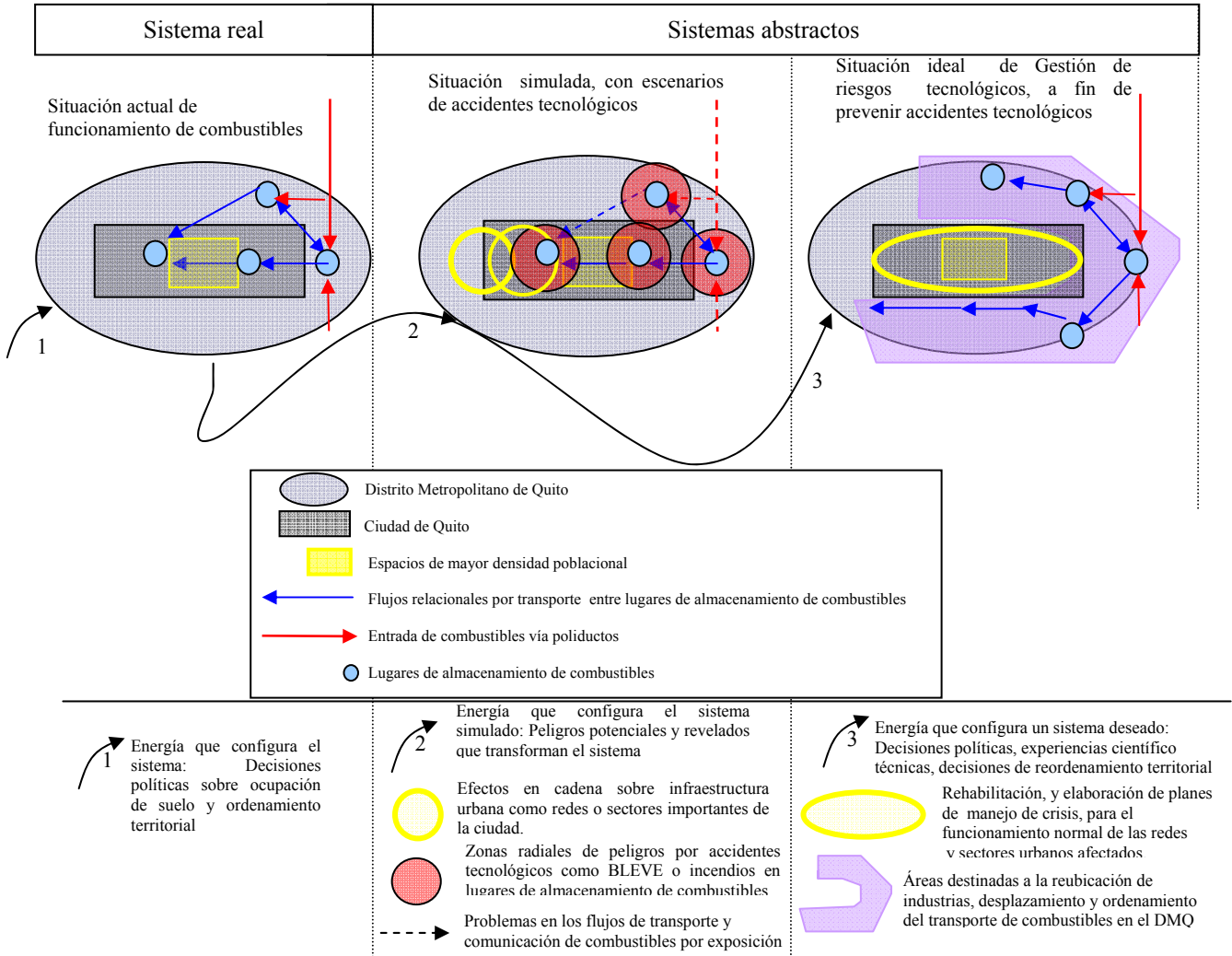
Figura 12: La localización de instalaciones de actividad petrolera y de combustibles en el Ecuador



## Funcionamiento de los sistemas relacionados con combustibles en el DMQ

La sistémica relacional del manejo de riesgos tecnológicos, parte de una situación real de funcionamiento a una situación abstracta, donde aparecen escenarios posibles y potenciales de accidentes tecnológicos que pueden “cambiar” su estructura inicial. Esta fuerza de cambio dentro del sistema se conoce como una “energía” (Walliser, 1977) o precisamente, en el dominio de riesgos tecnológicos, como un evento cindinógeno<sup>38</sup>. Una etapa siguiente a la situación de “accidentes” es la etapa de gestión y rehabilitación, donde se incorporan medidas (energías) a favor de mejorar la prevención de riesgos tecnológicos en la ciudad. Lo mencionado se explica en la *Figura 13*.

*Figura 13: Sistemas urbanos con respecto a los riesgos tecnológicos por combustibles en el DMQ*



Fuente: D'Ercole Robert, Estacio Jairo, IRD-MDMQ 2001  
Realización: Jairo Estacio

### Sistema real: Estructura y dinámica de abastecimiento de combustibles en el DMQ

El DMQ concentra físicamente numerosos elementos que son importantes para la alimentación de combustibles tanto a nivel local como regional; así tenemos las terminales de almacenamiento y plantas envasadoras (riesgo mayor) y numerosos elementos menores de

<sup>38</sup> La cindinología es la ciencia de los peligros, y se asocia a todos los peligros industriales que pueden provocar efectos y consecuencias que transforman y degradan los escenarios urbanos. Para André Dagorne y Eéné Dars en *Les Risques Naturels et Cindynique* (Colección :Que sais-je ?1999 Paris) en la página 15 manifiestan que la “cindynique” debe abocar a la prevención para mantener el orden de los sistemas iniciales



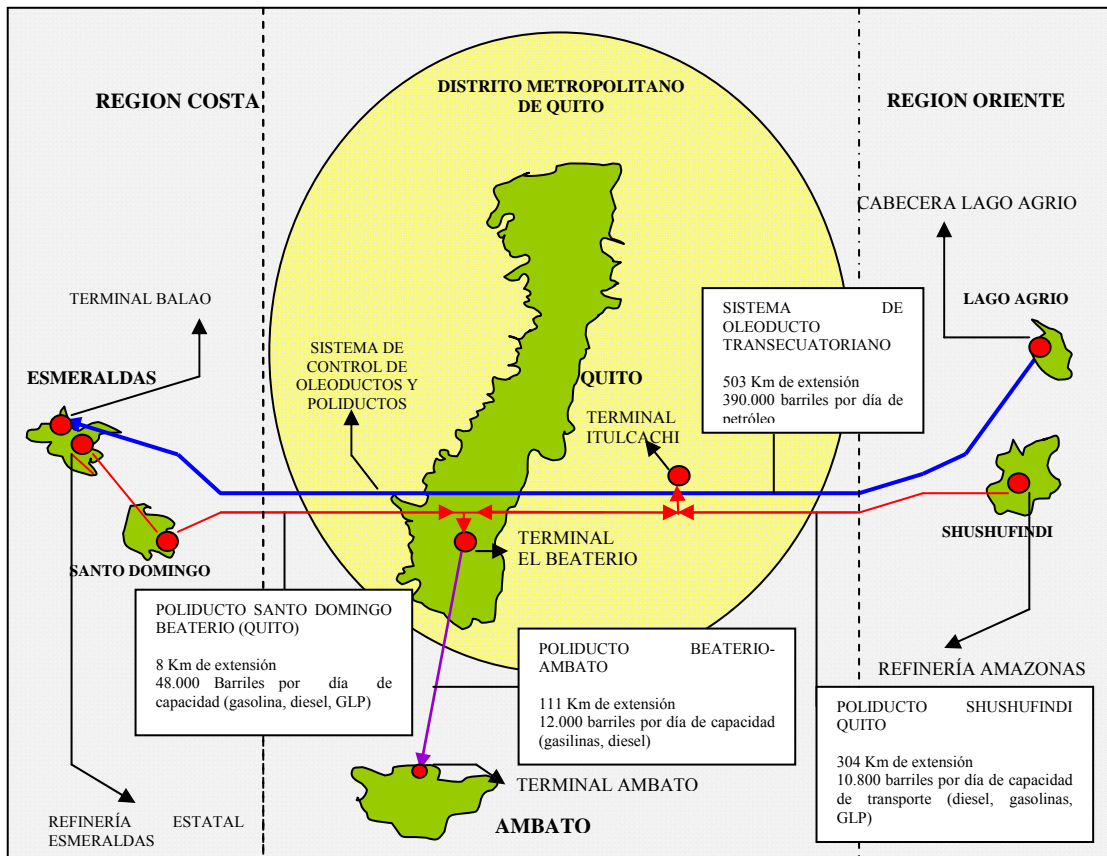
almacenamiento de combustibles (riesgo menor) que corresponden a lugares de venta de gas y estaciones de servicio. Además es un espacio por donde atraviesan el SOTE (Sistemas de Oleoductos Transecuatoriano), el OCP (Oleoducto de Crudos Pesados); sistemas de transporte de petróleo destinado a la exportación y el poliducto que corresponden a un importante sistema nacional de transportes de combustibles, para el consumo no solo del DMQ sino de otras ciudades al sur del País. (Cuadro 6 y Figura 14)

Cuadro 6: Los principales elementos de combustibles y características en cuanto a su funcionamiento

Elementos	Actividad	Almacenamiento	Riesgo
Oleoductos	Transporte de crudos pesados	300 mil barriles diarios promedio	Mayor
poliductos	Transporte de gasolina, diesel o GLP	Promedio 30 mil barriles diarios	Mayor
Terminales de almacenamiento	Almacenamiento de combustibles líquidos o licuefados	Beaterio: 80000 m3 combustibles líquidos, 800- 3500 m3 GLP Itulcachi: 15000 m3 de GLP, 5000 m3 combustible líquido	Mayor
Plantas envasadoras	Procesamiento comercial del gas GLP en cilindros.	Congas: 2000 m3 GLP AGIP Gas: 10000 m3 GLP	Mayor
Centros de acopio	Lugares que almacenan cilindros de gas para la venta al por mayor	Entre 1500-2500 tanques de gas GLP que equivalen entre 14 a 100 m3	Menor
Centros de expendio de gas	Almacenamiento de cilindros de gas para la venta al por menor	2,40 m3 hasta 26,6 m3 (50-300 tanques de gas)	Menor
Estaciones centralizadas de gas	Almacenamiento de grandes edificaciones para consumo interno	1,5 a 20,8 m3 dependiendo edificación y actividad	Menor
Gasolineras	Almacenamiento y venta de gasolina	60 a 100 m3 (gasolineras consideradas como grandes)	Menor
Otros (caso aeropuerto)	Almacenamiento de combustible para servicio aéreo	120 m3 gasolina	Menor
Camión cisterna	Transporte de combustibles líquidos y licuefados	10- 50 m3	Menor

Fuente: Esta información corresponde al documento de reubicación de las esferas de GLP del Beaterio emitido el 2 de junio de 1995 en el gobierno municipal de Jamil Mahuad. Los datos sobre otros almacenamientos de peligro mayor y menor provienen de D'Ercole Robert y Estacio Jairo (IRD-MDMQ) 2001. Elaboración: Jairo Estacio

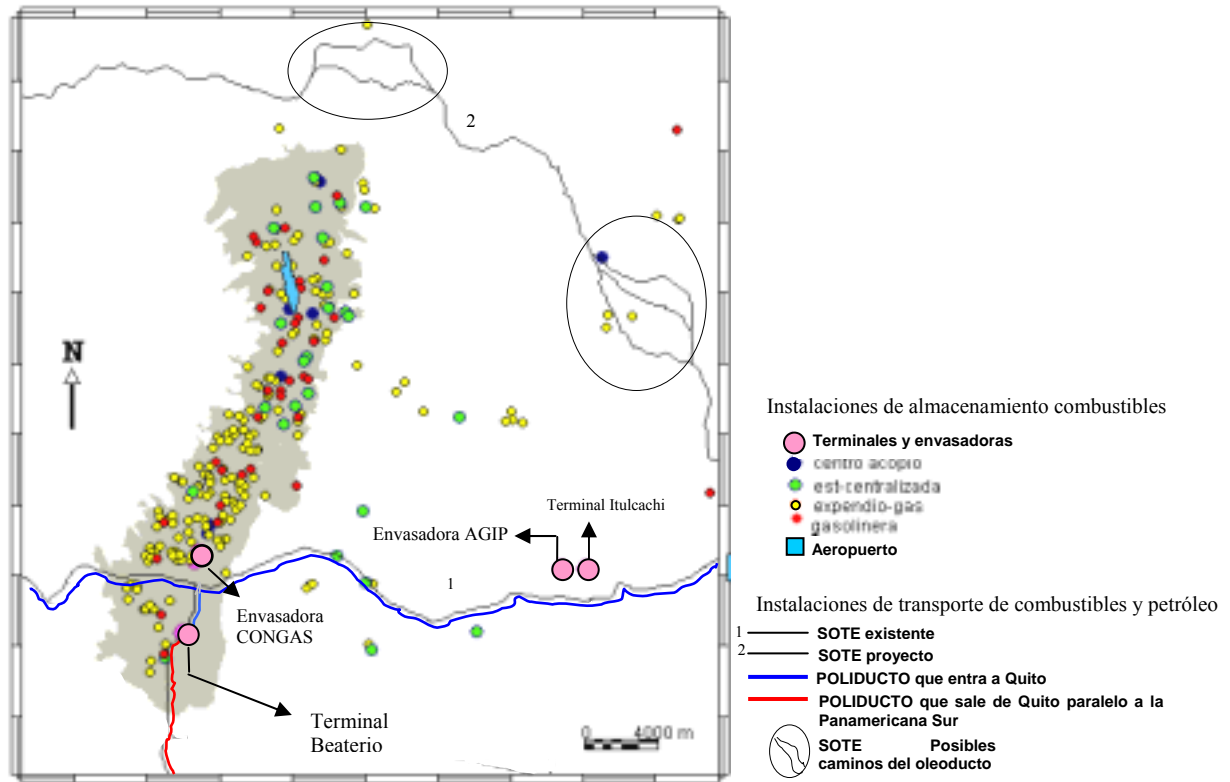
Figura 14: Las rutas de distribución de hidrocarburos por oleoductos y poliductos\*



Fuente: Petrocomercial, Terminal Beaterio, 2001\* No se ha considerado en este esquema la nueva construcción del oleoducto transecuatoriano por ser un proyecto recién implantado terminado en el 2003 y del cual no se dispone aún información. Elaboración: Jairo Estacio (2003)

La mayoría de elementos de riesgo menor se ubican en espacios urbanos consolidados al Sur, Centro y Norte de Quito. Las terminales y envasadoras se localizan en su mayoría al sur del DMQ y cercanas al SOTE, los poliductos y vías de primer orden constituyen arterias de comunicación al resto del país como la Panamericana Sur. Esta localización facilita el transporte pesado de combustibles provenientes de la refinería de Esmeraldas y del oriente ecuatoriano (Figura 15).

Figura 15: La localización de instalaciones de combustibles en el DMQ



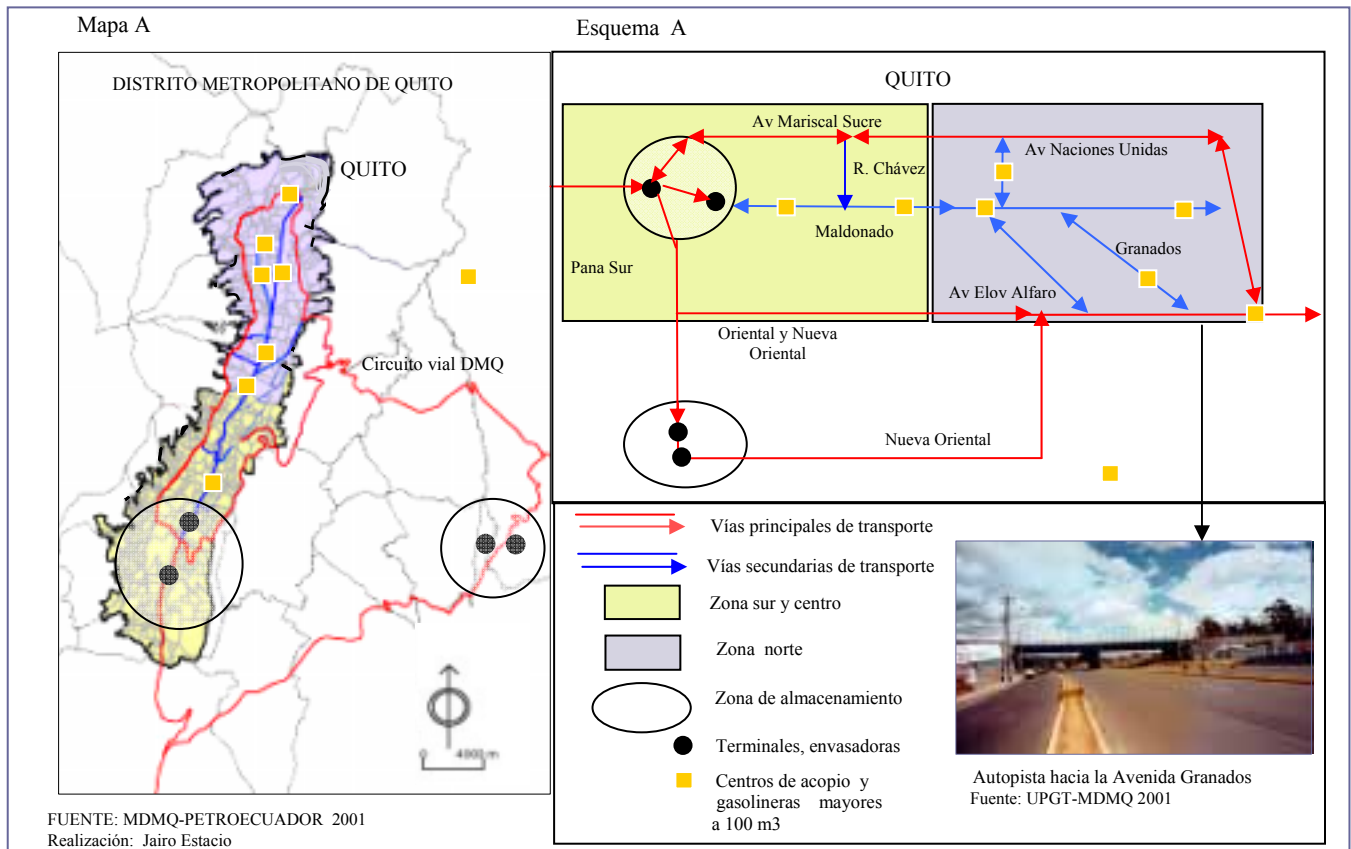
Fuente: D'Ercole, Estacio Jairo, IRD-MDMQ 2001  
Realización: Jairo Estacio (2003)

### Flujo de elementos relacionados con el transporte

Al interior del DMQ, el transporte de combustible líquido se realiza a través de camiones cisternas especializados, desde la terminal del Beaterio (lugar de mayor concentración) hacia diferentes lugares, como las grandes gasolineras del norte de la ciudad. En cuanto a distribución y venta de cilindros de gas, se realiza mediante camionetas que circulan por la ciudad, desde las envasadoras de gas (caso CONGAS, o AGIPgas) hacia sus lugares de venta, localizados en su mayoría al sur de Quito, principalmente por vías importantes y ejes transversales; esta dinámica es la más común y cotidiana (Figura 16, Mapa A).

El transporte de estos productos se realiza en horarios de baja densidad vehicular (horas muy temprano en la mañana especialmente). Las vías más utilizadas y preferenciales son: la Oriental-Panamericana Sur, Avenida Eloy Alfaro y 6 de Diciembre. En el Norte de la ciudad, las vías secundarias constituyen la Granados y Naciones Unidas, en el Sur, en cambio son: Maldonado, Rodrigo de Chávez y Av. Mariscal Sucre (Figura 16, Esquema A).

Figura 16: El funcionamiento del sistema de transportes de combustibles



### Jerarquía de las instalaciones de combustibles <sup>39</sup>.

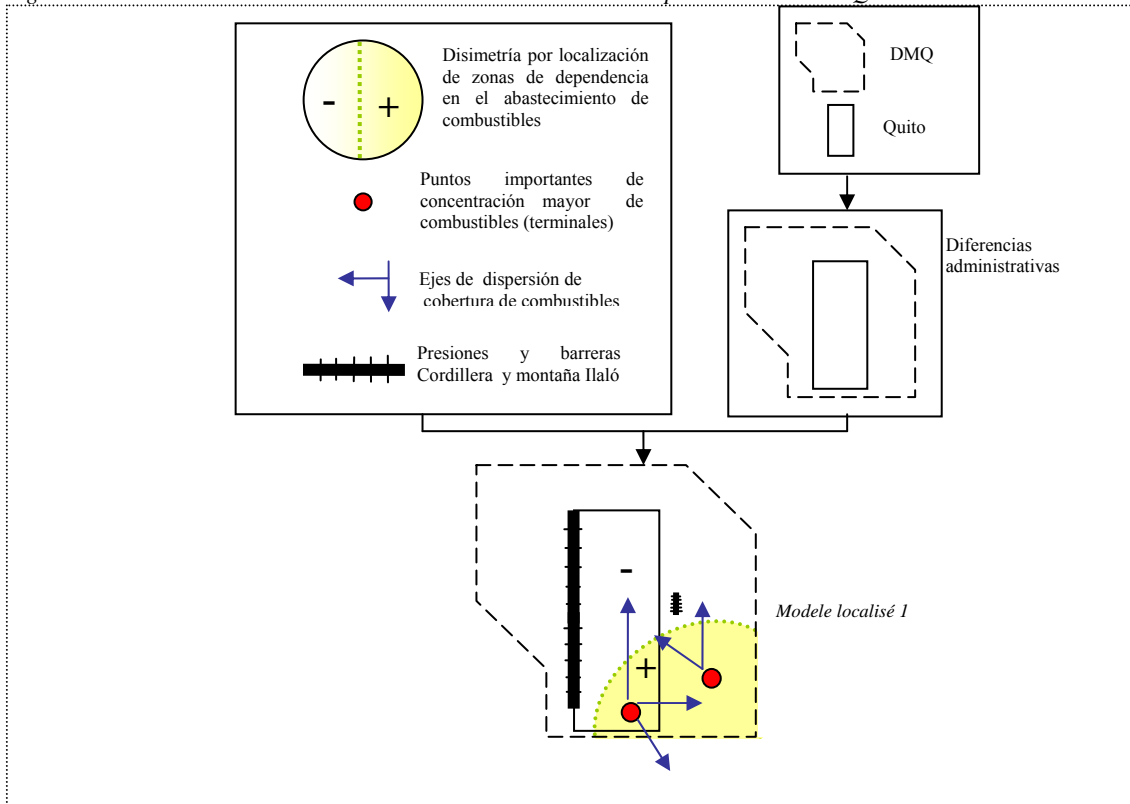
Para la jerarquización de las diferentes instalaciones de combustibles en el DMQ, se ha utilizado la *corématicae*<sup>40</sup>, que parte de la identificación de la *disimetría* relacionada a la localización y *dinámica* relacional de sus elementos. Para ello se consideró un *corema* general y otro más detallado, involucrando los tipos de elementos (plantas de almacenamiento de combustible, grandes reservorios de cilindros de gas y gasolineras).

Disimetría de localización.- La localización de las instalaciones de gran concentración de combustibles permite diferenciar los polos de mayor actividad y de flujos en espacios dentro y fuera del DMQ. La *Figura 17* a través del modelo *lcalisé 1 (corema)*, marca la disimetría de la concentración (casi puntual) de elementos de distribución en relación al resto del territorio.

<sup>39</sup> Esta jerarquía no toma en cuenta el sistema de oleoductos que pasan por el Distrito, debido a la falta de información y estudios.

<sup>40</sup> Según Brunet Roger dentro « Les mots de la géographie », la *corématica* es la gramática del corema. Es la ciencia (o arte) de tratamiento de los coremas y la interpretación de las estructuras espaciales para el reconocimiento y la composición de coremas. Un *corema* es una estructura elemental del espacio geográfico. Los *coremas* pueden ser representados por los modelos (...) y corresponden a las leyes de la organización espacial: mallas, triajes, disimetrías, gravitación, frentes y afrentamientos, interfaces y sinapsis son el origen de coremas. El *corotipo* es la composición de coremas recurrentes, expresando las estructuras mas o menos complejas dentro un espacio.

