

# CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CIENTO INDUSTRIAS E INCORPORACIÓN EN EL MRIB

## 1 INTRODUCCIÓN

La Industria, motor fundamental para el desarrollo económico, transformadora importante de los recursos naturales y generadora de avances tecnológicos, lo es también de numerosas situaciones de riesgo que se materializan en accidentes, responsables de pérdidas tanto económicas como de vidas y de daños severos al medio ambiente. Los riesgos inherentes a su funcionamiento están estrechamente ligados a las propiedades de las sustancias químicas: materias primas, utilizadas para la producción, que bajo la ocurrencia de algún error humano, de fallas materiales, de la aparición de sucesos imprevistos, desencadenan eventos para los que es necesario estar preparados.

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias-DPAE, desde la década de los noventa, aúna esfuerzos en pro de conocer el riesgo industrial en el Distrito Capital, y de formular políticas, que redunden en la protección de la vida y de los bienes de los bogotinos. En desarrollo de esta directriz, y en consonancia con las políticas definidas en el Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias D.C.-PDPAE, se profundiza en la identificación y en el modelamiento del riesgo derivado de la actividad Industrial y se hace necesario continuar con el levantamiento de información que permita complementar el Mapa de Riesgo Industrial para Bogotá.

“EL PROCESO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE 100 INDUSTRIAS E INCORPORACIÓN EN LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA DEL MAPA DE RIESGO INDUSTRIAL DE BOGOTÁ – MRIB”, hace parte de la cadena de investigación. Cadena forjada desde las primeras pesquisas del Concejo Colombiano de Seguridad (1992) y fortalecida recientemente con los trabajos de Multiprocesos (2008) y Cuervo (2008), permite encausar los esfuerzos al fortalecimiento de los procesos de prevención, planificación y articulación para la atención de emergencias de la ciudad. Se diferencia de sus antecesores en involucrar centros Industriales que en la cadena productiva acojan sustancias inflamables tipo 3.

Este documento es el acercamiento final a la misión trazada en el contrato 642 de 2009, e integra la construcción de la base de datos de las empresas que fabrican, procesan o manipulan sustancias peligrosas (tipo 3), el inventario y la descripción de cien (100) industrias; la identificación de sus eventos amenazantes; la determinación de su condición de amenaza (pero desde un marco estrictamente cualitativo); la selección y definición del fenómeno de mayor afectación, apodado “peor caso”; la modelación de sus consecuencias, entendida como una aproximación al radio de afectación, tarea estructurada gracias a la aplicación de los modelos Probit (1994,1996), y del programa ALOHA (2007); la estimación de las condiciones y de los estadios extremos de vulnerabilidad y riesgo, a través del modelo MRIB.

DPAE - FOPAE	GIA LTDA	GIA-061-09		PÁG. 11	
VERSIÓN:	1			FECHA	08/06/10
ELABORÓ:	MM, MV, LU	REVISÓ:	JALG	APROBÓ:	JALG

## 2 ANÁLISIS Y REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN

Del extenso catálogo de documentos técnicos en manos de la DPAE, tal vez los de mayor trascendencia para entender la formulación y conceptualización de los riesgos industriales y tecnológicos, y la construcción del Mapa de Riesgo Industrial de Bogotá, MRIB, son:

- Acotofa (1999). “Mapa de Riesgos Químicos de Santafé de Bogotá”. Santa Fé de Bogotá D. C.
- Consejo Colombiano de Seguridad (1992). “Mapa de Identificación de Riesgos Químicos de Santa Fé de Bogotá”. Santa Fe de Bogotá D. C.
- Multiprocesos (2008). “Diseño y Desarrollo de una Base de Datos Geográfica y Modelos de Análisis Soportados en la Infraestructura Tecnológica del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE- para el Almacenamiento, Consulta de Datos y Generación del Mapa de Riesgo Industrial de Bogotá D. C, con Base en el Riesgo Tecnológico que las Industrias puedan generar, y el Desarrollo de las Metodologías Subyacentes para la Identificación y Valoración Sistemática de estos Riesgos”. Informe Final. FOPAE-DPAE. Bogotá D.C.
- Universidad de los Andes (2001a). “Evaluación Cualitativa de Riesgos Públicos de Origen Tecnológico para la Localidad de Puente Aranda”. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias. Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá. Santa Fe Bogotá D. C.
- Universidad de los Andes (2001b). “Evaluación Cualitativa de Riesgos Públicos de Origen Tecnológico para las Localidades de Usaquén y Kennedy”. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias. Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá. Santa Fe Bogotá D. C.
- Universidad de los Andes (2001c). “Evaluación Cualitativa de Riesgos Públicos de Origen Tecnológico para la Localidad de Puente Aranda”. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias. Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá. Santa Fe Bogotá D. C.
- Universidad de los Andes (2008). “Mejoramiento en el Conocimiento en Riesgo Tecnológico – Accidentes Industriales Mayores en el Distrito Capital, Mediante una Propuesta Validada y apropiada de Tecnologías, Basadas en Modelos que Permitan Aportar al Distrito Capital, Elementos de Gestión del Riesgo Tecnológico Generado por Accidentes industriales Mayores. Bogotá D. C.

De este conjunto, la mayor atención se concentra en el documento de Multiprocesos (2008), por ser el instrumento base para la construcción y complementación del MRIB, no obstante es inobjetable la importancia de los otros documentos como herramientas de enlace y apoyo para la estructuración y formulación del Modelo de Riesgo Industrial que emplea la DPAE. Razón más que suficiente para su revisión y análisis.

El Consejo Colombiano de Seguridad, CCS (1992), si bien es el primer intento de construcción de un mapa de riesgo químico (riesgo ligado al objetivo del proyecto, por ser una amenaza tecnológica propia de los establecimientos industriales involucrados), hoy día se supondría desactualizado, máxime por el instrumento empleado para la obtención de la información (encuesta directa), por lo débil del modelo de análisis (de razonamiento aproximado pero escueto y oculto); por la ambigüedad inmersa en las variables de análisis empleadas, integradas en la cantidad promedio manejada y la época de almacenamiento; por la incertidumbre que cobija la evaluación; y por las modificaciones acaecidas en los estándares de seguridad que se manejan tanto en el distrito como de las industrias, en los últimos diez años; sus principales fortalezas recaen en la

selección de las sustancias que generan accidentes relevantes (83 en total) y de las industrias a trabajar, es decir de la ubicación geográfica de los procesos generadores, discriminadas por la actividad económica, activos brutos, y sustancias químicas que manejan fortalezas aun vigentes.

Las evaluaciones cualitativas de riesgo (Universidad de los Andes 2001a, 2001b, 2001c), son destacables por su riqueza instrumental (i.e. bibliográfica) para la evaluación del riesgo tecnológico (desplegada en los capítulos 1 y 4); por la generosa exposición de los métodos para la evaluación del riesgo tecnológico (condensados en el capítulo 1), clasificados en: Modelos de evaluación de situaciones Peligrosas (v.g. lista de chequeo, revisiones de seguridad, análisis preliminar de amenaza –PHA-, análisis “What If”, Análisis Hazop, y análisis de modos de falla), modelos de propagación de fallas (árboles de falla, árboles de eventos, Diagramas de Bloque y Procesos de Markov), y acumulación de eventos conducentes a la falla (Modelo de Presión Liberación, Modelo de Incubación de Desastres y Modelo de Generación de Pérdida –Loss Causation Model-); por el análisis de eventos históricos (acotados entre 1979 y 1998) y por el despliegue normativo, cuerpo exclusivo del capítulo 2.

Destacan a la modelación sistémica del proceso (i.e acumulación de eventos conducentes a la falla) como el instrumento ideal para la evaluación del riesgo tecnológico, y recorre sus tres etapas constitutivas: la definición del proceso generador del riesgo, la identificación de los elementos potencialmente afectados, y la evaluación de consecuencias. Propone un modelo conceptual, que parte de la definición de unidades fundamentales, engorrosas e imprecisas en su lectura (percepción de Gia C. L), y que concluyen en la evaluación de consecuencias.