Figura 17: Las instalaciones de abastecimiento de combustibles importantes en el DMQ



Fuente : D'Ercole, Estacio IRD-MDMQ, 2003  
 SIIM -DMTV del MDMQ 2003  
 Elaboración : Jairo Estacio (2004)

### Dinámica relacional de elementos que intervienen en el abastecimiento de combustibles

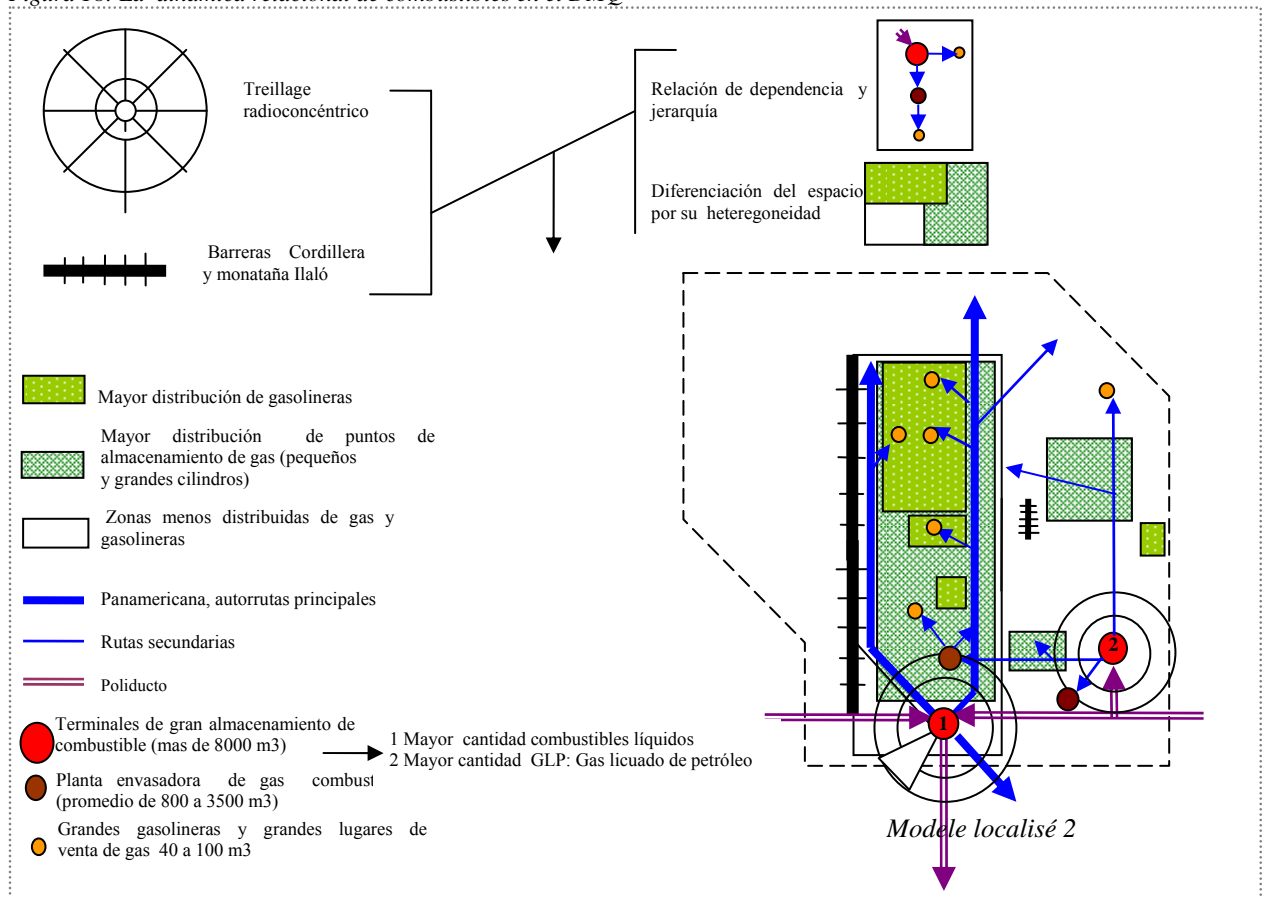
La jerarquía de los *elementos que intervienen en el abastecimiento de combustibles* (ELAC), tiene que ver con la cantidad de combustible (caso grandes terminales con pequeños y medianos lugares de venta de 40 a 100 m<sup>3</sup>) y el nivel de importancia de las vías utilizadas para su distribución (*Figura 18*)

La reflexión planteada sobre la disimetría en el *chorème* inicial, permite distinguir la fuerte dependencia del DMQ hacia las grandes terminales de almacenamiento y la distancia a recorrer para el abastecimiento. Esta dependencia marca una jerarquía relacional a través del transporte de rutas y poliductos. Por otra parte, la atracción de los puntos de envasamiento de gas hacia las terminales de combustibles es bien marcado por la cercanía entre estas, lo cual implica costos menores de transporte.

El uso de gas es una fuente de energía de uso corriente en el DMQ. Esta se establece a través de una dinámica importante que parte de la terminal 2 (Itulcachi)<sup>41</sup> hacia lugares de venta de gas localizados mayoritariamente al sur y este de la ciudad. Al contrario, la dinámica relacional de la terminal 1 (Beaterio) es mayor hacia el norte de la ciudad de Quito, debido en parte a la localización de grandes reservas en el sector del aeropuerto y a la utilización del combustible en actividades domésticas e industriales.

<sup>41</sup> La localización de esta terminal es reciente (año 2003) y a futuro vinculará otras dinámicas consolidadas en un sistema vial más homogéneo en el DMQ.

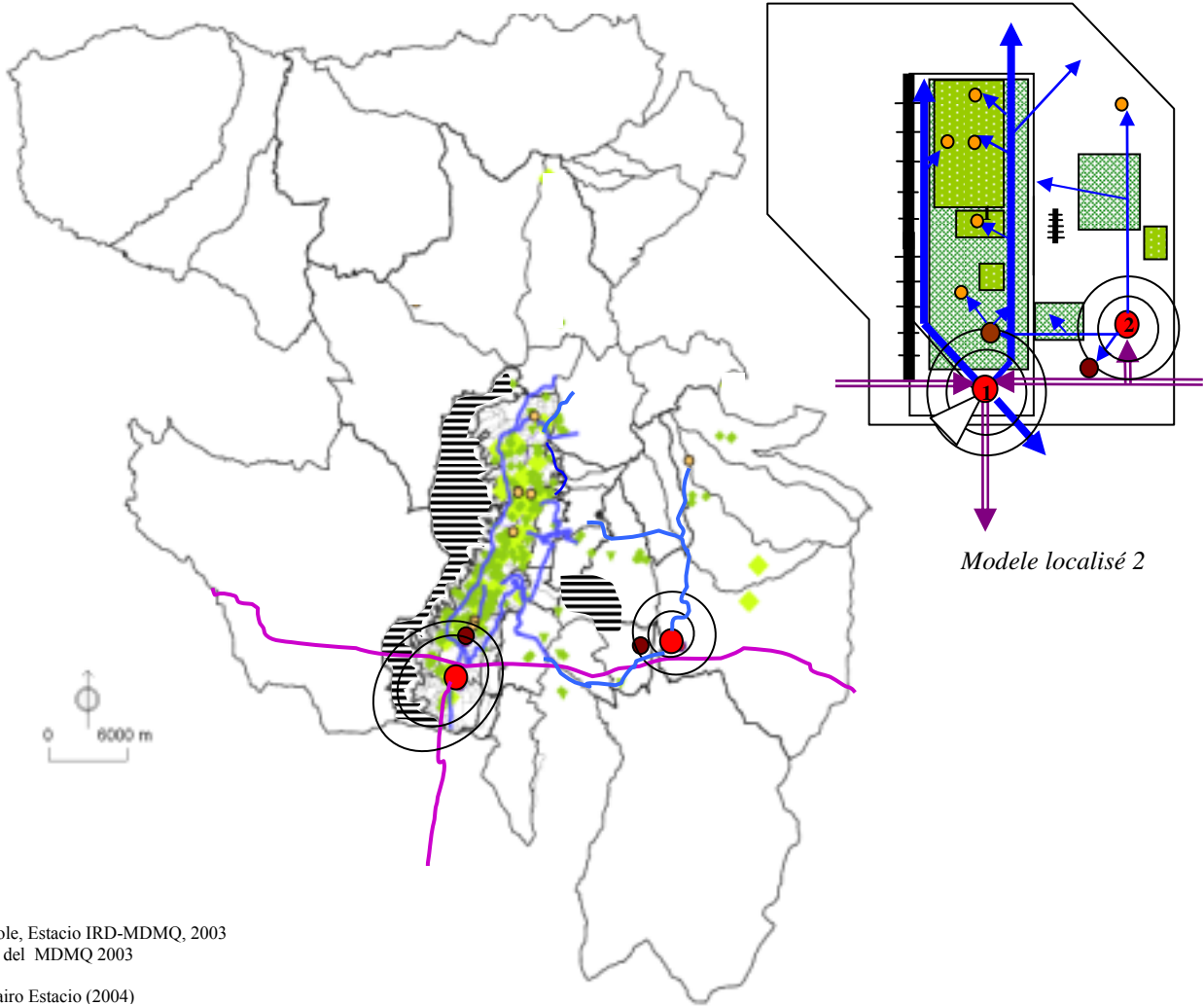
Figura 18: La dinámica relacional de combustibles en el DMQ



Fuente : Proyecto D'Ercole, Estacio IRD-MDMQ, 2003,  
SIIM -DMTV del MDMQ 2003  
Elaboración : Jairo Estacio (2004)

El Modelo *localizado 2* muestra de manera general la modelización gráfica de la jerarquización de los elementos que intervienen en el abastecimiento de combustibles dentro del territorio del DMQ. Si se incorpora este modelo a la cartografía del DMQ se podrá realizar una comparación entre dos niveles de información y observar las distorsiones espaciales (*Figura 19*).

Figura 19: Comparación cartográfica con el modelo de localización y dinámica de combustibles en el DMQ



Fuente: D'Ercole, Estacio IRD-MDMQ, 2003  
SIIM –DMTV del MDMQ 2003

Realización: Jairo Estacio (2004)

Corema	Mapa	Descripción	Observación
		Mayor distribución de gasolineras	
		Mayor distribución de puntos de almacenamiento de gas	En el mapa lugares mayores de venta de cilindros de gas y de localización de "salchicheras"
		Zonas menos distribuidas de gas y gasolineras	
		Panamericana, autorrutas principales	
		Rutas secundarias	
		Poliducto	
		contraintes	
		Terminal de gran almacenamiento de combustible (mas de 8000 m3)	1 Solo combustibles líquidos 2 Solo GLP: Gas licuado de petróleo
		Planta envasadora de gas combustible (promedio de 800 a 3500 m3)	
		Grandes gasolineras y grandes lugares de venta de gas 40 a 100 m3	

## Sistema simulado: Riesgos potenciales de instalaciones importantes de combustibles

### Accidentes importantes relacionados con combustibles

En los últimos tres años los medios de comunicación, han informado sobre accidentes de mayor riesgo revelado, relacionados en su mayoría con el transporte de combustibles y crudos pesados (es decir en oleductos, poliductos y accidentes de la ruta). Respecto al poliducto, éste presenta actualmente varios problemas:

- a.) Constituye un tubo viejo construido con una tecnología “buena en su época”, pero que no ha sido fortalecido en la actualidad (se incluye en esta misma tecnología del SOTE).
- b.) No dispone de una fibra óptica (necesaria para este tipo de estructuras), similar al del sistema OCP, con el cual es posible tener un control sobre las caídas de presión, rupturas o fugas (por más pequeñas que estas sean).
- c.) Su estructura no es sólida en varios tramos, lo que produce fugas constantes del fluido.
- d.) No hay vigilancia ni control que evite eventos sociales (robos y atentados vandálicos), que en la actualidad son constantes.

Evidentemente estos hechos ocasionan la disminución de la cantidad que debe ir a las terminales Beaterio e Itulcachi y por ende un problema en la economía del DMQ y del país; pero más que nada representan un alto riesgo para quienes realizan el robo, para la población circundante (cuando pasa cerca de zonas habitadas) y para el medio ambiente (ver más adelante el caso de accidente Chillogallo).

La falta de vigilancia, anula la detección temprana de fugas en zonas de escenarios de amenazas de origen natural (sismos y fenómenos morfodinámicos), caso similar ocurre con el SOTE (*Anexo 6*); esta deficiencia combinada con actores externos de origen social, ha provocado varios accidentes, entre ellos tenemos:

Incendio del poliducto en el barrio Santa Rosa de Chillogallo.- En diciembre del 2002, las líneas del poliducto cercanas a la Quebrada Santa Rosa de Chillogallo, fueron atentadas por un grupo de personas que intentaron robar GLP, la ruptura inducida derramo una cantidad de combustible que no se controló a tiempo, formándose un charco o atmósfera explosiva, que terminó con un incendio y explosión que afectó de manera significativa al sector aledaño: 1 muerto, 30 heridos de gravedad (por quemaduras y asfixia), 15 casas destruidas y el consecuente daño ambiental.

Derrame de crudo en Papallacta.- En abril del 2003, el paso de tractores sobre tierra suelta en un sector donde el SOTE se encuentra enterrado a sólo 1.10m profundidad, provocó una rotura del tubo; deslizamientos de terreno por la presencia de fuertes precipitaciones, agudizó el escenario del accidente que generó un derrame de crudo, que avanzó hacia la reserva Cayambe Coca y luego por los Ríos Sucos y Tambo hasta la Laguna de Papallacta<sup>42</sup> cubriendo cerca del 50% de su superficie. Casi diez horas más tarde se intentó succionar el crudo derramado, pero el mecanismo fue insuficiente (apenas dos equipos de succión) (*Figura 20*, Foto A y Foto B).

Sectores aledaños y la laguna especialmente, quedaron afectados con altos niveles de contaminación, por la cantidad de elementos hidrocarburíferos tóxicos y metales pesados como el vanadio, que puede mantenerse en el ambiente durante periodos de hasta 10 años. Según Víctor Granadillo, de la Universidad del Estado de Zulia en Venezuela, el vanadio es capaz de ocasionar cambios genéticos en plantas, animales y humanos.

---

<sup>42</sup> La Laguna de Papallacta constituye un elemento importante en la estructura del sistema de Agua Potable, pues de esta se abastece la sexta parte de la población de Quito.

El sistema OCP, rodea la Laguna de Papallacta y luego continúa una ruta paralela al SOTE; este nuevo oleoducto no está construido con la tecnología y medidas necesarias para impedir accidentes en el caso un derrame (Acción Ecológica, 2002)

Figura 20: Los lugares preferenciales de accidentes suscitados por combustibles en el DMQ

Mapa A

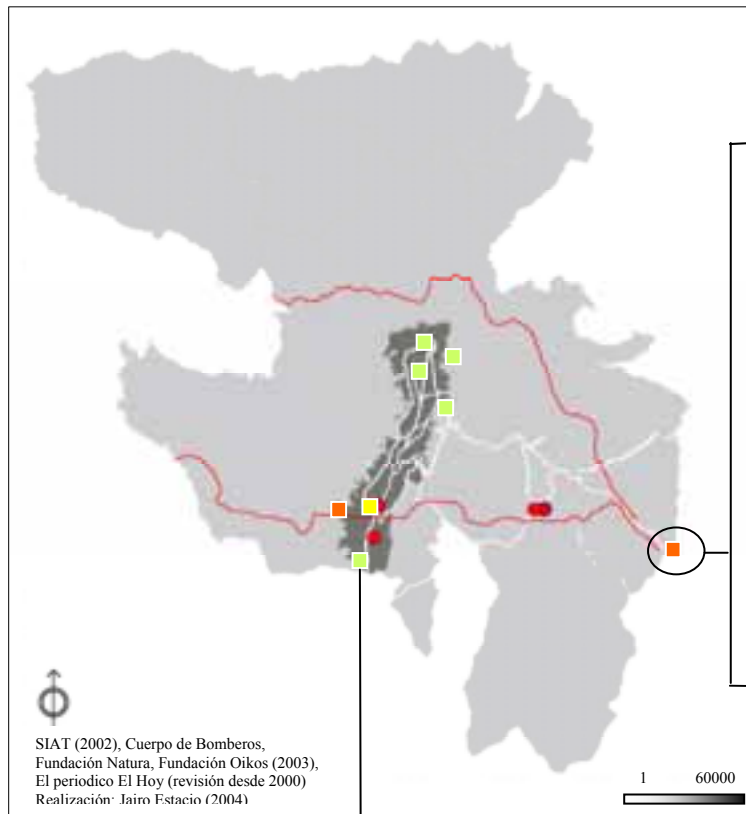


Foto A: Rotura del oleoducto del 2003, contaminación del páramo de la reserva Cayambe Coca  
Fuente: Jairo Estacio

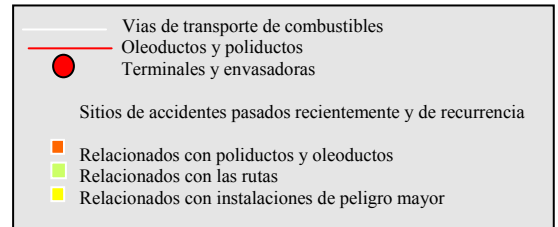


Foto B: Contaminación aguas debajo de la vertiente de la laguna de Papallacta de abastecimiento de agua para Quito  
Fuente: Jairo Estacio



Foto C: Tanqueros de la Terminal Beaterio

Fuente: Paulina Guerrero-MDMQ



### Accidentes de combustibles en las vías del DMQ

Estos accidentes, limitados en sus registros, son los más comunes o recurrentes y son ocasionados por la irresponsabilidad de los conductores, en lo que tiene que ver al incumplimiento de la ley de tránsito y por desconocimiento del riesgo inminente que implica el traslado de material peligroso (Figura 20, Mapa A y Foto C). Los casos de mayor importancia registrados se describen en el Cuadro 7.



Cuadro 7: Accidentes en el DMQ ocasionados por transporte de combustible por vía

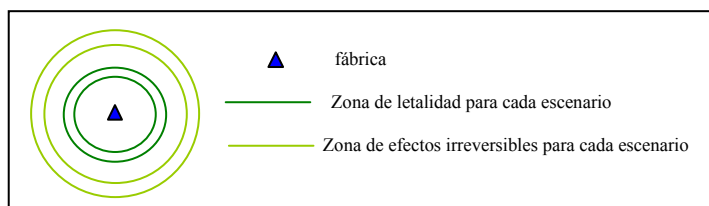
FECHA	LUGAR	TIPO DE VEHICULO	CAUSA	EFECTO
13 mayo 2000	Panamericana Sur	Trailer	Por rebasar, un tanquero cruza al carril contrario.	Derrame de combustible líquido
12 marzo 2000	Santa Rosa	Trailer CONGAS	Cruce al carril contrario de circulación	Choque lateral angular del tanque de gas GLP
11 marzo 2000	Av. Simón Bolívar	Trailer DURAGAS	Se pierde el control físico del vehículo al sobrepasar la velocidad crítica de la curva	Volcamiento del tanquero de gas GLP
30 marzo 2001	Panamericana Norte. (al noroeste del río Pisque)	Tanquero	Se pierde el control físico del vehículo por una falla mecánica previsible en los frenos (cristalización)	Volcamiento de tanquero
18 agosto 2001	Av Córdova Galarza y calle Bolívar (Sector Pomasquí)	Tanquero	Se pierde el control físico del vehículo por una falla mecánica en los frenos	Volcamiento, atropello, arrollamiento y estrellamiento
26 mayo 2001	10 de Agosto y calle Los Eucaliptos	Tanquero	Desatención de las señales y condiciones de tránsito	

Fuente: SIAT (Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito de la Policía Nacional)-Fundación Natura 2000-2001 aprés D'Ercole, Estacio IRD-MDMQ, 2003  
Elaboración Jairo Estacio (2002).

### Las zonas de peligrosidad de lugares de almacenamiento de combustibles en el DMQ

La representación cartográfica de las zonas de peligro de las instalaciones de combustibles en el DMQ parte una visión *determinista*<sup>43</sup> (Figura 21). En este caso se han tomado en cuenta los escenarios de BLEVE (explosión de gas inflamable licuefado en ebullición) para combustibles GLP y BOIL OVER (bola de fuego de grandes dimensiones y proyección de productos inflamables) para combustibles líquidos<sup>44</sup>. El método determinista, ya considerado en Francia a partir de la experiencia con Toulouse (Anexo 7), ha sido considerado dentro del programa “Sistemas de Información y Riesgos en el DMQ” y parte del criterio general de las cantidades y tipos de combustibles (líquidos y estado licuefados) almacenadas en las distintas instalaciones<sup>45</sup> (Cuadro 8).

Figura 21 : Zonas de efecto bajo estudio de peligros



Fuente: Zimmerman E. (1994), en Hiegel (2002)  
Realización: Jairo Estacio

Las distancias deterministas son la base para la elaboración de la cartografía de zonas de peligros de instalaciones de combustibles en el DMQ (Figura 22, mapas A y B).

<sup>43</sup> La forma *determinista* considera zonas o radios de “peligros” alrededor de establecimientos de riesgo establecidos por sus efectos máximos en una industria, sin considerar agentes externos (como factores meteorológicos) (Zimmermann,1994).

<sup>44</sup> Existen referencias en cuanto a la consideración de zonas establecidas por la DRIRE e INERIS: una es el radio de riesgo mayor Z1 caracterizada por efectos letales (la muerte de 1% de los presentes), y otro es el radio de riesgo menor Z2 donde los efectos sobre el 10% de las víctimas son considerados como irreversibles.

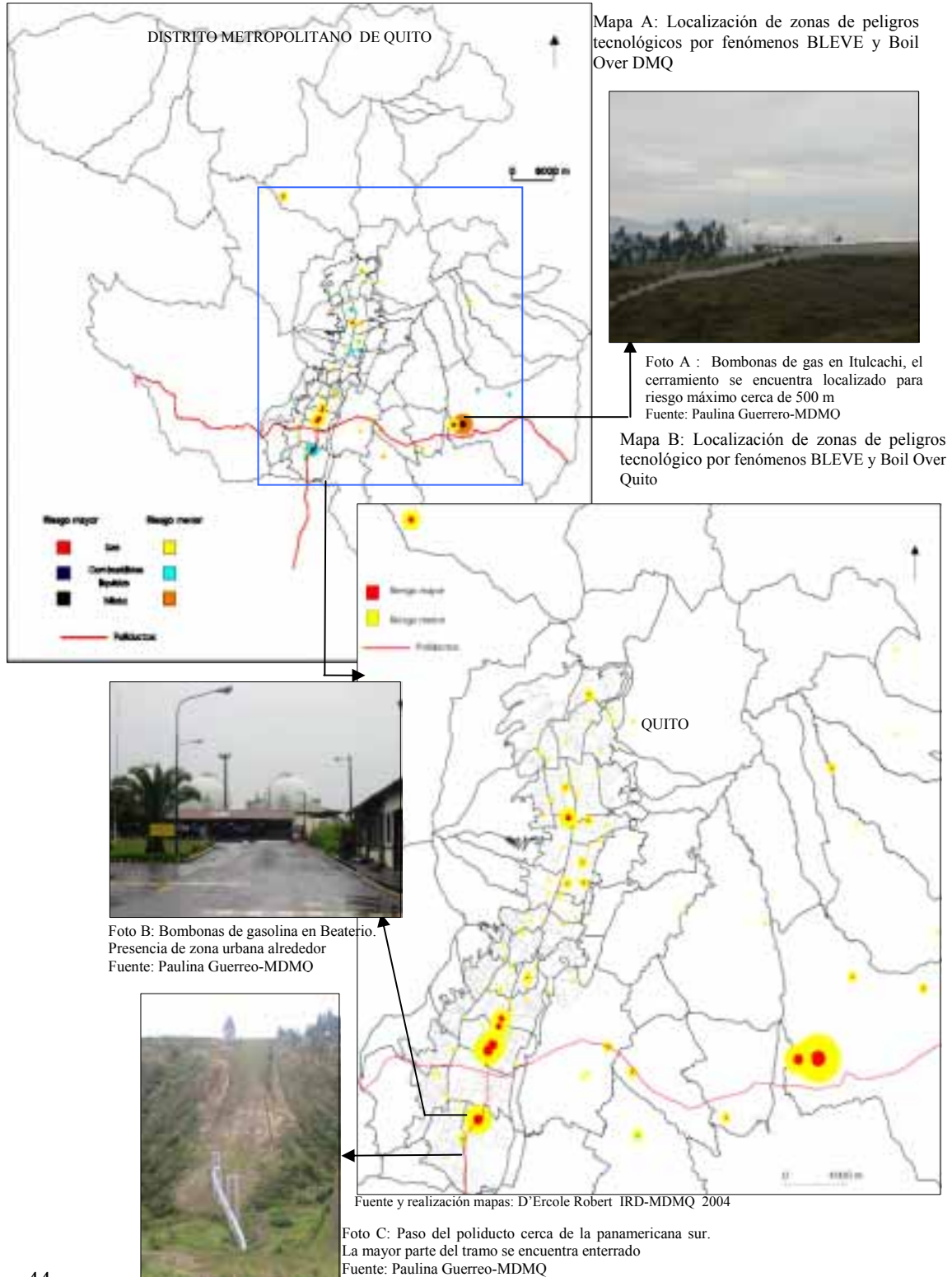
<sup>45</sup> Estas distancias se realizaron bajo la supervisión de técnicos especializados de la institución PETROECUADOR y de (organismo estatal ecuatoriano que controla la producción, transporte y procesamiento de petróleo), Fundación Natura (organismo de protección ambiental).

Cuadro 8: Zonificación de zonas de peligro

	Radio de riesgo mayor (en m)	Radio de riesgo menor (en m)	GAS	Combustibles líquidos
Nivel 1	500	1500	15000 m3 (Itulcachi)	No representado
Nivel 2	400	1200	No representado	No representado
Nivel 3	300	900	800-3500 m3	80000 m3 (Beaterio)
Nivel 4	200	600	50-100 m3	5000 m3 (Itulcachi)
Nivel 5	100	300	15-50 m3	50-120 m3
Nivel 6	50	150	5-10 m3	20-50 m3

Fuente: IRD-PETROCOMERCIAL, 2004  
 Elaboración: Robert D'Ercole

Figura 22: Las zonas de peligro potenciales de las instalaciones de combustibles en el DMQ



En la *figura 22* el Mapa A diferencia el tipo de instalación de almacenamiento (gasolina, GLP o mixto) y el Mapa B muestra las instalaciones peligrosas en general con sus zonas de peligro a una menor escala (ciudad de Quito). En ambos mapas se puede observar que la mayor parte de las instalaciones peligrosas se encuentran concentradas al sur de la ciudad de Quito y del DMQ.

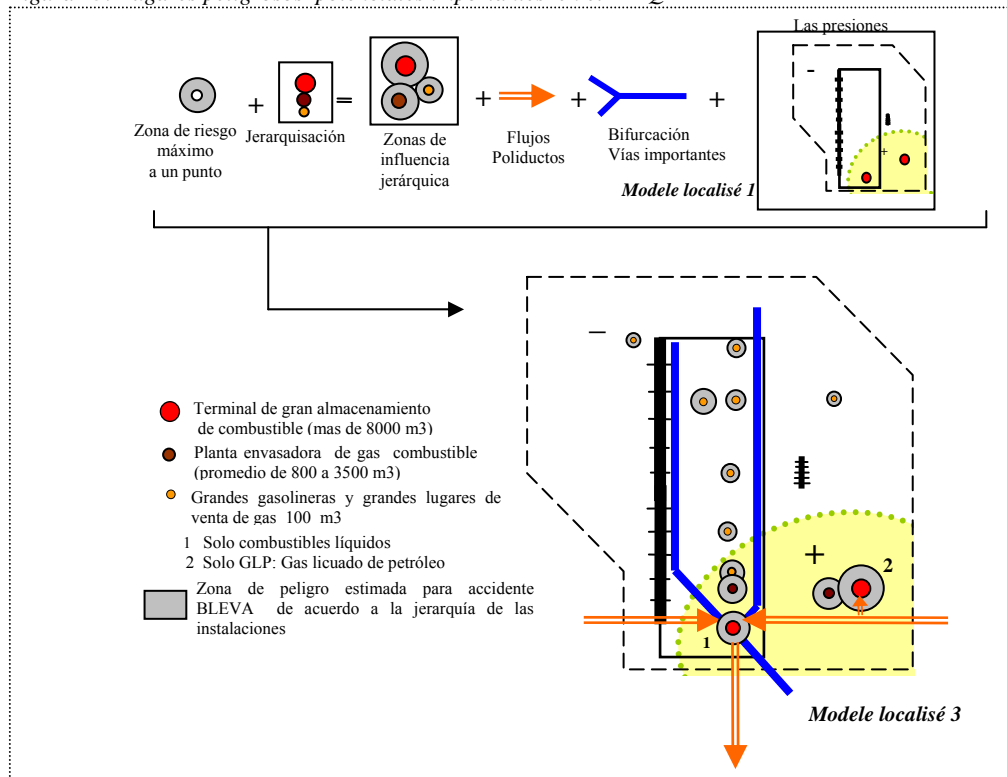
### Relación de instalaciones peligrosas en función de la estructura urbana del DMQ

Para determinar la relación entre las instalaciones peligrosas, con la estructura misma del DMQ, se ha considerado la coremática bajo una comparación entre dos tipos de elementos:

- uno resultado de las zonas de lugares peligrosos (ya analizada) y
- otro, la funcionalidad y organización del espacio urbano, sus dinámicas territoriales y diferencias de uso del suelo.

En el primer caso, se ha considerado las zonas de los ELAC de instalaciones grandes de almacenamiento de combustibles con más de 100 m<sup>3</sup>, (terminales y envasadoras de gas, gasolineras y centros de acopios), tomando en cuenta además los mapas de la *Figura 22* y el *Modele localisé 1* de la *Figura 17*; el resultado de esta unión se representa en el *Modele localisé 3* de la *Figura 23*; en el cual se puede observar una disimetría de peligrosidad, es decir mayor concentración de peligro y escenarios de accidentes en el sur oriente del DMQ.

*Figura 23: Lugares peligrosos potenciales importantes en el DMQ*



Fuente: MDMQ-IRD Programa "Sistemas de Información y riesgos en el DMQ" 2004  
 Realización: Jairo Estacio

En el segundo caso, haciendo un análisis general, el DMQ, dentro de sus espacios de consolidación urbana, presenta actividades propias de una metrópoli-capital (funciones administrativas, comerciales e industriales, por ejemplo) y, en sus espacios rurales, actividades agropecuarias de gran escala que generan divisas e ingresos productivos no solo a la ciudad sino al país (producción de flores por ejemplo). A esto se suma el interés político de desarrollar estos espacios con proyectos futuros (por ejemplo, nuevo aeropuerto, nuevas sistema de vías

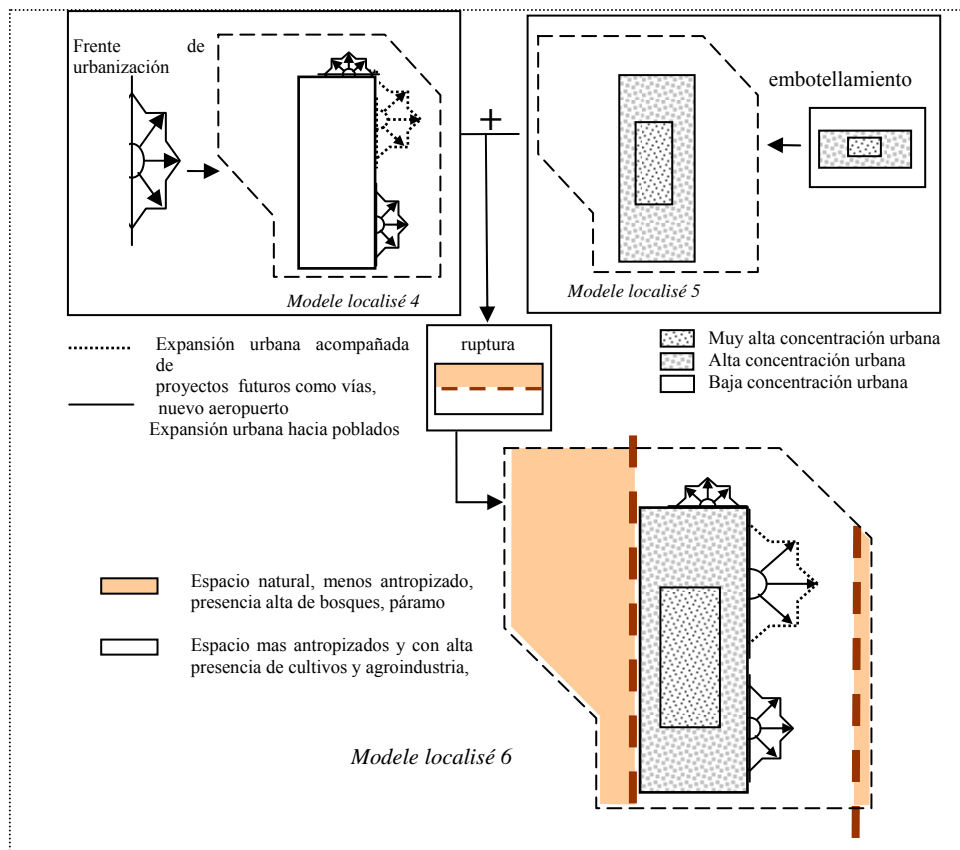
orientales) que permitirán un descongestionamiento y dinamismo de áreas de gran consolidación urbana con territorios distritales poco incorporados y en vías de consolidación.

En este sentido, se observa un *frente de urbanización* establecido por políticas de planificación<sup>46</sup>. Sin embargo, existen centros poblados y proyectos futuros importantes que se consolidan como cabeceras importantes de gran parte del área distrital (caso Cumbayá, Tumbaco) (*Figura 24, Modele localisé 4*).

Por otra parte, existe un *embotellamiento* por espacios de concentración urbana, entendiendo que el espacio más urbano obedece a una relación de crecimiento centro-periferia, la misma que disminuye a medida que continua por el territorio distrital (*Figura 24, Modele localisé 5*).

A esto se suma una aparente *ruptura*, que se da en cuanto a la vocación de uso del suelo del DMQ. Por un lado, existen espacios aparentemente “más naturales que otros” o “menos intervenidos por acciones antrópicas que otros”. Es decir, existen espacios con vocación de suelo vacante y otros con vocación a actividades agroindustriales, proyectos futuros y usos residenciales (*Figura 24, modele localisé 6*).

Figura 24: Las estructuras urbano-espaciales importantes en el DMQ

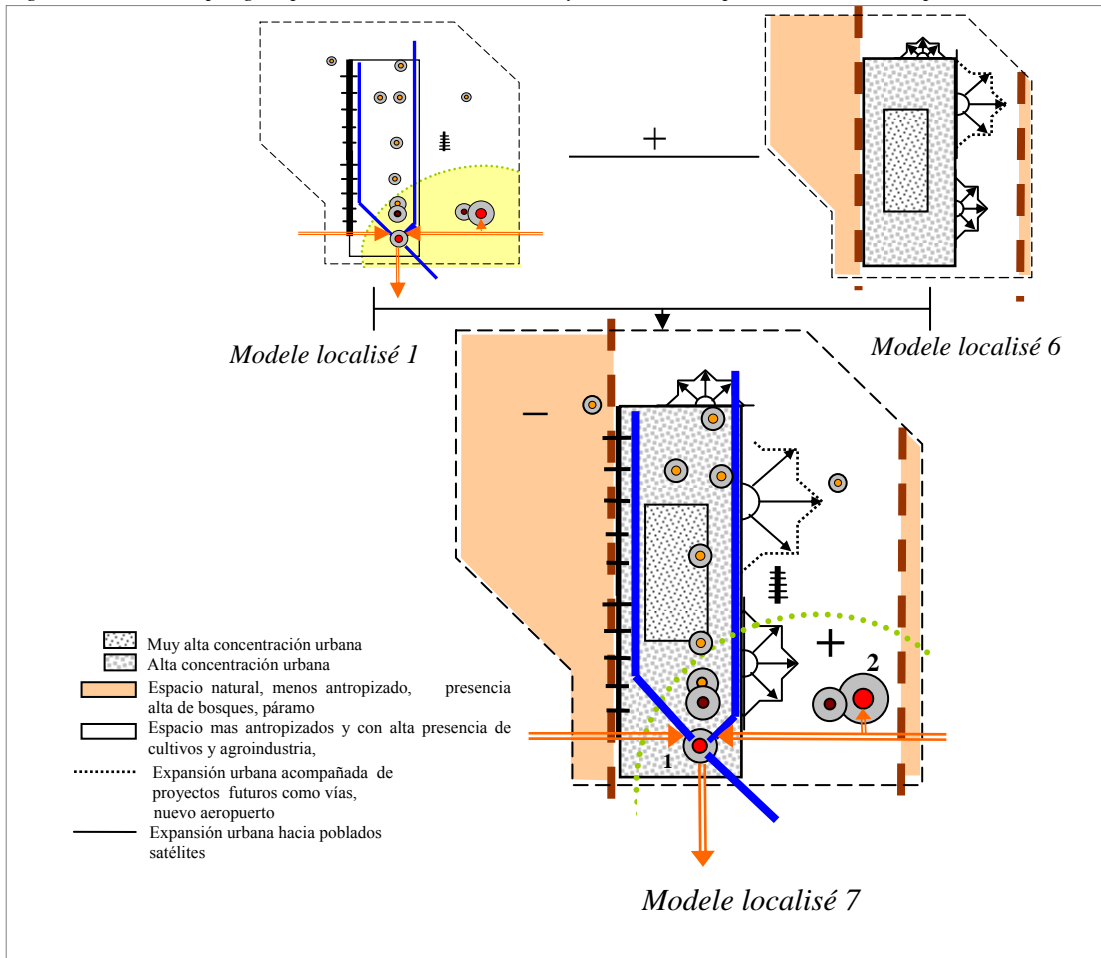


Fuente: MDMQ-IRD Programa “Sistemas de Información y riesgos en el DMQ” 2004  
Realización: Jairo Estacio 2004

Una vez obtenidos los elementos de partida para establecer la relación de las instalaciones peligrosas en función de la estructura urbana, el siguiente paso es el análisis, reflejado en la fusión de estos elementos (*Modele localisé 3* y *Modele localisé 6*) cuyo resultado es el *modele localisé 7* de la *Figura 25*.

<sup>46</sup> El crecimiento urbano de estas áreas rurales, ha sido planificadas en periodos de tiempo de corto, mediano y largo plazo, comprendidos en 5, 10 y a 20 años, respectivamente (etapas de incorporación del suelo urbano).

Figura 25: Relación peligros potenciales de combustibles y estructuras espaciales urbanas importantes del DMQ



Fuente: MDMQ-IRD Programa “Sistemas de Información y riesgos en el DMQ” (2004)  
 Realización: Jairo Estacio 2004

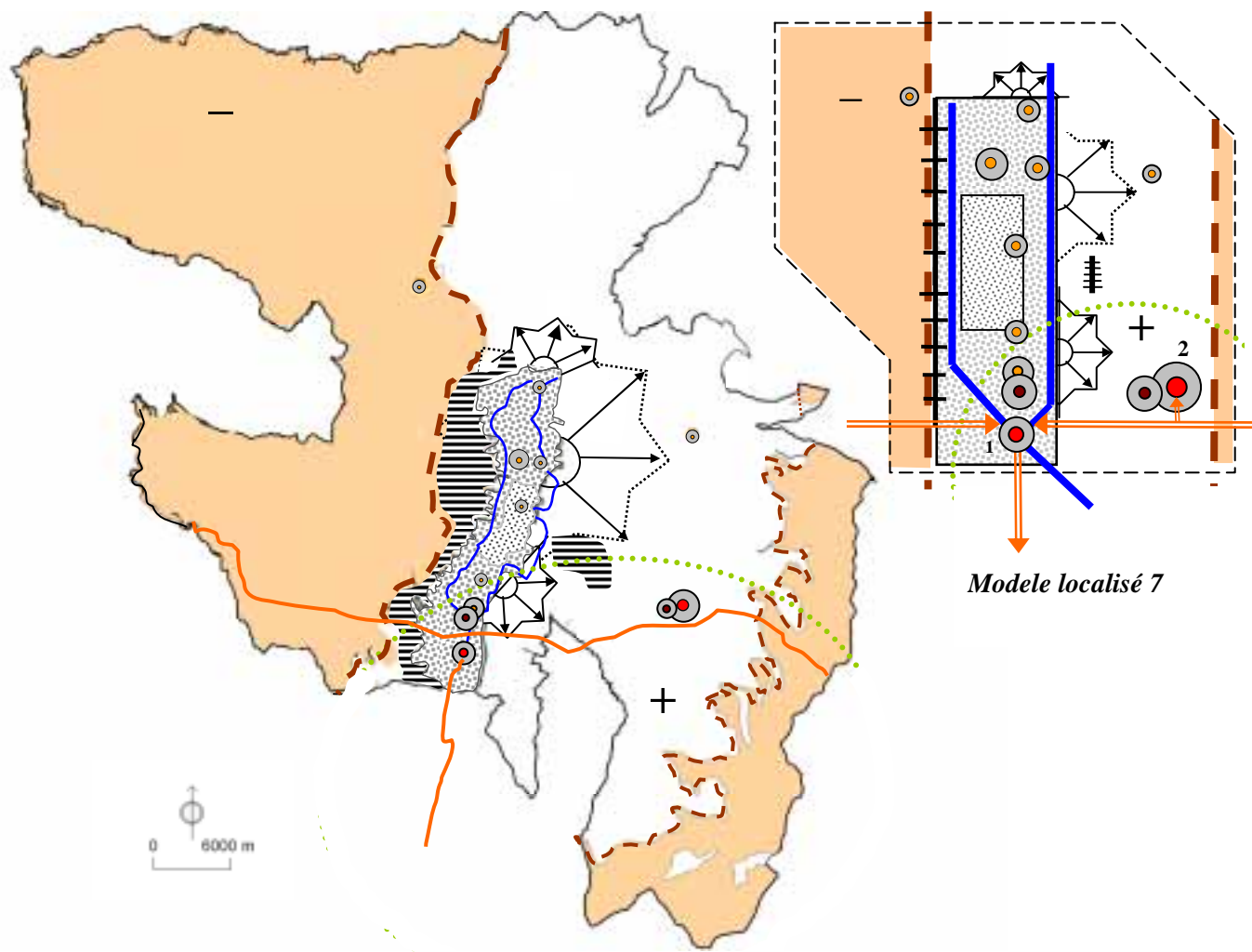
El *Modele localisé 7*, permite diferenciar tres tipos de espacios claramente identificables:

1. Zonas de peligro de terminales y plantas localizadas dentro de áreas urbanas consolidadas en el sur de la ciudad de Quito.
2. Un espacio menos consolidado, pero donde existen *frentes de expansión urbana* y posiblemente actividades industriales, agropecuarias que en un futuro pueden constituir nuevos espacios de vulnerabilidad.
3. Zonas de peligro puntuales de pequeños lugares de almacenamiento de gas y gasolineras, principalmente, en zonas densamente pobladas de Quito.

Cabe señalar, que el peligro asociado a las vías y poliductos puede verse afectado por el radio de acción de determinados ELAC como es el caso de las terminales y envasadoras de gas.

Para establecer las zonas efectivas de afectación por zonas de peligro, a un nivel geográfico espacial, se ha introducido los elementos considerados en el *Modele localisé 7*, en una cartografía que represente la estructura real del territorio (*Figura 26*), en la cual se observa que la mayoría de las instalaciones peligrosas se encuentran concentradas al sur del DMQ y de la ciudad de Quito.

Figura 26: Comparación cartográfica con modelo de peligros tecnológicos en relación a la estructura urbano-espacial del DMQ



Fuente: MDMQ-IRD Programa "Sistemas de Información y riesgos en el DMQ" 2004  
 Elaborado: Jairo Estacio 2004

Modelo	Carta	Descripción	Observaciones
		Grandes centros de almacenamiento de combustibles (plus de 8000 m3)	1 Solamente combustibles líquidos 2 Solamente GPL: Gas licuado de petróleo
		Centro de embotellamiento gas combustible (entre 800 et 3500 m3)	
		Grandes estaciones de servicio y puntos de venta de gas (100 m3)	
		Zona de peligro en caso de accidente BLEVA de acuerdo a jerarquía de instalaciones	Se definió un radio de base de 800 m para el almacenamiento de un volumen de 700 m3 de GPL o de gasolina
		Muy fuerte concentración urbana	
		Fuerte concentración urbana	
		Débil concentración urbana, pero presencia importante de espacios antrópicos con actividades agrícolas	
		Espacio natural menos antrópico, presencia de bosques, páramos	
		Vías principales de la ciudad de Quito	
		Expansión urbana acompañada de proyectos de desarrollo como de nuevas rutas y un nuevo aeropuerto	
		Expansión urbana hacia los territorios satélites	
		Poliducto	
		Presiones del relieve montañoso	

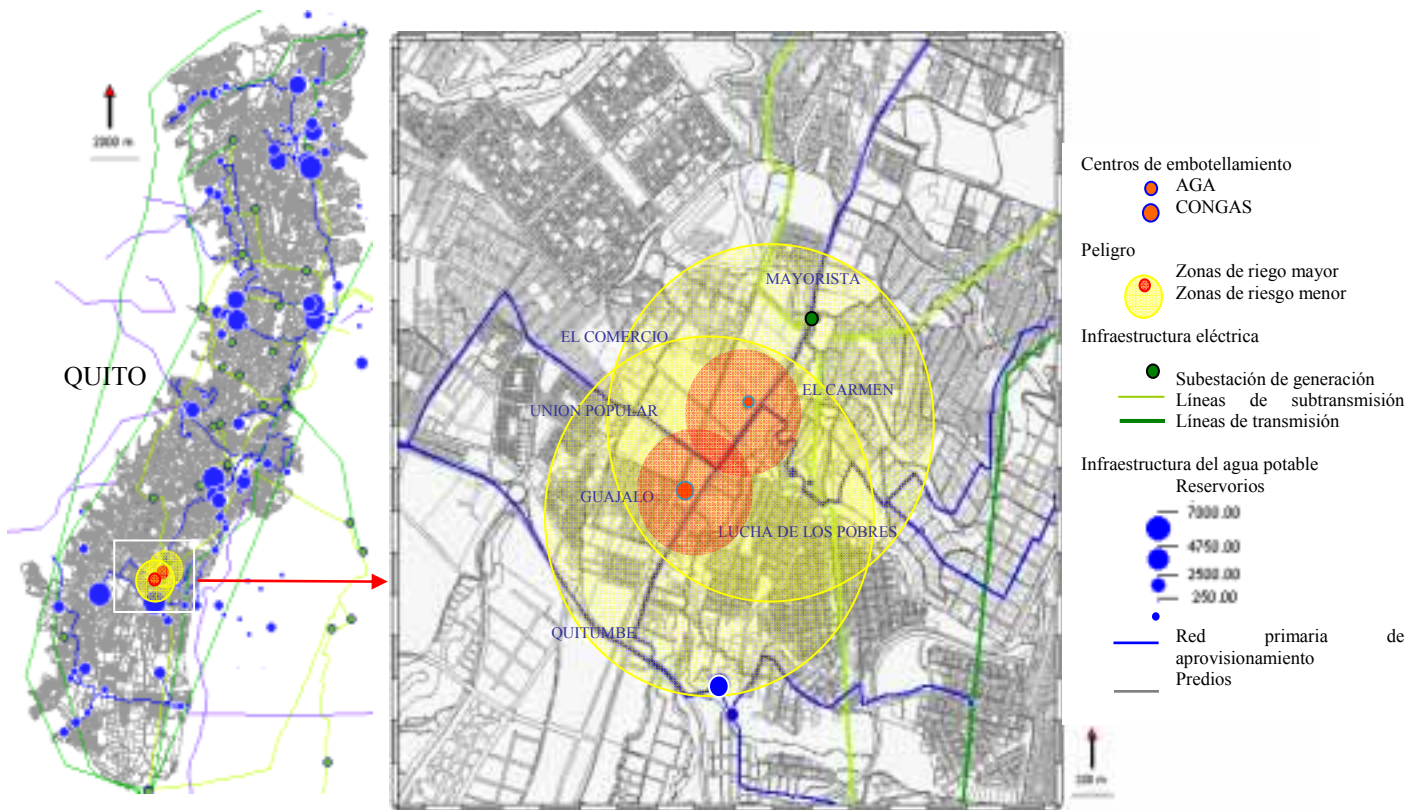
**Caso específico: Ubicación de la Planta envasadora CONGAS y su influencia en el área urbana y en redes técnicas de servicios (electricidad y agua potable):**

En una primera etapa se representó las zonas de peligro de todos los elementos de combustibles localizados en el DMQ (Figura 22, Mapa A y B). Sin embargo, es necesario realizar un análisis más detallado de los peligros tecnológicos y consecuencias en el medio ambiente urbano. Para esto, se ha realizado un proceso de estudio a microescala, tomando como ejemplo la instalación de la planta envasadora CONGAS (ubicada en el Sur de Quito) y su influencia en el área urbana. El objetivo es hacer notar uno de los “espacios de riesgo tecnológico” existentes en el DMQ y la necesidad de profundizar estudios a detalle considerando factores de vulnerabilidad urbana. La selección de la planta envasadora radica en:

- ❑ Su localización en un medio urbano y presencia de redes técnicas de servicio, importantes para el abastecimiento de la ciudad (caso especialmente de la energía eléctrica)
- ❑ La ocurrencia de escenarios de accidentes (explosiones y BLEVE) más violentos y menos manejables.
- ❑ La distancia cercana con la planta envasadora de gases químicos (AGA), que abastece de oxígeno, nitrógeno, gas carbónico y acetileno a zonas industriales y hospitalarias y cuya localización cubre un radio de peligro en zonas urbanas.

Para el análisis, se elaboró cartografía tomando como prioridad las zonas de peligro industrial de las plantas CONGAS y AGA (Figura 27).

Figura 27: La localización de zonas de peligro tecnológico de las plantas envasadoras CONGAS y AGA



Fuente: Programa de Sistemas de Información y riesgos dentro del DMQ IRD- MDMQ 2004, EEQ, EMAAP, 2003  
Elaboración: Jairo Estacio (2004)

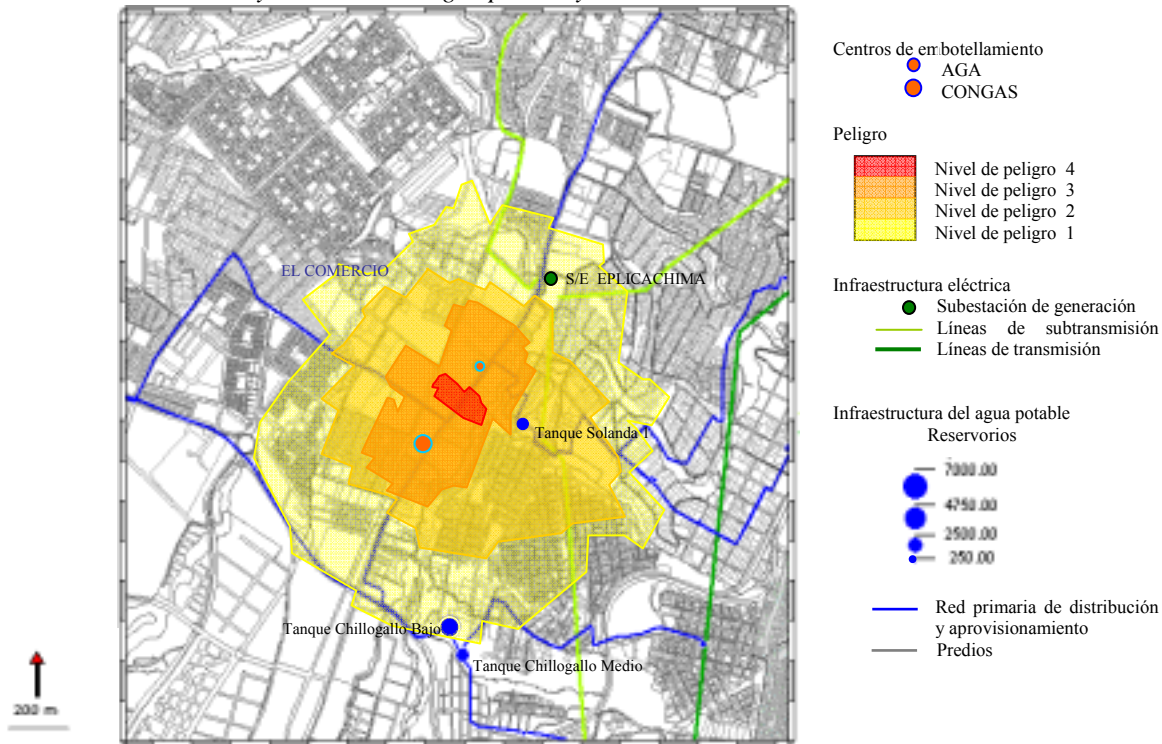
El escenario BLEVE de la planta CONGAS, demuestra que existe una afectación mayor en barrios consolidados populares de clase económica baja, tales como: Unión Popular, Guajaló, Lucha de Los Pobres, El Carmen, Santa Rosa; los cuales, inicialmente fueron asentamientos ilegales.