Sin embargo, contrario a su denodada riqueza procedimental (rodeada de un amplio abanico de técnicas de evaluación en los diversos temas que aborda) con el pasar de las páginas se diluye para concluir en un etéreo, en el que sólo permanecen los lineamientos de la Metodología de Evaluación del Riesgo. Los resultados y su posible aplicación finalmente brillan por su ausencia. Particularidad que deja al lector desorientado y con una gran cantidad de inquietudes.

Multiprocesos (2008) si bien recoge los derroteros de la modelación sistémica, es más pragmático, y por espacios más ilustrativo en la evaluación del riesgo que la Universidad de los Andes. No obstante, sus explicaciones son imprecisas, vagas y erráticas, al punto que el Anexo A, sin ser un dechado de virtudes, posee mayor valor técnico y literario que el informe final.

A pesar de las limitaciones se reestructura y regresa a los modelos de situaciones peligrosas, apoyado en ellos propone como técnica de evaluación el método del rombo. Sus mayores fortalezas recaen en el formato de encuestas, en el empleo de los sistemas de información geográfico para el procesamiento y visualización de los resultados y en la evaluación de las consecuencias. Valor último que deja al descubierto la más clara de sus debilidades, la incongruencia entre los modelos de análisis de la deducción de la Amenaza y el riesgo, los primeros esencialmente cuantitativos (aunque aproximados) y los segundos propios del razonamiento aproximado (cualitativas). Temas que se tratan en el siguiente numeral.

### **3 ANÁLISIS DE RIESGO INDUSTRIAL**

#### **3.1 GENERALIDADES**

Responde al nombre de “Metodología del Rombo”, e involucra la conceptualización y cualificación de cuatro

componentes básicas: la amenaza, la vulnerabilidad a las personas, la vulnerabilidad ambiental y la vulnerabilidad a la infraestructura. La amenaza implica dilucidar la peligrosidad del producto, la peligrosidad de la operación y las amenazas externas: inundación, fenómenos de remoción en masa, sísmica, accidentes aéreos y eventos tecnológicos (bajo el concepto de eventos en cadena), variables sopesadas gracias a juicios de valor, que se traducen en calificaciones relativas entre 1 y 100, e integrados en un algoritmo que se convierte en la idea de la probabilidad de ocurrencia, así:

$$P_{Amenaza} = 0.45 * P_{peligrosidad-producto} + 0.45 * P_{peligro-operación} + 0.10 * P_{Amenaza-externa}$$

La vulnerabilidad a las personas, la vulnerabilidad ambiental y la vulnerabilidad a la infraestructura no se escapan a este tipo de tratamiento (i.e. juicios de valor), se diferencian solo en sus variables discriminantes, así: la vulnerabilidad de las personas entrelaza el número de seres expuestos y el área de afectación; la vulnerabilidad ambiental acoge: la afectación a ecosistemas estratégicos, el uso del suelo (expresado en su sensibilidad) y la afectación a los cuerpos de agua y al aire; la vulnerabilidad a la infraestructura entrelaza: el tipo de equipamiento, el área afectada, las características estructurales de la edificación. Una vez obtenido el índice de cada una de las componentes del análisis, se ajustan por la posibilidad de ocurrencia del fenómeno y por las mejoras operacionales que haya adelantado la industria, para finalmente encajarlas en un modelo matricial de índice de riesgo.

Si bien el proceso de simulación se asemeja engorroso, en parte por el generoso número de variables involucradas, en parte por el manto de duda que reposa en su ponderación y en parte por la exhaustiva investigación que acarrea, su tratamiento apenas integra cinco etapas a saber: la auscultación de las industrias, la descripción de los sistemas (o de las industrias), la evaluación de la amenaza, la estimación de consecuencias (radios de afectación) y la valoración misma del riesgo. No obstante, el nimio abanico de etapas, y sólo por los alcances propios de este informe, en las siguientes páginas la atención se centra en los por menores de la primera, la segunda y la cuarta fase para el grupo de cien (100) industrias; la tercera y la quinta etapa aunque son protagonistas, los detalles de su estructura y de su marco teórico se dejan en manos de Multiprocesos (2008).