Un estudio más fino de las zonas de peligro, parte de una metodología<sup>47</sup> que permite hacer una diferenciación de zonas considerando el nivel de exposición del área urbana a peligros industriales, es decir zonas cuya afectación dependerá de la cantidad de instalaciones peligrosas a su alrededor (en el caso del estudio afectación doble por las cercanía a las dos plantas envasadoras), pero delimitando la estructura espacial, en este caso a nivel de límites barriales y prediales (Figura 28); El resultado de esta diferenciación son zonas con un grado de peligrosidad de 1 a 4, donde:

- ❑ El grado 4 corresponde a áreas ubicadas en mas de dos zonas de peligro mayor (*afectación muy alta*).
- ❑ El grado 3 corresponde también a áreas ubicadas en zonas de peligro mayor, pero en este caso afectadas por una sola instalación (aunque por la distancia se encuentran también en zonas de peligro menor en relación a la instalación más alejada) (*afectación alta*).
- ❑ El grado 2 corresponde a áreas ubicadas en dos (o más) zonas de peligro menor (*afectación media*).
- ❑ El grado 1 corresponde a áreas ubicadas zona de peligro menor de una sola instalación (*afectación baja*).

Por otra parte, esta nueva zonificación, permite segmentar las redes y elementos del sistema eléctrico de acuerdo a su gravedad de exposición (Figura 28) basado en un criterio de sobreposición de riesgos el cual permite obtener zonas de peligro aislado y zonas de peligro sobrepuesto

Figura 28 : Zonificación de grados de peligro tecnológico de las plantas envasadoras CONGAS y AGA con al área urbana y a las redes de agua potable y electricidad.



Fuente: IRD- MDMQ, Empresa Eléctrica Quito, Empresa de Agua Potable Y alcantarillado, 2003  
Realización cartografía: Jairo Estacio

<sup>47</sup> Metodología aplicada por Propeck-Zimmermann, Loïc Ravel, Thierry Saint-Gérard en *Cartographie des risques technologiques majeurs: Nouvelles expectativas avec les SIG*, Collection Mappamonde, 2003, pgnas 17-21.



En la figura anterior, la zona de grado 4 corresponde a los barrios Unión Popular, Mirador Bajo y Mirador. De la misma manera, la información relacionada con las redes técnicas de servicio urbano permite (en una primera parte), observar la ausencia de exposición de elementos importantes y significativos en el abastecimiento de la ciudad. Sin embargo, existen tanques mayores de agua potable (Chillogallo Bajo con 5000 m<sup>3</sup> de capacidad y Solanda 1 de menor volumen), los cuales abastecen barrios consolidados altamente poblados (como son Santa Rosa de Chillogallo y Solanda) y que se encuentran en zonas con grado de peligrosidad 1 y 2 respectivamente; pero que están enterrados a 50 cm. del suelo, por lo que constituyen infraestructuras menos vulnerables.

En cuanto a las redes primarias de abastecimiento de agua potable, el caso es similar porque pasan por debajo de la trama urbana y tienen muy pocas probabilidades de ser afectadas por estos eventos; excepto aquellas redes de transmisión localizadas dentro de zonas de peligro 3 y 4, cuyo abastecimiento es local para las áreas localizadas alrededor del barrio San Bartolo.

Con respecto al sistema de energía eléctrica, la línea de subtransmisión de 46 KV está expuesta a grados de peligrosidad 1 y 2; particularmente la Subestación S/E Epiclachima, considerada como estratégica para el flujo de energía hacia el Sur y Norte de Quito, se encuentra en una zona de grado de peligrosidad 1. Si se toma en cuenta que la red eléctrica es un sistema aéreo y superficial, se entiende que la afectación por eventos BLEVE o incendios es mucho mayor; esta consideración insta a realizar un estudio a detalle, a fin de conocer las consecuencias y efectos en cadena en el DMQ.

#### **Consecuencias de desabastecimiento por posibles daños en la red eléctrica.**

Este trabajo parte del programa “Sistemas de Información y Riesgos en el DMQ” desarrollado por el IRD<sup>48</sup>, en el cual se ha considerado no solo la exposición de los elementos importantes del funcionamiento de la red eléctrica, sino sus posibles grados de vulnerabilidad a eventos BLEVE; los cuales son medidos a través de los siguientes factores (*Anexo 8*):

- ❑ Fallas internas del sistema (**vulnerabilidad intrínseca**): relacionada con el mal funcionamiento de una de sus partes o componentes importantes.
- ❑ Preparación para enfrentar crisis: en el caso de existir un plan de contingencia u otro plan de acción.
- ❑ Alternativas de funcionamiento: en caso de fallas o averías en una de sus partes.
- ❑ Capacidad de control: accesibilidad a los elementos (vías u otros medios), control a distancia.
- ❑ Dependencia con otros elementos: Relación con otros elementos externos al sistema.

Para ello, la Línea Epiclachima se ha segmentado en otras las líneas (líneas de sub-transmisión que corresponden los elementos del sistema eléctrico), diferenciando su grado de peligro expuesto y su vulnerabilidad, la cual será medida en grados de 1 a 5 (de menor a mayor vulnerabilidad)<sup>49</sup> y que representan la síntesis global de análisis particulares de confiabilidad para cada uno de los elementos del sistema; como se detalla en el siguiente cuadro metodológico

---

<sup>48</sup> Ver D’Ercole Robert, Metzger Pascale en los “Los Lugares Esenciales del Distrito Metropolitano de Quito”, Colección Quito MDMQ-IRD, 2002, Quito-Ecuador

<sup>49</sup> Más detalles de esta metodología, se encuentra en: D’Ercole Robert, Estacio Jairo sobre “Elementos esenciales y vulnerabilidad del Sistema Eléctrico Quito”, IRD-MDMQ, Quito 2003.

Cuadro 9: Análisis de riesgo de instalaciones eléctricas a posibles escenarios de BLEVE (CONGAS-AGA)

Segmentos o elemento de la red eléctrica	Exposición a peligros BLEVE (grados de 1-4) (A)	Criterios de exposición	Vulnerabilidad (grados de 1-5) (V)	Criterios principales de vulnerabilidad	Resultado riesgo (A*V) (R)
A. Línea Epiclachima-Selva Alegre	0	Ninguno	4	Mal puesta la línea a tierra	0
B. Línea Epiclachima-Selva Alegre	1	peligro bajo	4	Capacidad de control muy limitada No está preparada para una crisis	4
C. Línea Epiclachima- Sur	1	peligro bajo	3	No está preparada para una crisis Capacidad de control limitada	3
D. Línea Epiclachima- Sur)	0	Ninguno	3	Presenta un solo circuito de funcionamiento	0
E. Subestación Epiclachima	1	peligro bajo	3	No está preparada para una crisis Capacidad de control limitada Antigua	3
F. Línea Santa Rosa-Epiclachima	2	peligro medio	4	No está preparada para una crisis	6
G. Línea Santa Rosa-Epiclachima	1	Peligro bajo	4	Capacidad de control muy limitada	4
H. Línea Santa Rosa-Epiclachima	0	ninguno	4	Mal puesta la línea a tierra y problema en disyuntores	0

Fuente: Programa de Sistemas de Información y Riesgos en el DMQ IRD- MDMQ (2004), EEQ, (2003)  
Realización cartografía: Jairo Estacio (2004)

El análisis corresponde al producto de la ecuación  $R = A + V$  donde:

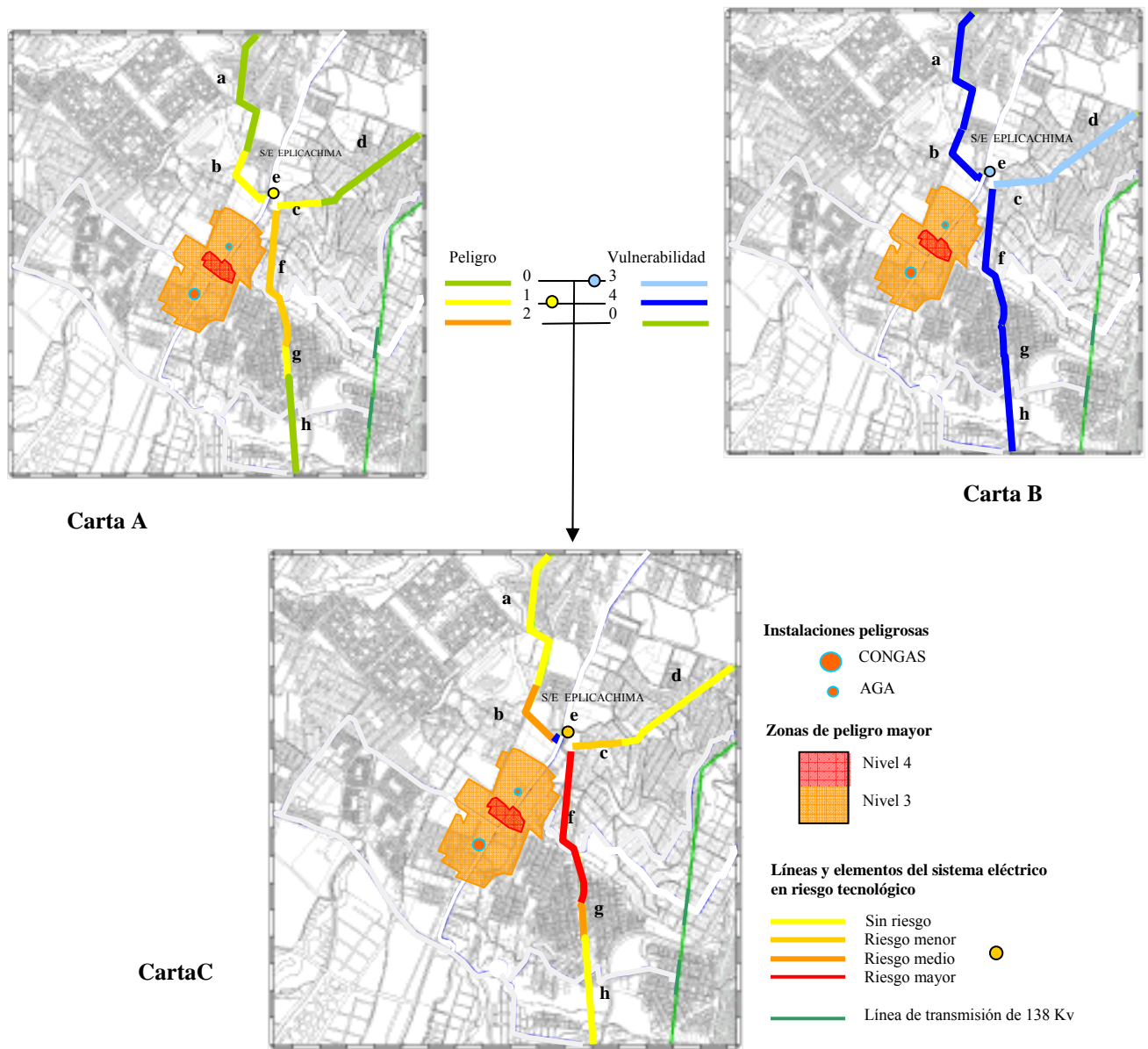
**R** es el Resultado,

**A** corresponde a los grados de exposición frente a peligros BLEVE y

**V** el grado de vulnerabilidad

El resultado evidencia un segmento “F” de la línea Santa Rosa Epiclachima” como el de mayor riesgo. Otros de riesgo medio son: la línea Epiclachima - Selva Alegre y línea Santa Rosa-Epiclachima, que constituyen ejes importantes de conducción eléctrica desde el Sur hacia al Norte de la ciudad. (Figura 29, Mapa C). Los datos del Cuadro 9 se aplicarán a la cartografía (Figura 29), las líneas de *subtransmisión* y la *subestación* Epiclachima presentarán diversos colores en su trama, que corresponden a valores expuestos de peligros por BLEVE y los factores de vulnerabilidad encontrados (que coinciden con los colores del cuadro).

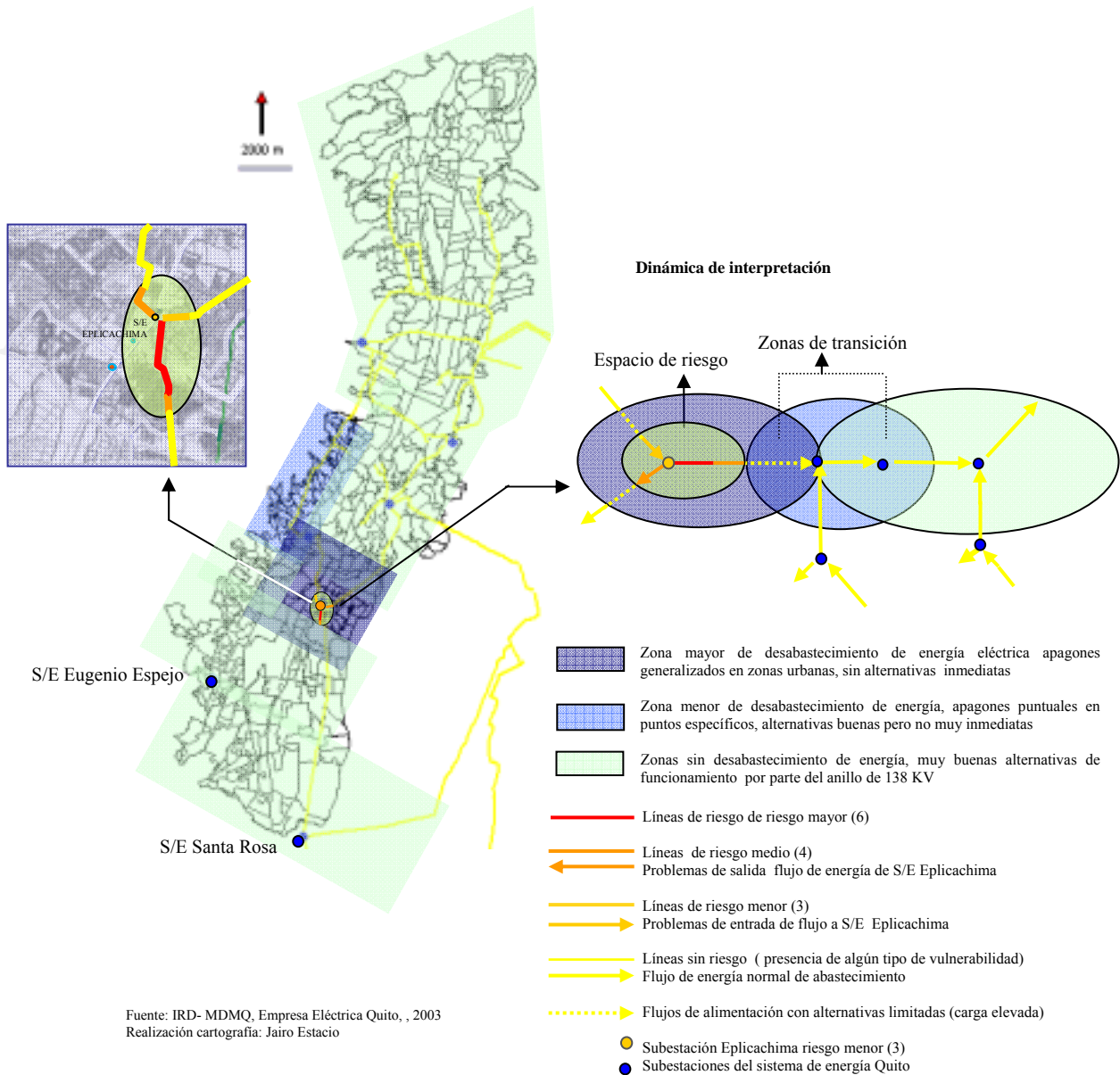
Figura 29: Análisis de riesgos tecnológicos de las instalaciones eléctricas expuestas a peligros BLEVE de las plantas CONGAS y AGA



Fuente: Programa de Sistemas de Información y Riesgos en el DMQ IRD- MDMQ (2004), EEQ (2003)  
 Realización cartografía: Jairo Estacio (2004)

La suposición de escenarios de accidentes, hace pensar inmediatamente que los efectos sobre espacios y centros poblados será la falta de energía eléctrica, situación que puede ser revertido con facilidad si existen las alternativas adecuadas para remediar el problema energético. En este contexto, la *Figura 30* basada en los datos de las zonas de servicios de cada subestación, presenta las repercusiones espaciales y sus alternativas posibles de funcionamiento; la lógica de estas alternativas se puede observar en el sistema adjunto, donde la dinámica relacional con otros elementos del sistema eléctrico, ofrece la posibilidad de continuar con el fluido eléctrico en zonas de desabastecimiento potencial.

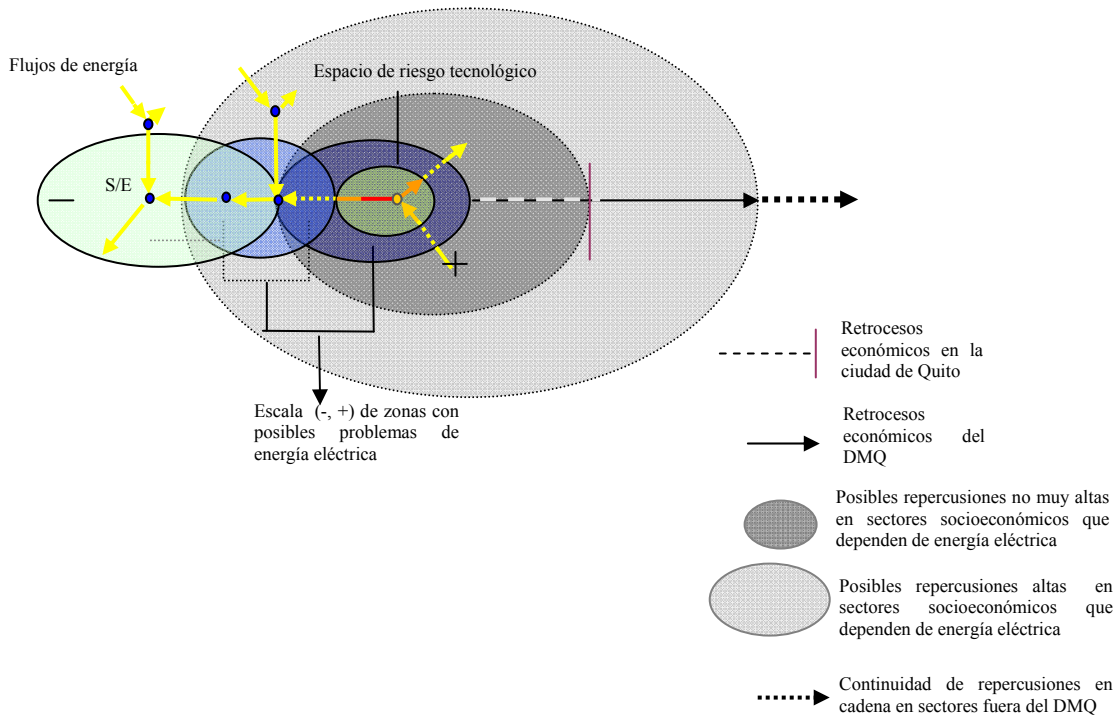
Figura 30: Las consecuencia a nivel de abastecimiento de energía por disfuncionamiento de S/E Epiclachima y de sus líneas de sub-transmisión dentro de zona de riesgo



El espacio de riesgos tecnológico en la Subestación (S/E) Epiclachima tiene repercusiones en su zona de abastecimiento, que es solucionada en gran parte por otras subestaciones como Santa Rosa y Eugenio Espejo, y la subestación Sur. La zona de conexión entre la línea que sale de S/E Epiclachima hacia la S/E Selva Alegre, tendría algunos problemas puntuales de abastecimiento en las líneas primarias, lo cual afectaría a zonas consolidadas.

Dentro de la zona mayor de desabastecimiento está un sector importante de pequeñas industrias y empresas que tendrían efectos considerables en su aparato económico, reflejando pérdidas de ingresos económicos y de trabajo que afectarían el sistema socioeconómico del DMQ. En las zonas de menor desabastecimiento se concentran algunos servicios importantes de salud como es el Hospital del Sur, sectores comerciales y residenciales (Figura 31).

Figura 31: Posibles consecuencias por desabastecimiento de energía en sectores económicos



Fuente: IRD- MDMQ, Empresa Eléctrica Quito, , 2003  
 Realización cartografía: Jairo Estacio

Las consecuencias de fallas en el sector eléctrico tienen repercusiones medibles en sus espacios de influencia y no muy medibles cuando se refiere a efectos en sectores socioeconómicos y de pérdidas y daños a bienes residenciales o comerciales (averías en electrodomésticos por descargas y sobrecargas repentinas de luz).

**¿cómo poder mejorar la cartografía de riesgos tecnológicos ligados a los combustibles?**

Siendo la cartografía de análisis una herramienta fundamental en el estudio de los peligros industriales frente a escenarios de BLEVE por combustibles GLP y sus consecuencias en el sector de las redes técnicas urbanas (caso particular del sistema eléctrico); ésta debe ser mejorada considerando diversos criterios concernientes al conocimiento, consecuencias y al análisis de los peligros sobre medios urbanos.

**En cuanto a conocimiento**

Conocer lo que pasa dentro de la industria, no solo es labor de los ingenieros industriales o mecánicos, sino de los geógrafos; pues el enfoque multidisciplinario resulta ser el mejor aliado de las buenas decisiones y criterios de investigación. El estudio de las industrias, su funcionamiento, establecimiento de vulnerabilidades intrínsecas y sus factores; son labores a mejorar y actualizar, más aún si se sabe que la vulnerabilidad intrínseca ayuda a entender el origen y los procesos de gravedad de los peligros tecnológicos (Anexo 9); sin duda esto ayudará a llevar a cabo acciones de prevención, estudios de impacto, control y vigilancia

Se debe añadir a los estudios, análisis de la vulnerabilidad por exposición de elementos peligrosos a eventos externos de carácter natural o social; por ejemplo, instalaciones de almacenamiento de combustibles expuestas en zonas de amenazas naturales como: sismos, inundaciones o a factores sociales como: robos de gasolina en los poliductos, atentados terroristas o vandálicos; criterios importantes a tomar en cuenta en la investigación integral de los riesgos tecnológicos.

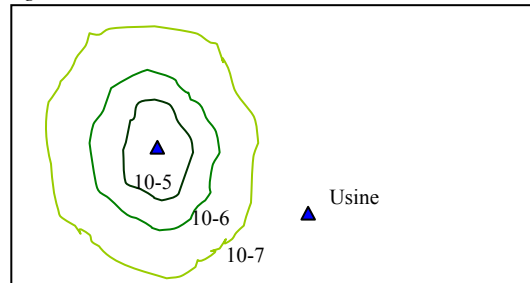
### En cuanto a consecuencias

En lugares de almacenamiento de productos peligrosos y combustibles, los escenarios de accidentes son diversos (explosiones, contaminación, incendios). Las zonas de peligros representada en cartografía, a pesar de ser una herramienta necesaria, es muy limitada en la decisión, pues no consideran factores meteorológicos, o ambientales que pueden agravar o cambiar un evento dado (por ejemplo la acción y dirección de los vientos en un incendio, o la influencia de la precipitación en la contaminación por derrames); tampoco considera otros tipos de vulnerabilidades presentes en los medios urbanos. Ante esta problemática, el principio de la *visión probabilista*, otorga algunos criterios adicionales para la elaboración de mapas de riesgo tecnológico.

En esta visión la cartografía es determinada a partir de una evaluación cuantitativa de probabilidades de accidentes industriales y sus consecuencias.(Hiegel, 2003) En este sentido se ha establecido contornos denominados “iso-riesgos” alrededor de las industrias en función del riesgo individual, definido como la probabilidad de ocurrencia de un accidente industrial en relación a la probabilidad de que una persona en un lugar próximo sea afectada” (Zimmermann, 1994) (Figura 32).

Por otra parte, se puede considerar también el riesgo “societal” o colectivo (Leroy et Signoret, 1992) dentro de la variable de probabilidad de consecuencias. El riesgo societal es definido como la relación entre el número de personas muertas en un accidente determinado y la probabilidad que ese número aumente cada año.

Figura 32: Contornos de isoriesgos individual



Fuente: Zimmerman E. (1994), en Hiegel (2002)  
Realización: Jairo Estacio

La constante estadística de los accidentes mortales dentro las industrias química y petroquímica en el mundo entero requieren el valor de riesgo societal:

Cuadro 10: Frecuencia de decesos anuales por industria química

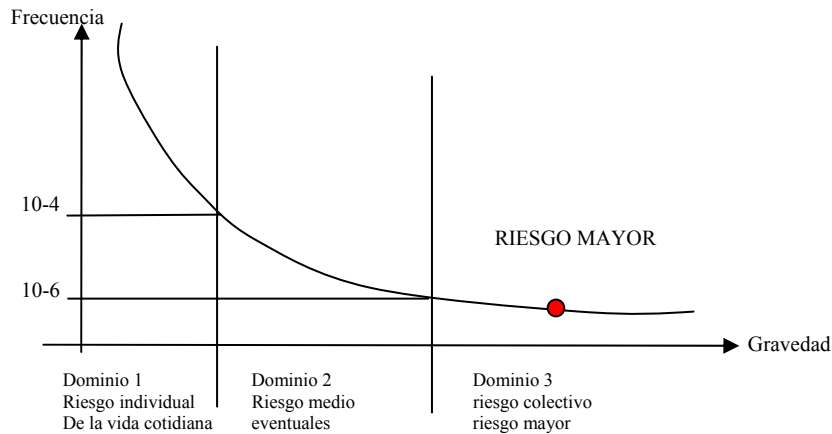
Frecuencia anual	Numero de muertos
0,05	1000
0,35	100
1	50
5	10

Fuente y elaboración: Alain Leroy et Jean Pierre Signoret en Le Risque Technologique 1992

Para insertar la variable de vulnerabilidad poblacional existe la denominada curva de Farmer,

(F/N) (*Figura 33*); en ella se relaciona la probabilidad de accidentes (F) y la probabilidad de decesos poblacionales dada a través de la densidad de la población en zonas de peligro (N) (sea a través de riesgos individuales o societales) según dominios de gravedad.

*Figura 33: La curva de Farmer*



Fuente : Jaques Donze 2003

La frecuencia de posibles decesos recurrentes es a nivel de riesgos individuales o cotidianos como accidentes en ruta, accidentes domésticos (dominio 1), seguido por accidentes como choques o explosiones de gas al interior de un inmueble, que afectan a pequeños grupos (dominio 2) y al final se localizan los riesgos eventuales que son los más graves y menos probables en este caso de origen natural (sismos, erupciones, inundaciones por ejemplo) y tecnológicos (diferentes escenarios de accidentes mayores como BLEVE, Boil Over, incendios, contaminaciones tóxicas) de dominio 3.

Pero la probabilidad de decesos o exposición de una alta densidad de población en zonas de peligro industrial, son solo variables de vulnerabilidad poblacional tomadas en cuenta. Para el efecto existen otras variables muy importantes que se deberían considerar:

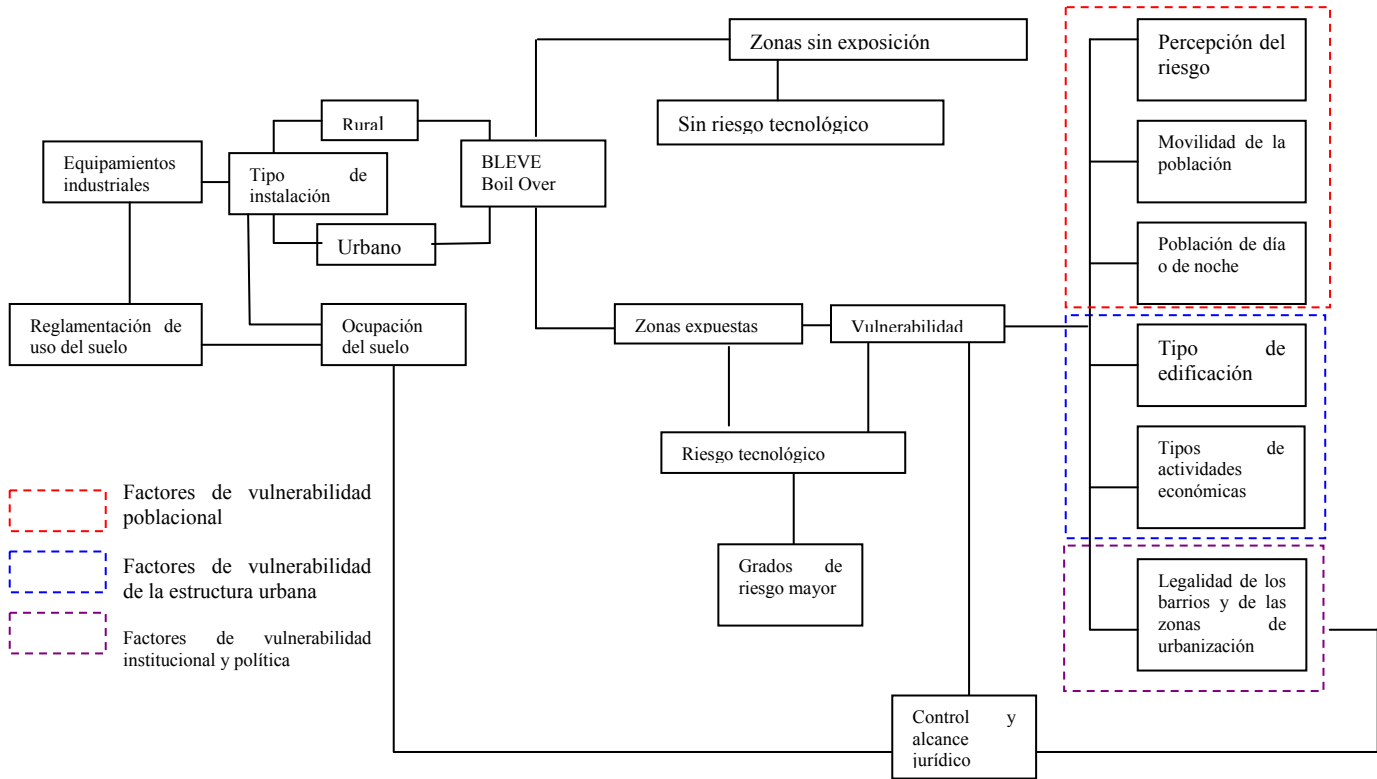
*La vulnerabilidad institucional y política:* Dadas por la falta de decisiones políticas o conflictos relacionales entre actores con diferentes intereses, que se traduce en las inadecuadas y limitadas herramientas de control como por ejemplo reglamentaciones de uso del suelo, falta de conocimiento de leyes e incertidumbre.

*La vulnerabilidad física:* Relacionada con la infraestructura urbana, sus formas técnicas de construcción, su disposición física en zonas de peligros; aquí se vinculan redes y el espacio construido en general. Dentro de esta vulnerabilidad se pueden considerar diferentes factores dependiendo el tipo de obra (técnica, arquitectónica, patrimonial) y que pueden considerar vulnerabilidades intrínsecas.

*La vulnerabilidad poblacional:* Relacionada con la percepción de la población frente al peligro tecnológico al que se encuentra expuesto. Otro factor es el flujo poblacional y dinámico dentro de zonas de riesgo y su permanencia durante el día o la noche.

Estos factores deben ser tomados en cuenta para la elaboración de la cartografía y para entender e intervenir ante los peligros industriales (*Figura 34*).

Figura 34: Factores de vulnerabilidad a considerar en el análisis de riesgo tecnológico en el DMQ



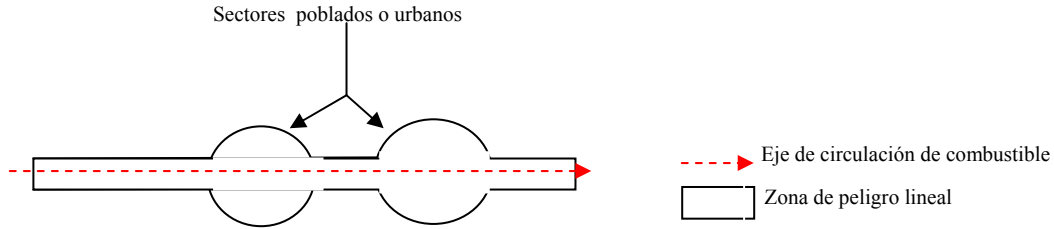
Elaboración: Jairo Estacio, 2004

### En cuanto al transporte

La realización de la cartografía de transporte de combustibles (por tuberías o por rutas), al igual que las instalaciones fijas, responde a los mismos criterios de peligros y factores de vulnerabilidad, ya descritos. La diferencia radica justamente en su movilidad, donde se debe tomar en cuenta zonas de peligro lineal, es decir límites de peligro paralelo a todo el eje principal de conducción. Para ello, la cantidad y tipo de producto a transportarse serían el criterio *determinista* abordado. Sin embargo, cuando el transporte de combustibles involucra zonas pobladas o urbanas se puede considerar una *visión probabilista*. En este caso, la cartografía podría adoptar la forma de “iso-risques” o círculos localizados puntualmente en tramos de la vía de circulación de combustibles (Figura 35)



Figura 35: Modelo de cartografía de peligros tecnológicos en las rutas



Fuente: J Donze luego de entrevista 2004  
Realización Jairo Estacio

Por otro lado, Signoret (1992), basándose en la ruptura del oleoducto de Piper Alpha y su gran incendio, manifiesta que para realizar las zonas de impacto en poliductos los peligros por combustibles “(...) son proporcionales a la potencia de  $1/3$  de la masa inflamable (...), para estimar estos parámetros numerosos criterios deben estar tomados en cuenta como: localización de la barrera, características geométricas y técnicas del poliducto (largo, diámetro, presión, geometría de la plataforma, rosa de los vientos, probabilidades de ocurrencia de fugas (...)).” A pesar que el transporte por poliductos o gasoductos, demuestran estadísticamente ser los más confiables y seguros, pues en su mayoría son enterradas (Dauphiné, 2003).

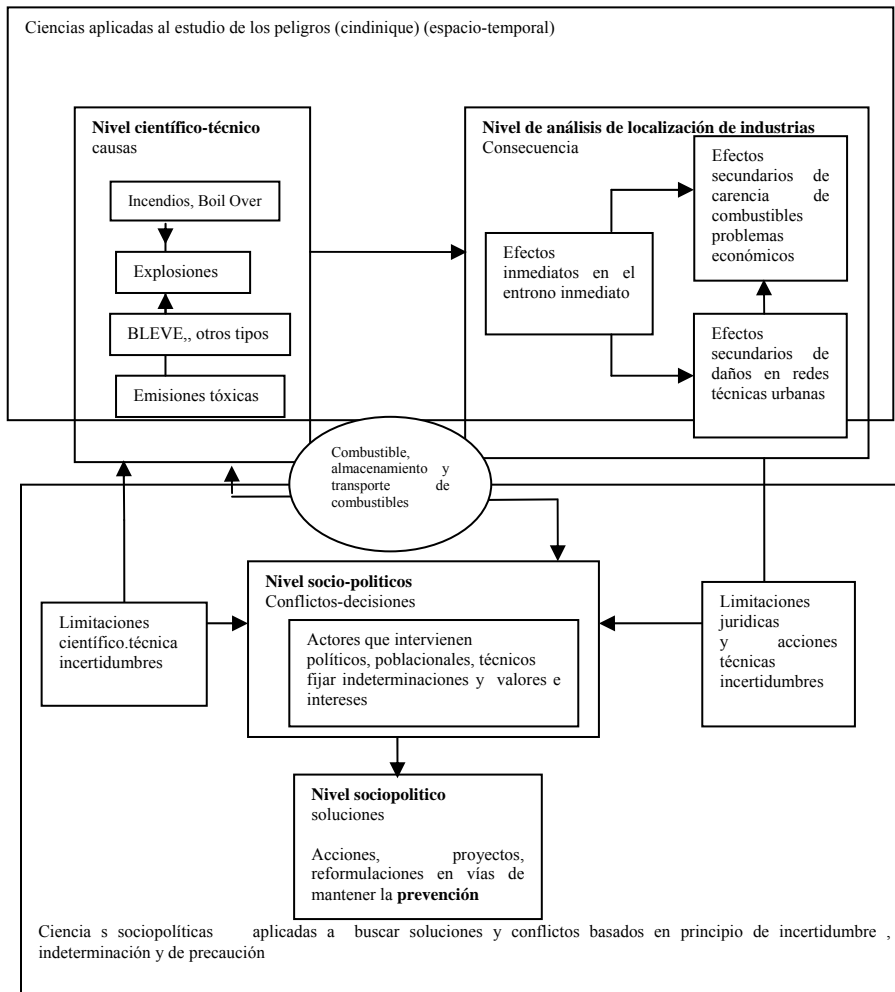
En este sentido, la elaboración de cartografía probabilista no siempre ofrece datos necesarios y completos, para ello se debe analizar peligros potenciales o sospechosos (Godar Olivier, 2002) y los riesgos revelados o pasados; a fin de establecer antecedentes sobre la dimensión y espacialidad del peligro.

## Sistema simulado: Gestión de riesgos tecnológicos relacionados con combustibles en el DMQ

### Modelo de gestión integral

Partiendo de la base conceptual desarrollada en la primera parte, se puede comprender como gestión integral de riesgo tecnológico, a los datos obtenidos de los procesos de integración del resultado de análisis de riesgo, mediante estudios de sus peligros y consecuencias urbanas. En él se insertan decisiones y soluciones desde niveles sociopolíticos, a partir de la puesta de valores, intereses e incertidumbres en cuanto al conocimiento de estos riesgos y la participación de los actores vinculados con el territorio y con los niveles científico-técnicos del mismo (Funtowicz, et al 1993) (Figura 36).

Figura 36: Gestión de riesgos tecnológicos en el DMQ



Fuente: De Marchi y Funtowicz, 2002

Elaboración: Jairo Estacio, 2004

Desde este punto de vista, la gestión de riesgos tecnológicos en el DMQ, deberá integrar dentro de una óptica de prevención, los estudios, cartografías y análisis de riesgos considerando factores de vulnerabilidad. Así también, se podría abordar las *incertidumbres* e *indeterminaciones* para los actores sociales (caso Municipio de Quito) en cuanto a tomar decisiones de control.

## Actores de intervención

La Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH) es el ente encargado del manejo y control de los hidrocarburos en el país. Al respecto este organismo estipula normas sobre los permisos para operar combustibles (en términos de compra y venta) y las normas técnicas para el funcionamiento de gasolineras, centros de acopio y terminales de combustibles como El Beaterio e Itulcachi.

Otra institución encargada de la protección ambiental de la actividad hidrocarburífera es la Dirección Nacional de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas, cuyo campo de acción recae en las funciones de fiscalización y de control de las filiales de PETROECUADOR<sup>50</sup>, sobre las reglas técnicas de seguridad industrial, lugares y condiciones de exposición y almacenamiento de combustible (con énfasis en plantas mixtas), normas de calidad de los materiales derivados del petróleo producidos o importados y descarga de materiales inflamables.

El MDMQ (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito), mediante la “Ley de Régimen Municipal”, se convierte en un organismo autónomo en la normatividad y reglamentación del uso del suelo, seguridad industrial y contaminación. A este organismo se suma el Cuerpo de Bomberos de Quito cuya acción es regular y prevenir los requisitos para almacenamiento de productos combustibles, basado en las normas de calidad INEN<sup>51</sup> para su control.

## Limitaciones políticas y científicas

Las diversas *incertidumbres* tienen relación con factores de vulnerabilidad científica y política. En el DMQ, el estudio y aportes científicos sobre el tema de los riesgos tecnológicos es limitado y no es socializado. A nivel político, la legislación y reglamentación en cuanto a normar, regular y controlar el almacenamiento de combustibles, carece de especificidad y más aún, de responsables jurídicos para su ejecución. Por ejemplo la norma 1534 estipulada por el INEN, que regula la localización del gas GLP dentro de sitios urbanos o la Ordenanza Metropolitana 3148 del MDMQ sobre la localización de gasolineras en la ciudad, carecen de un efecto de control para el cumplimiento de lo estipulado por parte de los actores involucrados. En esta misma situación se encuentra el Cuerpo de Bomberos de Quito (Ver *anexos 10, 11, 12*). Esta incertidumbre genera inconcordancia entre los objetivos sociopolíticos de prevención y la disposición de lugares de almacenamiento en sitios de consolidación urbana.

Las *indeterminaciones* tienen relación con vulnerabilidades institucionales. Existen conflictos institucionales a diferentes niveles políticos de decisión, y a nivel de diálogo con actores poblacionales involucrados. Por ejemplo la relocalización de las esferas de almacenamiento de combustibles (GLP) del BEATERIO a ITULCACHI, estaba en discusión desde hace más de 10 años por presentar un peligro potencial y un riesgo en las poblaciones asentadas en zonas de peligros. El conflicto finalmente se resolvió después de llegar a un acuerdo entre Petroecuador y el Municipio de Quito tras derogar una ordenanza que facilite esta relocalización (*Anexo 13*). Finalmente parte de esta actividad se trasladó a un sector rural de “menores repercusiones”.

---

<sup>50</sup> PETROECUADOR es la entidad estatal que regula la explotación, refinamiento y comercialización del petróleo y sus derivados en el Ecuador. Trabaja por concesiones y contratos con compañías extranjeras. Esta compuesta por filiales que son PETROCOMERCIAL y PETROPRODUCCION principalmente.

<sup>51</sup> EL INEN es un ente normalizador pero no ejecutor de las leyes, intenta sobretodo definir parámetros de normas de calidad a favor de la prevención, seguridad industrial y manejo de combustibles.

## **Noción de riesgo aceptable**

Desde la prevención de riesgos tecnológicos ¿qué se considera como riesgo aceptable?, ¿cuáles son los daños que la población está dispuesta asumir por él?; sin duda, las respuestas no han sido aún aclaradas por los entes de decisión política ni institucional. Un riesgo aceptable es un valor de probabilidad de consecuencias sociales, económicas y ambientales; suficientemente bajas para permitir su uso en la planificación o para fijar políticas urbanas y ambientales afines (Cardona et al, 1993). De ahí, que el peligro tecnológico debe ser jerarquizado en función de sus consecuencias. En este sentido, la aceptabilidad de un riesgo tecnológico está en función del conocimiento de sus peligros reales y en los potenciales daños a una población o bienes expuestos; pero en el caso del DMQ, esto solo lo conocen los actores políticos pero no por la población, disparidad que agrava los espacios de riesgo.

Una condición de la “aceptabilidad” del riesgo son los diálogos y la participación ciudadana. En él se discuten intereses y valores de todos los actores que intervienen en la problemática de riesgos tecnológicos, con miras a encontrar una solución. Esta aceptabilidad debe ser negociada en función de que no se puede tener un riesgo cero, pero tampoco un riesgo tecnológico con tendencias catastróficas, lo cual es el principio para escoger un sistema deseado, tolerable a la integridad urbana y planificado en su desarrollo. En este sentido, es importante el aporte de la ingeniería del riesgo sobre estudios de peligros, los aportes de la geografía del riesgo sobre construcción de cartografía y su análisis espacial y los aportes de la sociología política del riesgo de búsquedas integradoras de soluciones y comunicaciones.

## CONCLUSIONES GENERALES

Sin duda, los riesgos tecnológicos constituyen un tema reciente, cuyas definiciones aún no son totalmente concluidas y que cada día aumenta en importancia por el marcado desarrollo tecnológico a partir de la nueva era industrial. De acuerdo a ello, esta temática ofrece nuevas perspectivas en cuanto a su aplicabilidad y comprensión de la gestión de los espacios urbanos.

Los diferentes escenarios de accidentes tecnológicos, están vinculados en gran parte a los lugares de almacenamiento de combustibles, sean líquidos o gaseosos (GLP) y son los más graves en ocurrencia, se centran en aquellos relacionados con el fuego y reacciones químicas; en este aspecto, los incendios y explosiones (BLEVE, BOIL OVER) los que más se han suscitado a nivel mundial, como peligros comunes y constantes en diversas ciudades del mundo. En el caso del DMQ, Quito como ciudad capital concentra un sinnúmero de elementos de almacenamiento y abastecimiento de combustibles, las más importantes almacenan una gran cantidad de combustibles líquidos o gaseosos (terminales y envasadoras de gas).

De esta forma, la sistémica, con otras herramientas de la geografía como los SIG, permite demostrar diferentes estados de los sistemas en la configuración de los riesgos tecnológicos. Estos parten de sistemas reales, aplicados a un normal funcionamiento y distribución de combustibles a situaciones simuladas, donde existen riesgos potenciales que pueden transformar el sistema inicial (energía y cindinique) y peor aún, malograr el funcionamiento de otras partes de la ciudad, ocasionando repercusiones a nivel de centros poblados, instalaciones y otras infraestructuras urbanas. Sin embargo, un sistema simulado deseado, planificado, podría revertir estos efectos en el marco de la “prevención de los riesgos”. En este sistema, las energías de cambio se darían a partir de decisiones políticas en el ordenamiento territorial, en la relocalización de industrias y la formación de un parque industrial para combustibles.

Cada sistema (normal, simulado o deseado), puede ser interpretado y estudiado separada y detalladamente. Así, el sistema de funcionamiento normal de combustibles, muestra la importancia de éste para el abastecimiento de combustibles a nivel del DMQ. En el sistema de escenarios de accidentes, se puede notar claramente la vinculación de diversos puntos de peligros tecnológicos esparcidos por todo el conjunto urbano, la exposición de elementos urbanos importantes y la necesidad de priorizar estos riesgos en la intervención y gestión. Por ejemplo, el análisis a microescala de la planta CONGAS, demuestra un peligro sobre la red eléctrica, una falla en una subestación o en una línea tendrá repercusiones en todo su sistema o circuito, las mismas que podrán revertir el daño favorable o negativamente, dependiendo de las alternativas presentes. En este caso los daños en el sistema eléctrico, tienen repercusiones de desabastecimiento del servicio en barrios localizados puntualmente en una zona con vocación industrial y empresarial; hecho que puede causar otros problemas socioeconómicos no solo en el DMQ, sino en la región. Las consecuencias en cadena de un evento puntual, no es un estudio terminado, sino que intenta resaltar una problemática en el DMQ que es recientemente abordada y con muchas limitaciones.

Es necesario mencionara que lo analizado en este estudio no constituye un tema finalizado, sino mas bien representa el comienzo de una reflexión en cuanto al mejoramiento metodológico de la cartografía de los riesgos tecnológicos. Por ejemplo, para la mapificación de peligros relacionados con las vías o líneas de conducción, el trabajo adolece de una cartografía específica. Por lo cual tanto el estudio como la cartografía en este tema, deberán ser ampliados en futuros estudios.

El desafío continúa con la búsqueda de nuevas metodologías que ayuden a realizar la cartografía pertinente a través de los SIG, y de otras herramientas como la sistémica o la modelización gráfica, a fin de lograr una gestión integral de los riesgos. Dentro de la gestión, se debe considerar estas herramientas de ayuda a la decisión, pero también sus incertidumbres científico-técnicas sobre el tema de los riesgos tecnológicos, sus conflictos entre actores sociales vinculados y los niveles de vulnerabilidad institucional presentes fuertemente dentro la configuración de toma de decisiones.

## BIBLIOGRAFIA

### **Definiciones de riesgos tecnológicos, escenarios de accidentes y sus relaciones dentro de los espacios urbanos y el desarrollo sustentable de la ciudad**

- AUDEVE Y, DELTEIL G. (1992), « Danger, chimie », Fayard, Paris, 383p.
- BECK U (2001), « La société du risque : Sur la voie d'une autre modernité » Editions Flammarion, Aubier, Paris, 495p.
- BANOS A, BANOS F, BROSSARD T, LASSARRE S (comp), (2003) « Géographie des risques de transports : Actes du colloque de Besançon, Coll. Transports et communication, Ed. Paradigme, Orléans, octobre 2001, 295p.
- BATTIAU M. (1998), « L'industrie: définition et répartition mondiale », coll. Campus Géographie, SEDES, Paris, 192p.
- BAUCOMONT M, GOUSSET P (1994), « Traité de droit des installations classées, Technique et documentation », Paris, 406p.
- BERNADETTE, MERENNE Schoumaker (2002), “ La localisation des industries, Enjeux et dynamiques », Presses Universitaires de Rennes, Didact Géographie, 243p.
- BELLANGER F, MARZLOFF (1996), « Transit. Les lieux et les temps de la mobilité », L'Aube, Paris, 314p.
- BLANCHER P, MARRIS C. (1998), « Maîtrise des risques de l'urbanisation et risques industriels majeurs », Plus, N.46. Paris, 24-38p.
- BONNET J, (2004), «Risques urbains et sociétaux :la vulnérabilité des grandes villes » , in *La géographie des risques dans le monde* , Wackermann G. (dir), coll. Carrefours, Les Dossiers, ed. Ellipses, Paris, 421-441p.
- BRETAGNOLLE A. (1999), « Les systèmes des villes dans l'espace-temps : effet de l'accroissement des vitesses de déplacement sur la taille et l'espacement des villes », Thèse de doctorant de géographie, Université de Paris I, 359p.
- BRUNET R. (1992), « Les mots de la géographie », Reclus, Paris, 470p.
- CABANNE C. (dir) (1984), « Lexique de géographie humaine et économique », Dalloz, Paris, 449p.
- CARDONA D. (1993), “Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo” en *Los riesgos no son naturales* , Maskrey (coord), colecciones de la Red latinoamericana de Desastres, Bogotá, Colombia, 51-74p.
- CHALINE C, DUBOIS- MAURY J (1994), « La ville et ses dangers », Editions Masson, Paris, 347p
- CHOMSKY N, CERF V, SIZA A. (2003), “Sociedad del futuro”, Debolsillo, , Litografía Roses, Barcelona, España, 142p.
- CNRS (1996), “La ville” in *Le courrier du CNRS*, n.81, 215p.