Por ser uno de los ejes centrales del MRIB, GIA se abstiene de hacer grandes modificaciones al análisis de riesgos, máxime que cualquier cambio obligaría a redefinir la plataforma en SIG, y haría difícil la comparación de resultados con los trabajos previos (i.e. Multiprocesos, 2008, y Cuervo N, 2008). En su lugar sólo se proponen posibles mejoras. En este orden de ideas, la valoración del riesgo tiene como punto de partida el inventario de las industrias, y contempla la evaluación de amenaza, y los análisis de la vulnerabilidad a personas, al ambiente y a la infraestructura. Tareas que se atienden desde el marco del sistema de información geográfica (i.e. del software) y en las que poca ingerencia recae en GIA; a pesar de esto sus resultados se discutirán en las siguientes páginas.

### 3.2 AUSCULTACIÓN DE LAS INDUSTRIAS: CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA BASE

Abarca como elementos básicos e indispensables:

#### 3.2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE INDUSTRIAS

Fijos en el objetivo fundamental del estudio de incluir en el Mapa de Riesgo Industrial de Bogotá D.C. 100 de las empresas, que abarquen el almacenamiento de sustancias químicas clasificadas por la ONU como tipo 3, y definidas como “Líquidos Inflamables o mezclas de ellos, que pueden contener sólidos en suspensión o

solución, y que liberen vapores inflamables por debajo de 35°C (punto de inflamación); transportados a temperaturas superiores a su punto de inflamación, o que siendo explosivos se estabilicen diluyéndolos o suspendiéndolos en agua o en otro líquido”(Suratep, 2004), se enmarca la búsqueda en la que se diferencian los siguientes grupos: alcoholes, solventes, líquidos inflamables pesados, y combustibles.

Definido el elemento (la sustancia) de manejo, la búsqueda se encaminó hacia el acopio y la preselección de las entidades industriales como cuerpos ciertos; búsqueda apoyada en la consulta de fuentes secundarias, entre las que se destacan: la Cámara de Comercio de Bogotá: CCB, el Centro de Información de Seguridad sobre Productos Químicos: CISPROQUIM, la Asociación de Industrias Petroquímicas de Puente Aranda: ASOPAR, y la Secretaría Distrital de Salud: SDS, entre otras. Agremiaciones tanto gubernamentales como no gubernamentales, que cuentan con información básica como: nombre, sigla, Nit, dirección, nombre del representante legal, etc., y específica como: Código CIU, actividad económica principal y secundaria, de las industrias, y que permitió reducir el espacio muestral y que condujo a delimitar el campo de trabajo hacia las empresas destinadas (o inscritas) a la fabricación, manejo, almacenamiento y distribución de las sustancias químicas acotadas (i.e. las tipo 3). Para este fin se emplea como primer criterio de discriminación y de selección la actividad comercial, v.g. la fabricación y la comercialización de químicos, de pinturas, de plásticos, de cosméticos y de productos farmacéuticos.

Surtida esta primera selección se utilizó la información básica (de los grupos de industrias) para la consulta en el portal MIA, Mapa de Industria y Ambiente, portal desarrollado por la Secretaría Distrital de Salud, a fe de conocer el estado de todos y cada uno de los sectores vigilados; su intención contrastar, complementar y dilucidar los principales rasgos operativos de las industrias, y jerarquizar los centros de producción. Cometidos que involucran no sólo el trabajo conjunto con funcionarios tanto de la DPAE como de la Secretaría de Salud, de manera tal que se acojan las industrias con mayor posibilidad de daño y las de mayor envergadura (física y operativa), sino fijar criterios adicionales de selección como: a) el volumen almacenado promedio mes, aspecto en el que se toma como rasero mínimo los 250 galones; b) el tipo de industria o empresa, v.g. pinturas, químicos, flexografía, laboratorios, etc.; y c) la sustancia almacenada, p.e. pegantes, solventes, alcoholes, aceites, etc., su uso en el proceso productivo y la ausencia de reductores, requerimientos últimos que dejan de lado a los grandes centros de acopio, a las fabricas de textiles y a las empresas de artes gráficas y de servicios (v.g cambio de aceite).