- COANUS T, DUCHENE F, MARTINAIS E. (2000), « La ville inquiète : Développement urbain, gestion du danger et vie quotidien. Les constructions hétérogènes du risque sur deux sites de la région lyonnaise ». In *Les temps de l'environnement*, Programme environnement, vie et société, CNRS, Toulouse, 227-234p.
- CORTIZO, T (2000), “Las Asturias central, del espacio urbano a ciudad. La movilidad laboral como método de definición 1981-1996”, Universidad de Oviedo, Oviedo-España, 23p.
- COUETOUX M. (1999), « La maîtrise du risque industriel s’oppose-t-elle à la gestion urbaine, ou en est elle partie intégrante ? », *Annale des Mines. Responsabilité et Environnement*, oct 1999-janv.2000, 42-46p.
- DAUPHINE André, (2003) « Risques et Catastrophes : Observer, spatialiser, comprendre, gérer ». Editions Armand Colin, Paris, 288p.
- DEMAZIERE C. (2000), « Entreprises, développement économique et espace urbain », *Coll Villes, Anthropol*, Paris, 189p.
- D’ERCOLE R, PIGEON P, GAILLARD J.C. (2000), « La géographie des risques dits « naturels » entre géographie fondamentale et géographie appliquée » in *Cahiers savoisiens de géographie CISM*, 29-52p.
- D’ERCOLE R (1994), « Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologies, modes d’analyses », in *Revue de géographie alpine*, n. 4, tome LXXXII.
- DONZE J. (2001). « Risques technologiques et urbanisation ». Colloque national *Risques et territoire, la gestion des risques territorialisés*, vol 2, CNRS, UMR 5600, Lyon Vaulx-en-Velin.
- DONZE J. (2003), “ Le risque industriel en France » dans le livre *Les Risques* sous la direction de Ivette Veyret, chapitre VIII, 132-146p
- DONZE J, (2004), «Les risques technologiques » , in *La géographie des risques dans le monde* , Wackermann G. (dir), coll. Carrefours, Les Dossiers, ed. Ellipses, Paris, 443-465p.
- DUBOIS- MAURY Jocelyne, CHALINE Claude (2002), “ Les Risques Urbaines », Editions Armand Colin, Paris, 208p.
- DUBOIS-MAURY J. (2002), « Les risques industriels et technologiques » in *La documentation française* n.882, novembre, Paris, 120p.
- DUMONT G. (2003), « Les inégalités des populations face aux risques » in *Questions de Géographie : Les Risques*, Moriniaux V. (Coord), Editions Temps, Nantes -France, 238-255p.
- DUPONT Yves (coord). (2003), “ Dictionnaire des risques », Armand Colin, Paris, 421p.
- DUPUY G. (1991) « L’urbanisme des réseaux », Colin, Paris, 156p.
- ESSIG P. (2002), « Rapport au 1<sup>er</sup>. Ministre sur le débat national sur les risques industrielles », Assemblée Nationale, 182p.
- FABIANI J, THEYS J. (1987), « La société vulnérable », Presses de l’Ecole Normale Supérieures, Paris, 674p.
- FACHES J. (2004), « Les mutations industrielles », coll Mémento, Belin, Paris, 192p.

- FERRIER, J.P. (1998), "Le contrat géographique, ou l'habitation durable des territoires", Sciences humaines, Antée 2, Payot Lausanne, Paris, 17-29p.
- FORTIER R. (dir.) (1996), « Villes industrielles planifiées », Boréal, Montréal- Canada, 328p.
- GARCIA-TORNEL (2002), "Sociedades y territorios de riesgo", Colección la Estrella Polar N.31, Ed. Del Serbal, Barcelona, España, 186p.
- GIDDENS A. (1999), « Les conséquences de la modernité », L'Harmattan, Paris, 192p.
- GIRARDET H. (2001), « Creando ciudades sostenibles », col Gorgona, ed Tilde, Valencia, 111p.
- GLATRON S. (2003), « La culture des risques », in *Questions de Géographie : Les Risques* Moriniaux V. (Coord), Editions Temps, Nantes-Francia, 71-87p.
- GOUT J.P. (1993), « Le marie face aux risques majeurs et technologiques. Prévention et gestion », Départements et communes, supplément au N. 97, Paris, 83p.
- GONZALEZ URRUELA E. (1991), « Industrialización y desarrollo metropolitano en España », ERIA, Revista de Geografía, Madrid, 199-215p.
- HEWITT K. (1997), "Regions of risk. A geographical introduction to disasters", Addison Wesley Logmann Limited, Edinburgh, 389p.
- HIEGEL, Claire (2003). « Des risques urbains méconnus: Les risques technologiques mineurs, exemple des stations-service a Strasbourg » Thèse de géographie de l'Université Louis Pasteur Strasbourg I, Laboratoire Image et ville, CNRS, 400p.
- HUBERT P, PAGES P, DEGRANGE J. P. (1986), « L'évolution du risque d'accidents graves dus au transport de matières dangereuses dans la région sud de Lyon », Rapport C.E.P.N, N. 95, 35p plus annexes.
- JONES E. (1992), "Metropolis", Alianza Editorial, colección el libro de bolsillo, no. 1570, Barcelona, España, p. 287.
- KERVEN G.Y. (1995), « Eléments fondamentaux des cindyniques », Economica, gestion poche, Paris, 105p.
- KUHN Tomás (1989), "Qué son las revoluciones científicas y otros ensayos", col Pensamiento contemporáneo, Paidós, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 151p
- LAFLECHE V. (1992), « La maîtrise de l'urbanisation à l'heure du bilan », Préventique, N.46, Paris, 18-25p.
- LALO A. (1993), « Information du public sur les risques technologiques majeurs », Cahiers du C.N.F.P.T, N. 39, Paris, 200p.
- LAMBOURDIERE E. (2004), « Risques, catastrophes naturelles et développement durable dans l'espace caribéen », in *La géographie des risques dans le monde*, Wackermann G. (dir), coll. Carrefours, Les Dossiers, ed. Ellipses, Paris, 247-258p.
- LANEYRIE-DAGEN N. (1994), « La mémoire de l'humanité. Les grandes tragédies »,



Larousse, Paris, 320p.

LAPIERRE D, MORO J (2001), « Il était minuit moins cinq à Bhopal » Robert Laffont, Paris, 442p.

LASLAZ, L (2003), « Géographie des risques technologiques sur le territoire français métropolitain », Cours de *Géographie: La France et ses régions en Europe et dans le Monde*, Université de Savoie, PLP2, Chambéry, 15p.

LEROY Alain, SIGNORET Jean-Pierre (1992), « Le risque technologique ». Col Que Sais Je ?, Edit Presses Universitaires de France, Paris, 126p.

LENOIR Yves (1996), « Tchernobyl, l'optimisation d'une tragédie », in *Ecologie et Politique* n 18-19, 11-45p.

LETOMBE G, LONGUEPEE J, ZUINDEAU B. (2002), « L'impact de l'environnement sur les valeurs mobilières », *Etudes foncières*, N.98, Paris, 39-41p.

LEVY J, LUSSAULT M (2003), « Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés », Belin, Paris 980p

MARTINAIS E. (1993), « Les risques technologiques dans les sud de l'agglomération lyonnaise. Les limites de la raison étatique », Mémoire de DEA, Université Lyon 2, ENTPE, Lyon, 87p.

MERLIN P. (1992), « Les transports urbains », collection : Que sais je ? Presses Universitaires de France, Paris, 128p.

MILLER D. (comp.) (1995), « Popper escritos selectos », Fondo de Cultura Económica de México, México D.F, 450p.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA PREVENTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES ET NATURELS MAJEURS (1991), « Le risque majeurs », CRDP, Dijon, 67p.

MONGIN P. (1995), « Territoires et réseaux d'information. Partenaires, projets, représentations et applications », CNFPT, Paris, 209p.

MORAND .DEVILLER J. (1987), « Le droit des pollutions et des nuisances », in *Le droit de l'environnement*, col. Que sais je ?, Presses Universitaires de France, Paris, 123p.

MOREAU F. (2002), « Comprendre et gérer les risques », Ed D'organisation, Paris, 222p.

MOUSEL M, ROCARD P. (1989), « La maîtrise de l'urbanisation autour des sites industriels à haut risque », *Préventique*, N.28, 7-11p.

MORINIAUX V. (Coord), (2003), « Questions de Géographie : Les Risques » Ouvrage collectif, Editions Temps, Nantes-Francia, 256p.

NOVEMBER V. (2000), « Les territoires du risque. Le risque comme objet de réflexion géographique », Thèse de géographie, Université de Genève, Suisse, 308p.

OZENDA P. (1986), « La cartographie écologique et ses applications », coll. *Ecologie appliquées et sciences de l'environnement*, Masson, Paris, 159p.

PARRA ARENILLAS T (coord). (2003), « Ecología y ciudad. Raíces de nuestros males y

modos de tratarlos », Fundación de investigaciones Marxistas, col El viejo Topo, España, 331p.

PIGEON P. (1994). « Ville et environnement », Nathan, Paris, 191p.

PLANCHETTE G, NICOLET J.L, VALANCOGNE J. (2003), « Et si les risques m'étaient comptés », Octares, Toulouse, 171p.

PLANE P, (1993), « Indicateurs de qualité de l'environnement urbain, in *Environnement Urbain, Hommes et Terre du Nord*, N. Hors série, 15-24p.

PREVENTIQUE, Revue oct 2002, « Sécurité », Sté Alpine de Publications, Grenoble, N.65, No spécial sur les risques industriels. 86p.

ROCARD P. (1987), « L'environnement industriel à travers les siècles », in *Sécurité*, Revue de Préventique, N.3, 1-6p.

ROCARD P, SMETS H. (1990), « Risques majeurs et urbanisation. L'économie du risque », Préventique, N. 36, 15-23p.

RONCAYOLO M. (1990), « La ville et ses territoires », Gallimard, Paris, 273p.

SALOMON J.J. (1992), « Le destin technologique », Balland, Paris, 323p

SAUVAGE L. (1997), « L'impact du risque industriel sur l'immobilier », ADEF, Paris, 254p.

SAUVAGE E. (1996), « Les risques technologiques majeurs et les marchés fonciers et immobiliers. Etude comparée France-Grand Bretagne ». Thèse de géographie, Institut d'urbanisme, Université Paris 12, 340p.

UMR 5600, CNRS (2001), « Risques et territoires », colloque international, 16-18/05/2001, Lyon, Vaulx en Vélain. Pré actes 3 vol, Tome 1 : La connaissance scientifique et technique des risques territorialisés, 251p.

VEYRET Yvette (coord). (2003). « Les risques ». Dossiers des Images Economiques du Monde, SEDES, Paris, 255p.

VEYRET Y. (1999) « Géo-environnement », SEDES, coll. Campus, 159p.

VIARDOT E. (1994), « Ecologie et entreprise », L'Harmattan, Paris, 191p.

VIARDOT E. (1997), « L'environnement dans l'entreprise », L'Harmattan, Paris, 200p.

VILAGRASA J, VOIRON C (1985), « La Geografia histórica anglosajona », Revista Catalana de Geografia, vol I, n° 0, 1985, pp. 31-46.

WACKERMANN G. (dir), (2004), « La géographie des risques dans le monde », coll. Carrefours, Les Dossiers, ed. Ellipses, Paris, 501p.

WOLF Alexander (2004), « Etude de cas: Les risques naturelles et anthropiques (Technologiques) en Ile-de- France hors de Paris », in *La géographie des risques dans le monde*, Wackermann G. (dir), coll. Carrefours, Les Dossiers, ed Ellipses, Paris, 303-316p.

WYNNE Brian (1992), « Uncertainty and environmental learning. Reconceiving science and policy in the preventive paradigm », Global Environmental Change, Butterworth – Heineman.

Ltd. June – 1992, pp. 111 – 127.

ZIMMERMANN P. (2003), «L’inscription des risques dans l’espace : difficultés de appréhension et de représentation. L’exemple des risques industriels» in *Questions de Géographie : Les Risques*, Moriniaux V. (Coord), Editions Temps, Nantes-Francia, 157-172p.

ZONABEND F. (1989), « La presqu’île au nucléaire », Ed. Odile Jacob, Paris, 188p.

**Forma de la geografía: definiciones, realización de coremas, teoría de sistemas y cartografía de los riesgos tecnológicos.**

AURIAC F (1992), « Modèles Graphiques: modéliser les structures et les dynamiques spatiales », in *Géopoint 92 : Modèles et modélisation en géographie*, Groupe Dupont, Université de Avignon, 37-41p.

BRUNET R. (2000), « Des modèles en géographie? Sens d'une recherche », Conférence prononcée le 24 novembre 1999 et publiée dans le *Bulletin de la Société de Géographie de Liège*, n°2, p. 21-30

BRUNET R. (2002), « La géographie sur la place: emplois, modes et modes d’emploi », In *Colloque Mutations des territoires, mutations de la géographie*, Société royale belge de géographie, Bruxelles 22 février 2002, 1-9p.

BRUNET R. (1987), « La carte, mode d’emploi », Paris, Fayard/Reclus, 270p.

BRUNET R. (1996), « Sur la modélisation des organisations spatiales » in *Démarches et pratiques en analyses spatiales*, Laboratoire Structures et Dynamiques Spatiales, actes d’Avignon, Avignon, 9-14p.

CAUVIN C. (1999), «Cartographic reasoning and cartographic principles », chap. III.1 in *GIS for environmental monitoring*, BAHR H.P. VOGTLE (ed), E. Schweizerbart’sche Verlagbuchhandlung (Nagale U. Obermiller), Stuttgart, 360p.

CAUVIN C. (2000), «Cartographier l’invisible de la ville ». *La recherche*, Supplément au n. 337 40-49p.

CHAMBON E (2003), «Rapport au Conseil Départemental d’Hygiène, Département de la Seine-Maritime. Rubis Terminal dépôt AVAL, Le Grand Quevilly», Rouen, 10p.

C.I.E.U, (2002), « L’explosion de l’usine AZT à Toulouse », UMR 5053, CNRS, Toulouse le Mirail, Mappemonde N. 65, 23-28p.

CORNELIS R. (2001), « La cartographie des risques et les risques de la cartographie » in *Risques et systèmes complexes. Les enjeux de la communication*, Presses Interuniversitaires Européennes, Peter Lang, col. Non Prolifération, Bruxelles, 207-222p.

DAUPHINE A, PROVITOLLO D. (2003), « Les catastrophes et la théorie des systèmes auto organisés critiques », in *Questions de Géographie : Les Risques* Moriniaux V. (Coord), Editions Temps, Nantes-Francia, 22-36p.

DAGORNE A, DARS R. (1999) « Les Risques Naturels : La cindynique », coll. Que sais-je ?, Presses Universitaires de France, Paris, 127p.

DONZE, J, (2002) « [La cartographie des risques industriels](#) ». In *Les sociétés face aux risques*

- DURAND- DASTES F. (1992), « Les modèles en géographie » in Géopoint 92 : Modèles et modélisation en géographie ; Groupe Dupont, Université d'Avignon, 9-17p.
- FANTHOU T. (1991), « Un atlas des risques majeurs dans les Hautes-Alpes », Bulletin de l'association de géographes français, n.3, 179-184p.
- FAUGERES L. (1991), « La géo-cindynique, géo science du risque », Bulletin de l'association de géographes français », n.3, 179-184.
- FONTANILLE P. (1996), « La maîtrise de l'urbanisation autour des sites industrielles à risques majeurs », Revue Géographique de Lyon, 7-9p.
- FRANKHAUSER P. (2002), « La ville fractale et la fractalité des villes », article in *La ville émergente. Résultats de recherche*, Dubois Taine (dir), Puca, Dijon, 12-20p.
- GLATRON S. (1995), « Industries dangereuses et planification. Cartographie des risques technologiques majeurs », Mappemonde, N.2, 32-35p.
- KERVEN G, RUBISE P. (1991), « L'archipel du danger. Introduction aux cindyniques », CPE, Economica, Paris, 444p.
- LARDON S, MILLIER C. (2001), « Cartographie statistique et graphes de relations », in *Revue internationale de Géomatique*, vol 11, Hermes, Paris, 58-149p
- LE BERRE M. (1984), « Pour un modélisation systémique de la différenciation spatiale », Actes du colloque Géopoint 84 : *Systèmes et localisation*, Avignon, Groupe Dupont, 83-89p.
- NAUMIS G (2002), “Los fractales: una nueva geometría para describir el espacio geográfico”, Conferencia presentada en el simposio: *La reurbanización de la Ciudad de México*, celebrada en la Unidad de Seminarios Ignacio Chávez, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, 10p
- PUMAIN D, SAINT-JULIET T. (1997), « L'analyse spatiale: localisation dans l'espace », Colin, Paris, 167p.
- PUMAIN D, SAINT-JULIET T. (2001), « L'analyse spatiale: les interactions spatiales », Colin, Paris, 191p.
- ROCHE S. (2000), « Les enjeux sociaux des systèmes d'information géographique. Le cas de la France et du Québec », L'Hamattan, Paris, 157p.
- STEINBERG J. (1993), « Le rôle de la cartographie dans la gestion des risques technologiques majeurs », Annales de géographie, N.570, 175-181p.
- STEINBERG J. (1996), « Cartographie. Pratique pour la géographie et l'aménagement », SEDES, Paris, 130p.
- TANZI T, LAURINI R, SERVIGNE S. (1998), « Vers un système temps réel d'aide à la décision spatiale », in *Revue internationale de géomatique*, Vol. 8, n. 3, Hermes, Paris, 36-46p.
- WALKER G MOONEY J, (2001), « Modeling and risk in spatial context. Major accident hazards in the UK », Colloque *Risques et Territoire*, UMR 5600, CNRS, Lyon, Vaulx en Velin. Pré actes tome 1, 47-59p.

WALLISSER, B (1977), « Systèmes modèles. Introduction critique de l'analyse des systèmes ». Ed Seuil, Paris, 45-75p

ZIMMERMANN P, RAVANEL L, SAINT-GERAND T (2002), « Cartographie des risques technologiques majeurs: Nouvelles attentes avec les SIG », Collection Mappemonde. N. 65, 17-21p.

ZIMMERMANN P, SAINT GERAND T. (2001), « Modélisation cartographique des RTM: de la connaissance du risque à sa gestion », In colloque *Risques et Territoire*, UMR-CNRS 5600, Lyon, Vaulx en Vélain, Pré actes Tome 1, 171-185p.

ZIMMERMANN P. (1996), « De l'usage de la cartographie dans l'appréhension des RTM. In *Risques et pollutions industriels et urbains*, Donze (dir), RGL, Vol 71, N.1

ZIMMERMANN P. (1994), « Risque technologique majeur. Conditions de production et rôle des outils cartographiques dans les processus d'identification et de gestion » Thèse de géographie, Université Louis Pasteur Strasbourg, 280p.

ZIMMERMANN P, (resp Caen), CAUVIN C (resp. Strasbourg), et participants SAINT-GERAND Th, HIEGEL C. (2000), « LA cartographie dynamique: méthode d'analyse des phénomènes spatio-temporels. Application à l'expertise des risques technologiques », Rapport de recherche ronéoté, Caen, 139p.

### **Gestión de los riesgos tecnológicos**

ANSIDEI M, DUBOIS D, FLEURY D, MUNIER B (1998), «Les risques urbains. Acteurs, systèmes de prévention », Anthopos, Paris, 286p.

BAILLY A.S (1996), « Environnement, risques naturels, risques de sociétés » in *Risques Naturels. Risques de société*, Economica, Paris, 184p.

BARRENECHEA J. (2002), « El tratamiento y gestión de combustibles, radiactivos como problema sociotécnico », Seminario sobre Política de Gestión de Residuos Radiactivos, Centro Atómico Ezeiza – CNEA; Buenos Aires 24 de setiembre de 2002, 7p.

BOCENO L, DUPONT Y, GRANDAZZI G, LEMARCHAND F. (2000), «Vivre en zone contaminée ou les paradoxes de la gestion de risque», in *Innovations et sociétés n.1*, Publications de l'Université de Rouen 41-64p.

BONNET E, BOURCIER A. (2001), « Un observatoire pour l'évaluation des vulnérabilités et la prévention des risques industriels. L'agglomération du Havre. Actes de Géoforum, villes et géographie, géographes associés, N.24, AFDG,Lyon, 157-161p.

CHARBONNEAU S. (1994 ), « La prévention des risques et des pollutions industrielles par le droit de l'urbanisme »,in *Sécurité, Revue de Préventique*, n° 18, pp. 41-44.

CUTTER S. L. (1996), « Les réactions des sociétés face aux risques majeurs », *Revue internationale des sciences sociales*, N. 150, Paris.

De MARCHI B, FUNTOWICZ S. (2002), «La gobernabilidad del Riesgo en la Unión Europea», Ed Mimeo, Madrid, España, 60p.

De MARCHI, B. y FUNTOWICZ, S. (2000), “Aprender a Aprender la Complejidad Ambiental”. En: Enrique Leff (Editor), Siglo XXI. México, 45p.

DENIS H. (1998), « Comprendre et gérer les risques socio technologiques majeurs », Ecole Polytechnique de Montréal, Québec -Canada, 342 p.

DEROCHES A, LEROY A. VALLEE F. (2003), « La gestion des risques. Principes et pratiques », Hermes, Paris, 286p.

DONZE J. (2003), « Bhopal, Toulouse, Couloir de la chimie : faut-il avoir peur de l'industrie chimique ? », Article in *Café géo sur les risques industriels*, 10 dec 2003, Lyon, 4p.

DOUGLAS Mary, (1996) “La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales”, Ediciones Paidós Studio. Barcelona, España, 173p.

DRIRE, (2000), « La prévention des risques industrielles en Rhône Alpes », Drire, Rhône Alpes, 24p.

DUCLOS D. (1991), « Le homme face au risque », L’Harmattant, Paris, 255p.

EWALD F. (1990), « La société assurancielle », Risques N. 1, in *Revue Professionnelle Le point de vue des compagnies d’assurance*, Paris, 5-23p.

FERNANDEZ Maria Augusta (comp). (1997), “Las ciudades en riesgo”. Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina, USAID, primera edición, 188p .

FIRPO .M y FREITAS, C. (1998), “Vulnerability and industrial Hazards in Industrializing Countries: an Integrative Approach.” Seminario: *Vulnerability an Environmental Problems*. June 1998. Rio de Janeiro, Brasil, 15p.

FIRPO de Souza Porto, FREITAS Machado C. (1996). “Major Chemical accidents in industrializing countries. The socio – political amplification of risk.” *Risk Analysis Uncertainty*” in: *Waste management Risk Management and Hazardous Waste*.vol.16. N°1, 22-33p.

FUNTOWICTZ S, RAVETZ J. (1993), “La ciencia Pos normal”, Centro Editor de América Latina, Buenos Aires Argentina, 109p.

HANS J (1990), « Le principe responsabilité, une éthique pour la civilisation technologique » Paris, cerf 4-10p.

LAGADEC P. (1989). « Les risques technologiques majeurs et la gestion des crises post-accidentelles » in *Les risques majeurs et la protection de la population. Planifier- protéger-secourir*, Le Moniteur, Paris, 21-27p.

LAGADEC P. (1994), « La gestion des crises, outils de réflexion à l’usage des décideurs », Mac Graw Hill, Londres, Edisciences, Paris, 110p.

LAVELL T. (1993), “Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: Un encuentro inconcluso” en *Los riesgos no son naturales* , Maskrey (coord), colecciones de la Red latinoamericana de Desastres, Bogotá, Colombia, 135-154p.

LAVIGNE J-C. (1988), « Au fil des risques, les villes. Une approche globale de la gestion

urbaine » in *Risques et Périls, Les Annales de la Recherche Urbaine*, n.40, Dunod, Paris, 11-16p.

MASKREY Andrew (comp). (1993), « Los desastres no son naturales », Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina, Bogotá- Colombia, 166p.

MATHEU M, (coord) (2002), “La décision publique face aux risques”, rapport du séminaire *Risques*, Commissariat Général du Plan, Ministère de l’Ecologie et du Développement Durable, Ministère de l’ Economie des Finances et de l’Industrie : Direction de la Prévision, La documentation française, 167p.

MINISTERE DE L’AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L’ENVIRONNEMENT, (2001), « Directive No 96/82 du Conseil du 9 décembre 1996 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses », Le prévention des risques industriels, CEEE, 52p.

OGE F. (2002), « Les politiques publiques françaises des risques industriels », Pouvoirs locaux, Paris, 13p.

GODARD O, HENRY C, LAGADEC P, KERJAN E. (2002), « Traité des nouveaux risques », coll Folio/Actuel, Editions Gallimard, Paris, 620p.

PIGEON P (1996). « La gestion des risques urbaines », in *Risques naturels, risques de sociétés*, sous la direction de A. Bailly, Economica, 51-62p.

UMR 5600, CNRS (2001), « Risques et territoires », colloque international, 16-18/05/2001, Lyon, Vaulx en Velin. Pré actes 3 vol, Tome 2 : La gestion des risques, 288p, Tome 3 : Perception, regards institutionnels, regards ordinaires, 308p.

WILCHES-CHAUX G (1998), « Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o Yo voy a correr el riesgo. Guía de LE RED para la gestión local del riesgo”, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, Quito Ecuador y Lima Peru, 153p.

WYNNE I (1987), “Risk Assessment of Technological Systems” – Cap 9 *Dimensions of Problems*. Rio de Janeiro, Brasil. June 34-45p.

### **Análisis del riesgo de origen natural y del riesgo tecnológico ligado con los combustibles dentro de las ciudades y en el DMQ- Ecuador**

ACCION ECOLOGICA (2003), “Un derrame en Papallacta”, reporte institucional El 8 de abril del 2003, Fundación Acción ecológica, 1p.

CUERPO DE BOMBEROS DE QUITO (1998), “Localización de Fuentes Relacionadas con el Expendio de Gas y Gasolina”, Quito-Ecuador, 5p.

CUERPO DE BOMBEROS DE QUITO, (2003), “Bases de datos de intervenciones en el DMQ”, Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana, Unidad de Prevención de Desastres, 24 fichas.

DEFENSA CIVIL, (2004), “Accidentes de mayor peligro suscitados en el Ecuador”, reporte de la sección de Atención de Desastres, Quito, 2004, 2p.

DIARIO EL HOY (2002), “Relleno Sanitario Jalonguilla y Maestrochupa”, Artículo del 20 de julio del 2002 Quito- Ecuador 2p.

DIARIO EL HOY, (2000), “Las huellas de cubana de aviación”, artículo publicado 10 de junio del 2000, movimiento Blanco y Negro, 5-7p.

DIARIO EL HOY (2002), “Alarma en Lago Agrio tras una nueva explosión del oleoducto”, artículo publicado el 14 de diciembre del 2002, Quito Ecuador, 1p.

DIARIO EL HOY (2002), “Rotura del oleoducto ocasiona un derrame de 3 685 barriles”, artículo publicado el 12 de diciembre del 2002, Quito Ecuador, 1p.

DIARIO EL HOY (2001), “El SOTE sufre otra ruptura en la vía entre Lago Agrio y Lumbaquí”, 11 de diciembre del 2002, Quito-Ecuador, 2p.

D'ERCOLE R, METZGER P. (2002) “Los Lugares Esenciales del Distrito Metropolitano de Quito”, Colección Quito Metropolitano, Quito-Ecuador, , 203p.

D'ERCOLE R, METZGER P. (coord), ESTACIO J, 2001 “Abastecimiento y peligrosidad de productos químicos peligrosos, combustibles y radioactivos en el DMQ”, Programa “Sistemas de Información y riesgos en el DMQ” IRD-MDMQ, 2 volúmenes, Quito, (60 y 104p).

D'ERCOLE R. (coord), ESTACIO J. (2003), “Elementos esenciales y vulnerabilidad del Sistema Eléctrico Quito”, Programa “Sistemas de Información y riesgos en el DMQ” IRD-MDMQ, Quito, , fichas 45p, informe, 50p.

D'ERCOLE R. (1989), “La catástrofe del Nevado del Ruiz ¿Una enseñanza para el Ecuador? El caso del Cotopaxi” en la revista *Riesgos naturales en Quito: lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi* Estudios de Geografía Vol 2, Corporación Editora Nacional, Colegio de Geógrafos del Ecuador, 6-32p.

EEQ. SA (2001), “Boletín de gestión de la Empresa Eléctrica Quito S.A. 1996 – 2000”, Sección de gerencia y funcionamiento, Quito, 25p.

EL COMERCIO, diario (2002), «Explosión en Riobamba en base militar Galápagos», Artículo publicado el 22/11/2002, Quito- Ecuador, 1p.

EMAAP-Q (1998), “Plan Maestro integrado de agua potable y alcantarillado para la ciudad de Quito”, DCO consultores y TAHAL Consulting engineers LTD, informe final, volumen 1, febrero 1998, 160p.

FUNDACION OIKOS, (2000), “Base de datos de accidentes mayores suscitados en el mundo”, Sección de registros de accidentes, Quito Ecuador, 12p.

GLATRON S. (1997), «L'évaluation des risques technologiques majeurs en milieu urbain : approche géographique, Le cas de la distribution des hydrocarbures dans la région Ile-de-France », Thèse de Géographie, Paris I, 393p.

GLATRON S, (1996), « Evaluer les risques liés au stockage et au transport des hydrocarbures en milieu urbain », in *Risques et pollutions industriels et urbains*, Donze (dir), R.G.L, vol 71, N.1, 17-23p.

GLATRON S, (1999), « Une évaluation géographique des risques technologiques. L'exemple du stockage et de la distribution des hydrocarbures en Ile de France », *L'Espace Géographique* N.4, 361-371p.

GOMEZ, N (1997), “Pasado y presente de la ciudad de Quito”. Editorial EDIGUIAS, Quito-Ecuador, 176p.



- GRIOT C. SAUVAGNARGUES-LESAGES, DUSSERRE G., PICHERAL H. (2001), « La vulnérabilité du territoire face aux risques technologiques : Application aux risques liés au transport de matières dangereuses terrestres ». In colloque International *Risques et territoires*, UMR, CNRS 5600, ENTPE, Vaulx-en-Velin, tome 1, 16-18 mai, 153-167p.
- GUERRERO P (2004), “Aportes para el ordenamiento territorial en las parroquias Cumbayá y Tumbaco”, tesis de Ingeniería, departamento de Ciencias Geográficas y estudios Ambientales, Universidad Católica del Ecuador, 120p.
- GUERRERO P (2002), “Análisis de la crisis energética y el proceso de apagones en el DMQ”, Programa de Sistemas de Información y riesgos en el DMQ, D’Ercole R y METZGER P. (coord), IRD, Quito Ecuador, 19p.
- IGM, IPGH, ORSTOM (1992), « Atlas infographique de Quito : socio dynamique de l'espace et politique urbaine », - 41 planches bilingue (espagnol, français), tabl, graph., bibliogr. ; 29,7 x 42., ORSTOM, Paris
- IMP (Instituto Mexicano del Petróleo) (1995) “Reubicación de las Instalaciones del Terminal Beaterio”, Terminal Beaterio, CEPE, Ministerio de Energía y Minas, proyecto de reubicación, volumen 1, Quito-Ecuador, 112p.
- INERIS, (2001) « Mise sous talus ou sous terre des réservoirs contenant des hydrocarbures liquides inflammables », Direction des risques Accidentels, Rapport final, sep-2001, 38p.
- MDMQ, DGP (2000), “Plan de competitividad y desarrollo económico del DMQ”, proyecto de desarrollo económico y competitividad del DMQ, octubre 2000, 26p.
- METZGER P, BERMUDEZ N. (1996) “El medio ambiente urbano en Quito”, Dirección General de Planificación, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, ORSTOM, 186 p.
- METZGER P. (2001), “Perfiles ambientales de Quito”, Dirección Metropolitana de territorio y Vivienda-MDMQ-IRD, Col. Quito Metropolitano, 116p más anexos.
- PAZ Y MIÑO, César (2000), “Daños sin Reparaciones de Hidrocarburos”, artículo publicado en cartelera de la facultad de Petróleos, Escuela Politécnica Nacional, 2p.
- PELTRE (coord), (1989). “Riesgos naturales en Quito: lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi” Revista Estudios de Geografía Vol 2, Corporación Editora Nacional, Colegio de Geógrafos del Ecuador, 91p.
- PETROECUADOR, (2003), “Producción anual de petróleo y gas. Región Amazónica Campos, Periodo: 1972 - 2002”, Petroproduccion, Quito-Ecuador, 2p.
- RODRIGUEZ D, GONZALEZ V. (2003) “La seguridad industrial en las envasadoras de combustibles inflamables y sustancias tóxicas”, Revista ESTRUCPLAN, Superintendencia de Riesgos Laborales, Buenos Aires, Argentina 23-27p.
- SIERRA A (2000), « Gestion et enjeux des espaces á risques d’origine naturelle : l’exemple des versants et des quebradas de Quito, Equateur ». Thèse de géographie, Université de Paris VIII, 326p.
- SORIA Carlos (2000), “ Rotura del Oleoducto: 18 de Diciembre del 2000” Diario El Hoy. Quito Ecuador 1p.
- WALLACE COOPER (1994) United States Environmental Protection Agency Observations on

the Environmental Risk posed by the Petroecuador, Beaterio Facility, Quito, 312p.

ZUCHELLI M, D'ERCOLE R, PORTALUPPI C. (coord), (2003), « Amenazas, vulnerabilidad, capacidad y riesgo en el Ecuador. Los desastres un reto para el desarrollo », Cooperazione Internazionale, IRD, OXFAM-GB, Quito-Ecuador, 121p más anexos.

### **Reglamentaciones y guías del DMQ en relación a la gestión de los riesgos tecnológicos**

Código de conducta para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos, FUNDACIOPN NATURA, 1997, Quito-Ecuador

Compilación de Legislación Municipal, Municipio Metropolitano de Quito, 1997, Quito-Ecuador.

Lista de historial de Accidentes, SIAT, 2000-2001, Quito-Ecuador.

Localización de Fuentes Relacionadas con el Expendio de Gas y Gasolina, Cuerpo de Bomberos, 1998, Quito-Ecuador

Manejo Ambientalmente Seguro de Productos Químicos Industriales, COSUDE- Fundación Natura, 1996, Quito-Ecuador

Norma 704 de la National Fire Protection Ambiental, Gobierno de los Estados Unidos, 1952, Washington-EEUU

Norma Técnica Ecuatoriana, Cuerpo de Bomberos de Quito, 1999, Quito-Ecuador

Normas Técnicas Ecuatorianas INEN (compilación), Aproque- Fundación Natura, 1999, Quito-Ecuador

Políticas de seguridad, salud y medio ambiente, Clemis Miki - AGA, 1996, Quito-Ecuador

Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos, Ministerio de Medio Ambiente, 1998, Quito-Ecuador

Reglamento para Ejecutar las Actividades de Almacenamiento, Transporte, Comercialización y Venta al Público de Derivados del Petróleo Producidos en el País o Importados, Dirección Nacional de Hidrocarburos, 1996, Quito-Ecuador

Reglamento para la Comercialización de Gas Licuado de Petróleo GLP, Dirección Nacional de Hidrocarburos, 1996, Quito-Ecuador

Technical Specifications of Facilities for Transport and Storage of Oil, Petroecuador, 2000, Quito-Ecuador

Normas de Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos, INEN, 2000, Quito-Ecuador

### **SITIOS WEB**

[www.Agora21.org/ari/](http://www.Agora21.org/ari/) Site de l'ENMSE. St.Etienne

[www.cindynics.org](http://www.cindynics.org) -Institut Européen des Cindyniques, Paris

[www.irma-grenoble.com](http://www.irma-grenoble.com) -Institut des risques majeurs. Grenoble

[www.cypres.org/html/risques.html](http://www.cypres.org/html/risques.html) -Centre d'information pour la prévention des risques industriels Martigues-

[www.lyon-spiral.org](http://www.lyon-spiral.org) -SPPPI (secrétariat permanent pour la prévention des pollutions industrielles et des risques), Lyon. De meme, SPPPI Basse-Seine, littoral Calais-Dunkerque, Toulouse.

[www.amrae.asso.fr](http://www.amrae.asso.fr). -Association pour le management des risques et des assurances de l'entreprise.

[www.ineris.fr](http://www.ineris.fr) -Institut national de l'environnement industriel et des risques-

[www.environnement.gouv.fr](http://www.environnement.gouv.fr) -Ministère de l'Environnement-

<http://perso.wanadoo.fr/sfrm> -Société française des risques majeurs (bureau d'études), Rives (38)

[www.san-vnf.fr](http://www.san-vnf.fr) -Réseau de villes européennes pour le développement durable et risques technologiques.

[www.IPGR.org](http://www.IPGR.org) -Institut de Prévention et de gestion des risques urbains, Marseille.

[www-hs.iuta.u-bordeaux.fr/lesbats/gtc](http://www-hs.iuta.u-bordeaux.fr/lesbats/gtc) -Le maire face aux risques- CD ROOM « on line ».

[www.sigma.risk.fr](http://www.sigma.risk.fr) -Réseau de consultants en risk management et audit d'assurance-  
[www Mappemonde-org](http://www.Mappemonde-org)  
[www.debat-risques.environnement.gouv.fr](http://www.debat-risques.environnement.gouv.fr) -Site ouvert à l'occasion de débat national sur les  
 risques industriels après Toulouse-  
[www.aria-environnement.gouv.fr](http://www.aria-environnement.gouv.fr) -Site de BARPI-  
[www.preventique.org](http://www.preventique.org) -Revue de sécurité-  
[www.prim.net/professionnel/riprim/seminaire.html](http://www.prim.net/professionnel/riprim/seminaire.html) -Rencontres européennes de la Géomatique  
[www.scifrance.org/org/congrès:maitrisedesrisquesindustriels/index.html](http://www.scifrance.org/org/congrès:maitrisedesrisquesindustriels/index.html) -Actes maison de la  
 Chimie, Maîtrise des risques industriels-  
[www.reliefweb.int](http://www.reliefweb.int) -site officiel des nations unies (organisation des affaires humanitaires) avec  
 des informations de crise dans le monde.  
<http://www.ac-toulouse.fr/histgeo/monog/azf/azf.htm> - Accident de Toulouse-  
<http://sfa.univ-poitiers.fr/commedia/DESSrisq2001/Feysin/accueil.html> - Accident de Feysin-  
<http://www.jurisques.com/jfcri.htm> -Accidents majeurs-  
[www.technol.org](http://www.technol.org) -Base de datos de accidentes mayores a nivel mundial-  
[mlohez@cafe-geo.net](mailto:mlohez@cafe-geo.net) -Ponencias sobre geografía urbana y riesgos-  
[www.petroecuador.org.ec](http://www.petroecuador.org.ec) -Página de Petroecuador-  
[www.mdmq.gouv.ec](http://www.mdmq.gouv.ec) -Página del Municipio de Quito-  
[http://www.cites21.org/initiatives-locales/mulhouse\\_page2.html](http://www.cites21.org/initiatives-locales/mulhouse_page2.html) -sites sur périmètres de  
 protection-  
<http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/neron.asp> - revista de manejo de industrias peligrosas  
 Argentina-  
<http://debat-risques.environnement.gouv.fr> -débats publics sur les risques industriels-  
[La cartographie des risques industriels.](#) -article in line DONZE, J-  
<http://www.uml.edu/centers/lcsp/precaution> -LOWELL, Declaración de sobre ciencia y  
 Principio de Precaución. (Diciembre 2001)

## SOFTWARES UTILIZADOS

SAVANE : SIG propiedad de la IRD, (responsable Marc Souris)  
 ARC VIEW- GIS 3.2 : SIG propiedad del " Environmental System Research Institute Inc."  
 MICROSTATION : System CAD, propiedad BENTLEY  
 ADOBE ILLUSTRATOR 8 : sistema de diseño, gráficos y cartografía, propiedad ADOBE  
 COREL PHOTO-PAINT 11 : sistema de diseño, corrección de estilo gráfica y de fotos  
 OFFICE 2002 : Word, Excel, Front Page, propiedad Microsoft Corporation

## SIGLAS

<b>BLEVE:</b>	Boling liquid expanding vapour explosion
<b>CONGAS:</b>	Compañía nacional de gas- Ecuador
<b>DMQ:</b>	Distrito Metropolitano de Quito
<b>DMSC :</b>	Dirección Metropolitana de de seguridad ciudadana
<b>DMSC :</b>	Dirección metropolitana de seguridad ciudadana-MDMQ
<b>DMTV:</b>	Dirección metropolitana de territorio y vivienda-MDMQ
<b>DNH :</b>	Dirección nacional de hidrocarburos- Ministerio de Energía y Minas del Ecuador
<b>DRIRE :</b>	Direction régional de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
<b>EEQ :</b>	Empresa eléctrica Quito
<b>ELAC:</b>	Elementos que intervienen en el almacenamiento de combustibles DMQ
<b>EMAAP :</b>	Empresa municipal de alcantarillado y agua potable-MDMQ
<b>ENSO:</b>	El Niño Oscilación del Sur
<b>EPN:</b>	Escuela politécnica nacional-Ecuador
<b>FLACSO:</b>	Facultad latinoamericana de ciencias sociales
<b>GLP:</b>	Gas licuado de petróleo
<b>IESS:</b>	Instituto ecuatoriano de seguridad social
<b>INEN:</b>	Instituto Nacional ecuatoriano de normalización
<b>INERIS :</b>	Institut de l'environnement industriel et des risques
<b>IRD :</b>	Institut de recherche pour le développement
<b>LA RED:</b>	Red de estudios sociales y prevención de desastres en América Latina
<b>MDMQ:</b>	Municipio del Distrito Metropolitano de Quito
<b>OCP:</b>	Oleoductos de crudos pesados-Ecuador
<b>PLU :</b>	Plan local d'urbanisme
<b>PNUD :</b>	Programa de naciones unidas para el desarrollo
<b>PPI :</b>	Plan particulier d'intervention
<b>S/E:</b>	Subestación de energía eléctrica
<b>SEI:</b>	Service de l'environnement industriel
<b>SIAT:</b>	Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito de la Policía Nacional
<b>SIIM:</b>	Sistema de información e investigación metropolitana-MDMQ
<b>SIG:</b>	System d'Information Géographique
<b>SOTE:</b>	Sistema de oleoductos transecuatorianos
<b>UNDRO:</b>	United nations disaster reliefs co-ordinator
<b>UPD:</b>	Unidad de prevención de desastres -MDMQ
<b>UPGT :</b>	Unidad de planificación y gestión del transporte-MDMQ
<b>UVCE:</b>	Unconfined vapor cloud explosions

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: la base conceptual de conocimiento de riesgo tecnológico .....	6
Figura 2 : la repartición de las catástrofes por dominio .....	10
Figura 3: las dinámicas de gestión de riesgos tecnológicos en francia y ecuador.....	12
Figura 4: dinámicas y consecuencias de peligros en el sistema: ciudad .....	14
Figura 5: efectos en cadena de peligros tecnológicos por combustibles en sitios urbanos .....	15
Figura 6: modelo de gestión tecnológico en los centros urbanos.....	18
Figura 7: las frecuencias de catástrofes naturales registras desde 1500-2000 en Ecuador.....	22
Figura 8: las frecuencias de accidentes tecnológicos registras de 1995 al 2002 en Ecuador .....	24
Figura 9: algunos riesgos de origen natural del DMQ .....	27
Figura 10: dinámica de las instalaciones tecnológicas en la mitigación o agravamiento de escenarios de riesgo del DMQ .....	28
Figura 11: los principales peligros tecnológicos del DMQ.....	31
Figura 12: la localización de instalaciones de actividad petrolera y de combustibles en el Ecuador .....	33
Figura 13: sistemas urbanos con respectos a los riesgos tecnológicos por combustibles en el DMQ .....	34
Figura 14: las rutas de distribución de hidrocarburos por oleoductos y poliductos* .....	35
Figura 15: la localización de instalaciones de combustibles en el DMQ .....	36
Figura 16: el funcionamiento del sistema de transportes de combustibles .....	37
Figura 17: las instalaciones de abastecimiento de combustibles importantes en el DMQ .....	38
Figura 18: la dinámica relacional de combustibles en el DMQ .....	39
Figura 19: comparación cartográfica con el modele de localización y dinámica de combustibles en el DMQ.....	40
Figura 20: los lugares preferenciales de accidentes suscitados por combustibles en el DMQ....	42
Figura 21 : zonas de efecto bajo estudio de peligros.....	43
Figura 22: las zonas de peligro potenciales de las instalaciones de combustibles en el DMQ .	44
Figura 23: lugares peligrosos potenciales importantes en el DMQ.....	45
Figura 24: las estructuras urbano- espaciales importantes en el DMQ .....	46
Figura 25: relación peligros potenciales de combustibles y estructuras espaciales urbanas importantes del DMQ.....	47
Figura 26: comparación cartográfica con modelo de peligros tecnológicos en relación a la estructura urbano- espacial del DMQ.....	47
Figura 27: la localización de zonas de peligro tecnológico de las plantas envasadoras Congas y AGA .....	49
Figura 28 : zonificación de grados de peligro tecnológico de las plantas envasadoras Congas y AGA con al área urbana y a las redes de agua potable y electricidad.....	50
Figura 29: análisis de riesgos tecnológicos de las instalaciones eléctricas expuestas a peligros bleve de las plantas Congas y AGA .....	53
Figura 30: las consecuencia a nivel de abastecimiento de energía por disfuncionamiento de S/E epiclachima y de sus líneas de sub-transmisión dentro de zona de riesgo .....	54
Figura 31: posibles consecuencias por desabastecimiento de energía en sectores económicos..	55
Figura 32: contornos de isoriesgos individual.....	56
Figura 33: la curva de farmer .....	57
Figura 34: factores de vulnerabilidad a considerar en el análisis de riesgo tecnológico en el DMQ .....	58
Figura 35: modelo de cartografía de peligros tecnológicos en las rutas.....	59
Figura 36: gestión de riesgos tecnológicos en el DMQ.....	60

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: características de los riesgos tecnológicos a nivel mundial.....	4
Cuadro 2: niveles de definiciones de riesgo tecnológicos.....	6
Cuadro 3 accidentes y escenarios provocados por instalaciones de material peligroso...	8
Cuadro 4: los principales eventos tecnológicos suscitados en el Ecuador de 1995-2002 .....	23
Cuadro 5: riesgos s potenciales y revelados ligados con elementos tecnológicos en el DMQ.....	30
Cuadro 6: los principales elementos de combustibles y características en cuanto a su funcionamiento.....	35
Cuadro 7: accidentes en el DMQ ocasionados por transporte de combustible por vía .	43
Cuadro 8: zonificación de zonas de peligro.....	44
Cuadro 9: análisis de riesgo de instalaciones eléctricas a posibles escenarios de BLEVE (Congas-AGA) .....	52
Cuadro 10: frecuencia de decesos anuales por industria química .....	56

## ANEXOS

### Direcciones de personas y de organismos

Las personas

D'Ercole Robert  
Institut de Recherche pour le Développement IRD  
Whymper 442 y Coruna  
Telf : (593-2), 503 944/ 504 856  
Quito Ecuador  
[dercole@ecuanet.ec](mailto:dercole@ecuanet.ec)

Nury Bermudez  
Municipio del Distrito Metropolitano de Quito MDMQ  
Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda  
Sistemas de Información e Investigación Metropolitana  
García Moreno 1130 y Chile  
Telf (593-2), 584 347  
Quito Ecuador  
[dgp@quito.gov.ec](mailto:dgp@quito.gov.ec)

Diego Vallejo  
Fundación Natura  
Avenida República 481 y Almagro  
(593-2), 503 391  
Quito Ecuador  
[dvallejo@fnatura.org](mailto:dvallejo@fnatura.org)

Jacques Donze  
Universite Lyon III  
7 rue Chevreul 69007  
telf 0609313889  
Lyon-France  
[jaques.donze@free.fr](mailto:jaques.donze@free.fr)

Patrick Pigeon  
Universite de Savoie Departament de géographie  
Savoie-Technolac, BP 1104  
73011 Chambéry Cedex  
Telf (33 4), 79 75 87 84  
Chambéry-France  
[patrick.pigeon@savoie-univ.fr](mailto:patrick.pigeon@savoie-univ.fr)

Paulina Guerrero  
Municipio del distrito metropolitano de Quito  
Administración Zonal calderón  
Vía de ingreso a mariana de Jesús 976 y Av. Cptan: Giovanni Calles  
Telf (593 2), 2425 430  
Quito Ecuador  
[pguerrero@yahoo.es](mailto:pguerrero@yahoo.es)

Lorena Vinuesa  
Municipio del distrito metropolitano de Quito  
Dirección metropolitana de seguridad ciudadana  
Calle Venezuela y Chile, Alcaldía general  
Telf: (593 2), 570 709 (593 2), 289 746  
Quito-Ecuador  
[dmsc@quito.gov.ec](mailto:dmsc@quito.gov.ec)

Los organismos e instituciones

**DEFENSA CIVIL**

Av. Amazonas y Villalengua  
Telf: (593 2), 245 031 / 455 441/ 439 433  
Casilla 4979/ CCNU  
Quito-Ecuador

**Empresa Eléctrica Quito SA**

Daniel Hidalgo 168 y Av 10 de Agosto  
Telf: (593 2), 235 079/ 509 459/ 547 228  
Telefax: (593 2), 500 442  
Casilla: 17-01-3571  
Quito-Ecuador

**Institut de Recherche pour le Développement**

Centre de recherche d'île de France  
Unité UR 029  
32, avenue Henri Varagnat  
93143 Bondy cedex  
Téléphone 33 (01), 48 02 55 00/ 48 47 30 88/  
Paris-Francia

**Institut de Recherche pour le Développement**

Whymper 442 y Coruña  
Téléphone : (593 2), 503 944/ 504 856  
Apartado Postal : 17 12 857  
Representant : Pierre Gondard  
Quito-Equateur

**Policía Nacional del Ecuador**

SIAT, Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito  
Foch E-438 Sector La Mariscal  
Telf: (593 2), 222-8458/ 250-2127  
Quito-Equateur

**Municipio del Distrito Metropolitano de Quito**

Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana  
Cuerpo de Bomberos de Quito  
Ventimilla S/N y Reina Victoria.  
Telf: (593 2), 102 (de emergencia)  
Quito-Equateur

**Petroecuador**

Servicio de mantenimiento y distribución (Petrocomercial)  
Alpallana E8-86 y Av. 6 de Diciembre.  
Telf: (593 2), 256-3060 /256-1250  
Quito-Equateur

**Ministerio de Energía y Minas**

Dirección Nacional de Hidrocarburos.  
Orellana y Juan León Mera.  
Telf: (593 2), 255-0018 /290-9595  
Quito-Equateur

**Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement**

Direction de la prévention des pollutions et des risques  
Service de l'environnement industriel  
Bureau des Risques Technologiques et des Industries Chimiques et Pétrolières  
20, avenue de Ségur  
75302 Paris 07 SP  
tel : 16 (1), 42 19 20 21  
telecopieur : 16 (1), 42 19 14 67  
Paris- Francia



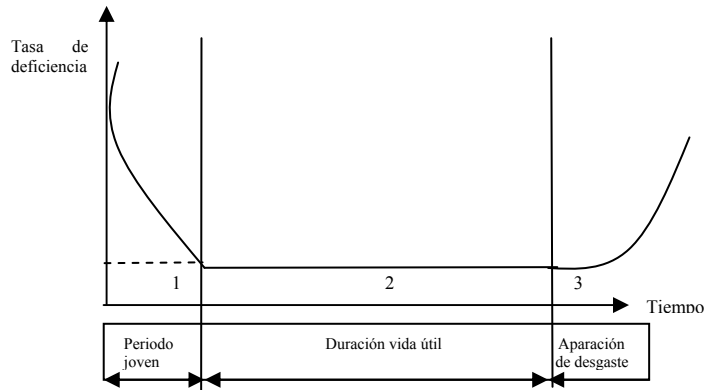
# 1 parte

## Base teórico conceptual y de localización de peligros tecnológicos

### Anexo 1 Curva en Baignoire

Ley exponencial:

La curva en baignoire: Dans les années 1950, des études statistiques ont montré que de nombreux composants électroniques avaient un taux de défaillance  $\lambda(t)$  variant suivant une courbe dite « en baignoire ». Succinctement, le taux de défaillance d'un ensemble de  $n$  composants électroniques peut être estimé par le rapport entre le nombre de composants défaillants  $N$  et le temps de fonctionnement cumulé  $T$  assuré par les  $n$  composants depuis l'origine:  $\lambda = N/T$ :



La région 1, représente période de jeunesse, ou période de défaillances précoces, pendant laquelle apparaissent les défauts dus à des erreurs de conception ou fabrication: 10 heures pour une pièce mécanique, 100 heures pour un composant électronique et 6 mois pour une grosse machine tournante.