### **3.2.2 UNIVERSO MUESTRAL: CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS**

El rastreo, clasificación y selección de las industrias, y la configuración de la base de datos, tan rica en número y trascendencia como para subsanar cualquier inconveniente que surgiera en el proceso de auscultación, incluidos la renuencia de los propietarios o administradores, las deficiencias en la información (especialmente en la cantidad almacenada de las sustancias peligrosas), o las incertidumbres del proceso productivo, en absoluto fue una tarea sencilla. La ausencia de puentes de comunicación con las agremiaciones, y la difícil penetración a la información de sus agremiados, excepto a los de la Cámara de Comercio de Bogotá; los escuetos registros de las entidades distritales, salvo el de la SDS, respuesta de impulsos individuales más que de directrices gubernamentales o institucionales (coordinadas), son algunas de las dificultades para su cumplimiento.

A pesar de los inciertos que rodeaban la construcción del universo muestral, lenta por demás, trasegó por casi las cuatro quintas partes (4/5) del proyecto; su derrotero implicó la auscultación tantas veces como fue necesario de las fuentes de información, incluido el directorio telefónico, la CCB, la SDS, ASOPAR,

Bomberos, etc; entrevistas con los funcionarios que lideran los procesos industriales en las entidades, acercamientos con las empresas (en buena parte infructuosos a menos que la SDS, en cabeza de los referentes, tuviera participación); y referencias específicas de profesionales, particularmente de ingenieros químicos vinculados con el ramo industrial.

De este particular conjunto, la tarea más enriquecedora y con mayores retribuciones para la estructuración de la base de datos y la selección de las cien (100) empresas, es la primera. Razón suficiente para desglosar algunos de sus resultados, desde el foco de las fuentes de consulta e investigación. Toda la información aquí descrita puede corroborarse en el Anexo A.

### Cámara de Comercio de Bogotá, CCB

Fue la primera de las fuentes a la que se recurrió, en parte por su inobjetable organización, y en parte porque se supuso que las industrias químicas y las que emplean sustancias peligrosas (casi en su totalidad) hacen parte de las actividades “formales”, distintivo simbolizado por el certificado de existencia y representación legal (i.e por la matrícula mercantil). Aunque las pesquisas implicaron intensa dedicación (en recurso humano y en tiempo), máxime si se precisa que los volúmenes y las sustancias manejadas eran inciertos (lo que obligaba a la interacción sincrónica con el portal MIA), los frutos recogidos fueron poco generosos: de las cerca de 1400 industrias indagadas, menos del 2% engrosaron la lista de las cien.

El proceso de investigación tomó como variables discriminantes la actividad económica, el número de empleados y los activos; los dos últimos derroteros a fe de idealizar el tamaño de la industria y de dilucidar (en manera alguna) su importancia. El total de las actividades indagadas alcanzó las catorce (14), las más relevantes se sintetizan en adelante:

- *Aceites*: este grupo lo integran 117 compañías, rechazadas en su totalidad, y distantes del cumplimiento de los criterios de selección. En absoluto fueron tenidas en cuenta.
- *Alcohol*: bajo esta designación se acogen las productoras de bebidas alcohólicas; su número toca las 63. Se descartaron en su totalidad; el producto dista de satisfacer, a cabalidad, los parámetros de las sustancias Tipo 3.
- *Industria Cosmética*: sus resultados son poco halagüeños; del parcial de 402 empresas, ni tan sólo una hace parte de la lista de las escogidas. El recelo que envuelve al gremio fue el mayor impedimento para construir una relación de confianza, que concluyera en una visita efectiva.
- *Fábrica de Lubricantes Derivados de Petróleo*: del centenar y más (específicamente las 112) de entidades consultadas ninguna llenó los requerimientos fijados en el proyecto. Por lo tanto fueron objetadas.
- *Fábrica de Productos Químicos*: si bien la colectividad es de amplio interés para el estudio, y motivó una intensa búsqueda, setenta y siete (es decir el 73.3%) de las 105 sociedades escrutadas se preseleccionaron, y 8 (10.4%) se aunaron a la lista de las importantes.
- *Fábrica de Jabones*: es tan enriquecedora como la actividad previa, de las 83 compañías rastreadas, cuatro (4) se visitaron e ingresaron a la base de datos principal.
- *Grasas*: aunque esta actividad económica integra un amplio número de instituciones, baste mencionar que 158 son parte de la CCB, ninguna almacena, distribuye, manipula o produce sustancias tipo 3. En consonancia se dejaron de lado.
- *Laboratorios*: si bien se presumían prometedores, ni su universo ni su trascendencia lo son; las escasas industrias registradas (o al menos halladas por GIA) en la cámara de comercio: 25, distan de aplicar al proyecto.