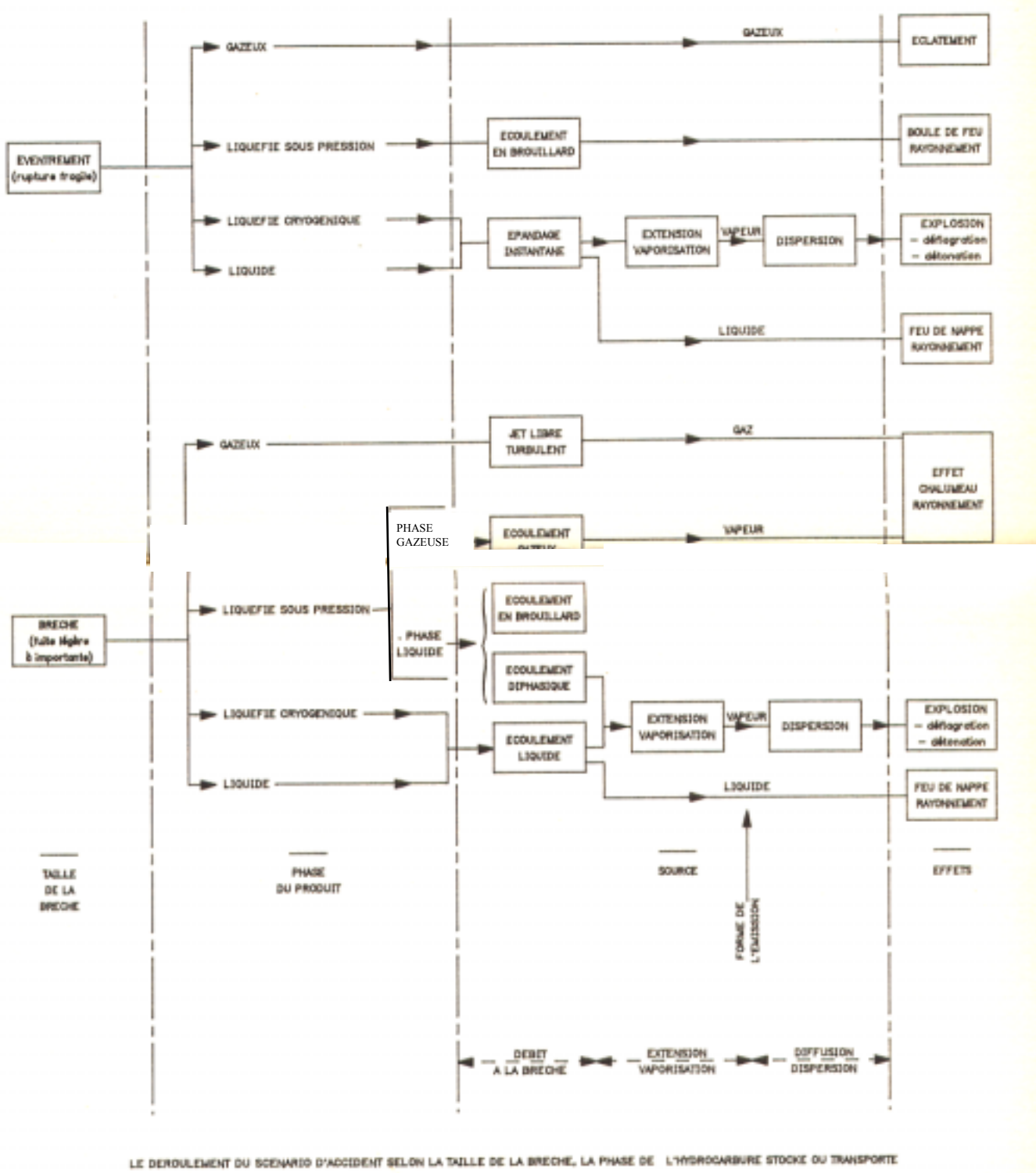
La région 2, définit la période de vie utile d'un élément pendant laquelle le taux de défaillance est sensiblement constant: Milliers d'heures, par exemple pour un moteur à explosion, 100 mille heures pour un composant électronique et de quelques années pour une vanne mécanique.

La région 3, définit la période des défaillances d'usure pendant laquelle le taux de défaillance croît rapidement.

Pour la région deux, néanmoins le taux d'utilité peut changer, parce que les machines sont toujours objets des maintenances préventives.

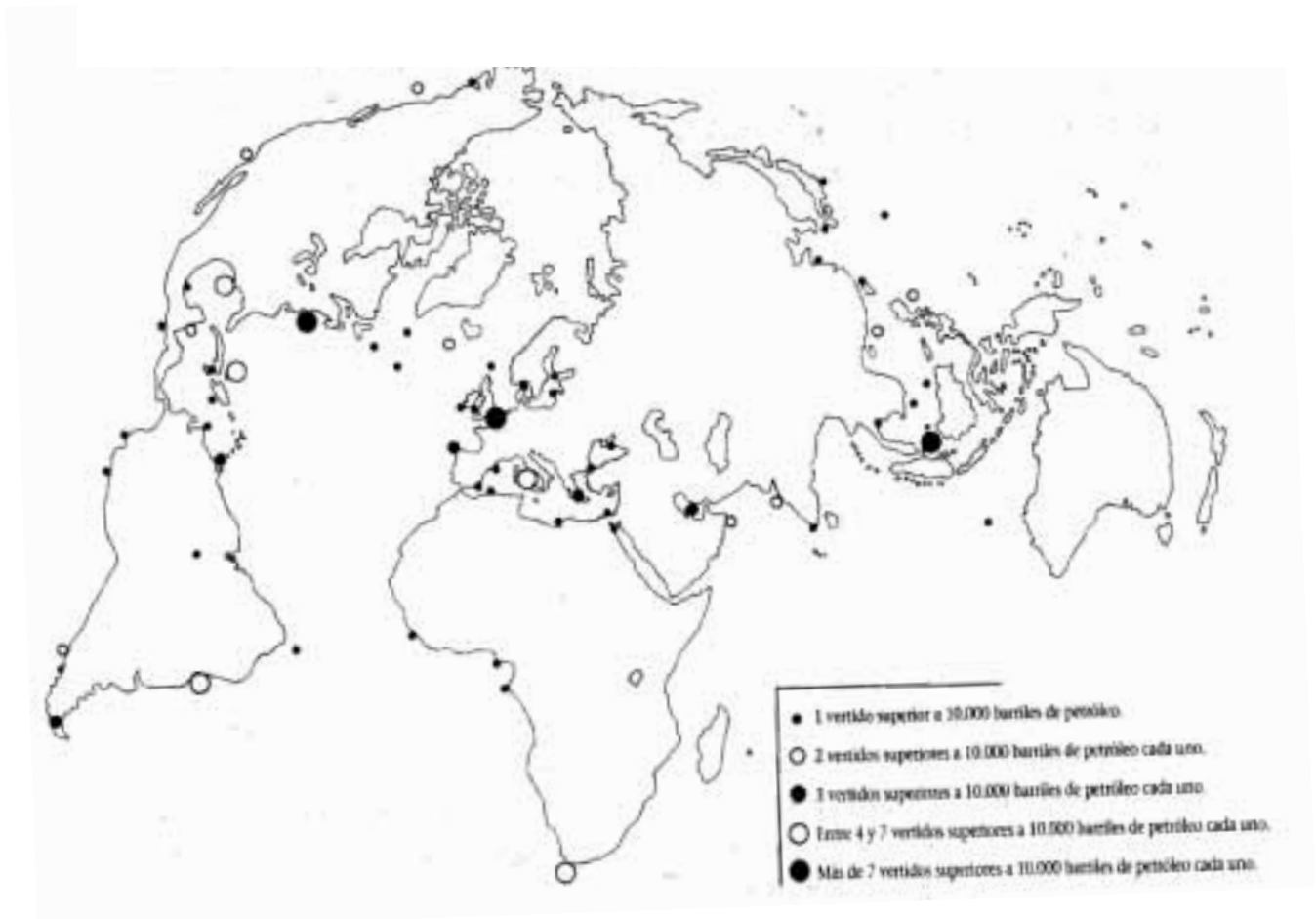
Fuente; Signoret, Leroy, 1992,  
Realización: Jairo Estacio

Anexo 2 Escenario de accidentes de hidrocarburos



Fuente: Lannoy après Signoret, Leroy 1992.

### Anexo 3 Localización de accidentes de buques petroleros con grandes vertidos



Fuente y elaboración: García- Tornel 2001

### Anexo 4 La lógica radioconcéntrica de los riesgos urbanos



Fuente y elaboración : Dauphiné 2003

## Segunda Parte En cuanto a la gestión de riesgos tecnológicos

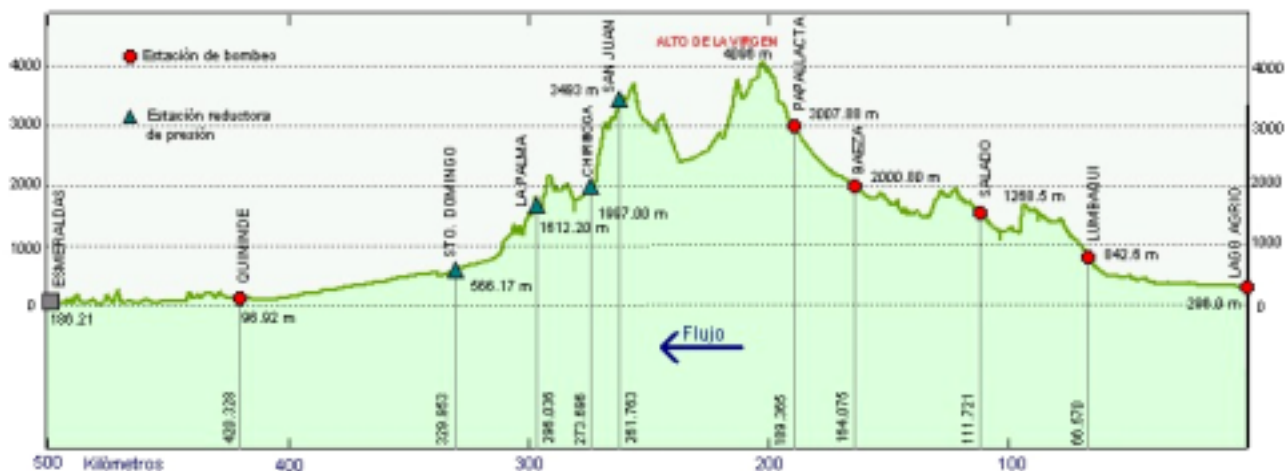
*Anexo 5: Características a tomar en cuenta en la construcción de un diálogo y cooperación*

Fases	Actores y agentes científico-técnicos	Actores con poder decisión política	Actores políticamente desfavorecidos y representantes poblacionales
<b>Sociabilización</b>	Inputs científicos técnicos sobre el problema de riesgo tecnológico de combustibles, limitaciones técnicas y metodológicas e incertitudes	Intenciones e intereses puestos en juego intercambio de conocimientos reales y sus limitaciones. Indicar alcances y deficiencias de reglamentaciones y normas	Intereses puestos en juego y saberes y conocimientos sobre el problema, presentar intereses que pueden aportar al diálogo
<b>Congruencia</b>	Experiencias anteriores sobre este tipo de eventos	Evaluación de iniciativas futuras practicable, es decir acordes con estrategias a desarrollar	En total beneficio con la población afectada
<b>Recursos</b>	Puestos a disposición herramientas, talentos, conocimientos a favor de estudio	Puestos a disposición habilidades sociales y comunicativas y su acceso a redes más amplias	Puestas a disposición, talentos, conocimientos y conexiones al servicio de resolver el conflicto
<b>Confianza</b>	Condición sine qua non en la cooperación	Condición sine qua non en la cooperación	Condición sine qua non en la cooperación
<b>Compromisos</b>	Compromisos de continuar con estudios de riesgos solventado el problema inmediato	Compromisos de reever políticas y reglamentaciones	Compromisos de respetar compromisos y aportar como actores beneficiados en la construcción de políticas y reglamentaciones.

Fuente: Funtowicz y De Marchi, 2002  
Elaboración, Jairo Estacio (2004)

## Tercera Parte En cuanto a los riesgos tecnológicos en Ecuador y DMQ e insumos para la cartografía

*Anexo6: Perfil del paso del poliducto por el territorio ecuatoriano*



Fuente y elaboración : Unidad de Sistemas de Petroecuador 2002

Anexo7: Distancias de peligro relativas al polo químico de e Toulouse Sud de INERIS

	date de l'étude	scénario majorant	distance au seuil des effets létaux (m) - - rayon de la zone Z1	distance au seuil des effets irréversibles (m) - rayon de la zone Z2
Grande Paroisse	1989	rupture guillotine d'un piquage d'ammoniac liquide sur les réservoirs moyenne pression à l'extérieur	894 mètres (zone PIG)	1600 mètres (zone PPI)
	2001	Rupture d'une canalisation d'ammoniac liquide	650 mètres	2550 mètres
	2001	ruine instantanée d'un wagon de chlore	2625 mètres	5375 mètres
SNPE	1989 -	rupture d'une canalisation de phosgène gazeux à l'extérieur (en sortie de l'évaporateur)	600 mètres (zone PIG)	1175 mètres (zone PPI)
	2001	rupture guillotine d'une canalisation de phosgène gazeux vers l'extérieur	3350 mètres	5550 mètres
Tolochimie	1989	fuite du plus gros en cours de phosgène	990 mètres (zone PIG)	2150 mètres (zone PPI)
	2001	fuite au niveau d'un réacteur de l'atelier de phosgénation (seuils de toxicité en vigueur en 1998)	1150 mètres	3450 mètres
	2001	fuite au niveau d'un réacteur de l'atelier de phosgénation (seuils de toxicité en vigueur en 2001)	3450 mètres	> 10 km

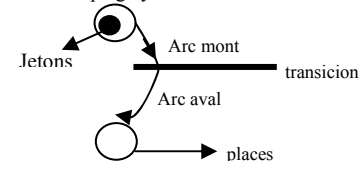
Fuente d'expert sur la détermination des zones de sécurité pour la maîtrise de l'urbanisation autour de 5 établissements à risque dans la région Midi Pyrénées, INERIS, Direction des risques accidentels, novembre 2001.

Anexos 8: Analisis global de vulnerabilidad de los principales elementos del Sistema Eléctrico

<b>SINTESIS GLOBAL VULNERABILIDAD</b>						
	<b>Vulnerabilidad intrínseca</b>	<b>Dependencia elementos exteriores</b>	<b>Alternativas de funcionamiento</b>	<b>Capacidad de control</b>	<b>Preparación para enfrentar crisis</b>	<b>Suma</b>
<b>Subestaciones EEQ</b>						
Santa Rosa	4	3	4	3	3	17
Vicentina	4	3	2	2	3	14
Selva Alegre	4	3	4	3	3	17
Pomasqui	2	3	4	3	3	16
SE 19	3	3	3	3	4	16
Norte	3	3	2	3	4	15
Epicachima	3	3	2	3	4	15
San Rafael	4	3	3	3	4	17
Eugenio Espejo	1	3	2	3	4	13
SE 18	2	3	3	3	4	15
Sur	3	3	2	3	4	11
<b>Líneas EEQ 138</b>						
Santa Rosa / Eugenio Espejo	2	2	4	5	4	17
Eugenio Espejo / Selva Alegre	4	2	4	5	4	19
Selva Alegre / SE19	4	2	3	5	4	18
der SE19 / Pomasqui	3	2	2	4	4	15
Pomasqui / SE18	1	2	2	4	4	9
<b>Líneas EEQ 46</b>						
Norte / Vicentina	4	2	2	4	4	16
Selva Alegre / Norte	3	2	2	3	4	14
Lineas que bordean el aeropuerto	4	2	1	3	4	14
Selva Alegre / SE19 Inter	3	2	1	3	4	13
Epicachima / Selva Alegre	4	2	1	3	4	14
Sur / Vicentina	3	2	1	3	4	13
Epicachima / Sur	3	2	1	3	4	13
Santa Rosa / Epicachima	4	2	2	4	4	12

Fuente y Elboración: Robert D'Ercole 2003

Anexo 9: Aplicación de algunos métodos para la identificación de peligros industriales

Metodos	Definición	Tipos, diseños
<b>APR</b>	Análisis de cada elemento peligroso dentro de un sistema, y su evolución hacia un accidente mas o menos grave de rpercusiones potencialmente peligrosas. Se requieren listas de control de estos elementos y de situaciones peligrosas. Ponen en evidencia a grosso modo los peligros.	
<b>Modelización del sistema</b>	Realización de diagramas causa-efecto para ver escenarios en situaciones normales (simulaciones) o en momento de crisis (identificación de daños preponderantes).	<i>Arbres de défaillences</i> Ponen en evidencia los riesgos preponderantes. Se trata de construir gráficamente un árbol de problemas a partir de un evento no deseado. No se trata de anticipar los eventos sino de utilizar la lógica deductiva para arribar naturalmente a ellos.
<b>Processus Stochastiques</b>	Son procesos aleatorios a los que se encuentra sometido un sistema dinámico. Estos procesos aleatorios son dados por diversos fenómenos como deficiencias de los componentes, estado de reparaciones	<i>Procesos Markoviens</i> : Identifican a través de diagramas el funcionamiento del sistema y mediante la ayuda de una tabla de verité sus diferentes estados. Esto se hace para poder identificar cambios bruscos de un estado a otro debido a averías o reparaciones de los componentes. Los saltos que existen entre uno y otro estado se denominan tasas de transición. Las tasas de transición son constantes es decir exponenciales, esto representa la característica de uso de este tipo de método
<b>Modelisation de réseau de Petri</b>	Método alemán, considera estados de transición asincrónicos. Una red de Petri esta compuesta por lugares, las transiciones y los arcos	Este modelo trata de representar gráficamente la parte estática de las redes. Si se quiere representar su parte dinámica se puede superponer otro gráfico de evolución del mismo sistema. En esta representación son los <i>jetons</i> los que reservan un <i>marquage</i> y sus diferentes transiciones en un momento dado. Es decir estos, que originalmente ocupan un <i>place amont</i> , posteriormente cambian a otro <i>place aval</i> , el resultado es un nuevo marquage y un nuevo estado de la red. 
<b>métodos de Monte-Carlo</b>	este método estadístico regido por las reglas donde el azar interviene y se basa en los modelamientos de la red de Petri y en modelos de comportamiento del sistema (funcionamiento y disfuncionameinto). Un método detallado y considera parámetros antes inaccesibles por los otros métodos	<i>logiciel de simulation de Monte Carlo</i> efectúa operaciones de simulaciones considerando las posibilidades de azar, a través de su historial y leyes de probabilidad
<b>Bases de Datos</b>	necesarias para cuantificar los riesgos	<i>datos de eventualidad</i> : calculo la probabilidad de ocurrencia de las consecuencias finales posibles de la relación de un riesgo <i>datos de fiabilidad</i> : aquellos relativos a la mal funcionamiento de un equipo (o de un operador).

Fuente : Signoret, Leroy 1992

Elaboración: Jairo Estacio

*Anexo 10: Distancias permitidas para ubicación de gasolineras DMQ*

Ordenanza 3148 MDMQ	
ESTABLECIMIENTOS, LUGARES O ZONAS	GASOLINERAS
Vivienda colectiva, edificaciones superiores a 4 pisos	50 m
Pasos a desnivel	200 m
Intercambiadores	200 m
Distribuidores de tráfico	200 m
Establecimientos religiosos	50 m
Espectáculos públicos	50 m
Mercados	50 m
Lugares de aglomeración humana	50 m
Establecimientos educativos	200 m
Establecimientos hospitalarios	200 m
Oleoductos, gasoductos, poliductos	100 m
Plantas embotelladoras de gas	1000 m
Gasolineras (DMQ)	250 m
Gasolineras (áreas suburbanas)	150 m*
Centro Histórico	prohibido
Aeropuerto	1000 m**
Cortes de vías	50 m
Quebradas	50 m
Rellenos	50 m
Taludes	50 m
Estaciones o subestaciones eléctricas	50 m
Líneas aéreas de alta tensión***	50 m
Áreas de alumbrado público***	20 m
Telefonía***	20 m
Alcantarillado	20 m
Fuente: DMTV MDMQ- 1997	
* al eje de una vía o de empalme	
** desde las cabeceras de la pista	

*Anexo 11: Distancias mínimas para ubicación de centros de distribución de GLP*

Norma 1534 INEN

DISTANCIA DEL AREA UTIL DE ALMACENAJE DE GLP A:	CENTROS DE ACOPIO (m)	LUGARES DE EXPENDIO DE GAS MAYORITARIOS (m)
Líneas Férreas	15	15
Locales en los que se almacenan materiales inflamables	50	50
Edificios industriales	15	8
Edificios y/o lugares de concentración pública	50	30
Lugares de circulación pública	15	5
Estaciones y subestaciones de energía eléctrica	100	100
Vías públicas urbanas	10	10

Fuente: INEN, Cuerpo de Bomberos 2000

*Anexo 12: Distancias mínimas para puntos de transferencia de gas GLP*

EXPOSICIÓN	DISTANCIA MINIMA HORIZONTAL, m
Locales habitados y edificios	3
Edificios con paredes sin resistencia al fuego	8
Aberturas en las paredes de los edificios o fosa en o por encima del punto de transferencia	8
Línea de propiedad lindera sobre la cual puede edificarse	1
Espacios exteriores que congregan público, incluidos patios de escuelas, campos de deportes y patios para juegos	8
Borde de carreteras o vías públicas	3
Caminos de entrada al interior de la propiedad	1.5
Recipientes que no sean los que está siendo llenados	3
Gasolineras o lugares de almacenamiento de combustibles líquidos	6

Fuente: Cuerpo de Bomberos Quito, 2000



**ORDENANZAS MUNICIPALES**

**Ordenanza de Autorización a las Administraciones Zonales para que aprueben los Proyectos de Instalaciones de gas licuado de Petróleo**

**El Concejo Metropolitano de Quito**

Visto el Informe IC-2000-606 de octubre 20 del 2000 de la Comisión de Planificación y Nomenclatura: En uso de sus atribuciones legales:

**Ex p i d e:**

La Ordenanza mediante la cual se autoriza a las Administraciones Zonales para que aprueben los proyectos de instalaciones de gas licuado de petróleo para las zonificaciones y actividades que se desarrollan al interior del Distrito, es decir no solo para vivienda, sino también para comercio, producción, intercambio, educación, salud y gestión.

Art 1.- Hasta que entre en vigencia la nueva Reglamentación para el Distrito Metropolitano y las normas de Arquitectura y urbanismo las Administraciones Zonales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Art. 6 del procedimiento para la aprobación y ejecución de los proyectos de instalaciones centralizadas, numeral 4 del Acuerdo Ministerial 209, aprobarán los planos de los proyectos de instalaciones de más de 10 unidades de vivienda así como en construcciones destinadas a residencia, comercio e industria.

Art 2.- La presente ordenanza entrará en vigencia a partir de la fecha de su sanción Dada, en la Sala de Sesiones del Concejo Metropolitano de Quito el 16 de noviembre del 2000.

Dr. Efrén Cocios Jaramillo

Vicepresidente del Concejo Metropolitano de Quito

Lic. Pablo Ponce C.

Secretario General del Concejo

**Certificado de Discusión**

El Infrascrito Secretario General del Concejo Metropolitano de Quito certifica que la presente Ordenanza fue discutida y aprobada en sesiones de 16 de noviembre y 14 de diciembre del 2000

Lic. Pablo Ponce C.

Secretario General del Concejo

Alcaldía del Distrito.- 26 de diciembre del 2000

**Ejecútese**

Paco Moncayo Gallegos

Alcalde del Distrito Metropolitano de Quito

Lic. Pablo Ponce. C.

Secretario General Concejo Metropolitano.