- *Químicos*: aquí operan 93 fabricas y empresas, de las que cinco (el 5.4% de la muestra) componen las cien.
- *Pinturas*: esta actividad está constituida (desde el foco de las investigaciones) por quince (15) sociedades, que aportaron una sola (el 6.7% del conjunto) al estudio.
- *Solventes*: de las 6 empresas emanadas (de la CCB), dos están incluidas en el grupo de las escogidas.
- *Plásticos*: integran esta rama de la producción 87 empresas; dos componen el catálogo de las elegidas.
- *Productos de Limpieza*: agrupa 92 industrias, pero sólo una (el 1.1% de este universo) es partícipe del conjunto de las cien.
- *Derivados de Petróleo*: este rubro catorce reúne catorce (14) empresas, la mayor parte destinada al comercio al por mayor de gasolina y lubricantes; dos se especializan en la fabricación de productos derivados del petróleo: lubricantes y bases parafínicas, circunstancia que facilitó su incorporación al grupo básico.

### Secretaría de Salud

Brindó la información más amplia, valiosa y confiable para la estructuración del espacio muestral (industrias). El proceso aun cuando básico fue enriquecedor y benéfico; tuvo como gran protagonista a la línea de industria y ambiente - área de vigilancia en salud pública (en la cabeza del Ing. Oscar Noreña), e involucró la discretización de las empresas por el tipo de sustancia y por el volumen almacenado. El primer criterio acogió treinta y nueve (39) discriminantes, e involucró tres fases; catorce (14) en la primera, treinta y dos (32), incluidos los catorce primeros, en la segunda etapa, y siete (7) en la tercera; ellos son: el varsol, el etanol, el xileno, el thinner, la gasolina, el isopropanol, el acetato de etilo, el butanol, el alcohol propílico, el ACPM., el disolvente inflamable NEP., el adhesivo inflamable, el gas licuado de petróleo, el acetileno, la tinta de imprenta inflamable, el tolueno, el petróleo crudo, el alcohol bencílico, el fenol, la metil etil cetona, el acetato de propilo, el acetato de butilo, el acetato de isobutilo, la nafta de petróleo, el metil terbutil éter, la nitrocelulosa, el metanol, la acetona, el acetonitrilo, la trementina, el estireno, el ciclohexano, el isopreno, el metracrilato de metilo, el isocianato de metilo, el formaldehído, el aceite de pino y la ciclohexanona. El segundo criterio, estrictamente cuantitativo, fijo como mínimos los 500 galones, los 250 galones y los 200 galones; barreras móviles justificadas en la medida en que se agotaban las unidades de investigación (i.e las industrias).

El desglose del esquema descrito se sintetiza en 19982 registros, que responden a 10916 empresas, diferencia ceñida a la comparecencia (o al almacenamiento) de más de una sustancia por industria. Contrario al vasto abanico sólo 771 empresas (el 7.2% del universo muestral) fabrican, emplean y manipulan más de 250 galones al mes, de al menos una sustancia Tipo 3, es decir son la esencia misma del estudio (en otras palabras constituyen la base de datos) de ellas, 207 (el 26.8% del universo) son fábricas, 17 configuran el gremio de las pinturas, y 56 (el 7.3% de la muestra) mutaron a visitas efectivas e integran las cien (100). Las empresas restantes en disonancia, en algunos casos, con las grandes cantidades de los fluidos que almacenan, en especial de gasolina y aceites, distan de tener trascendencia o participación: responden a estaciones de servicio; los ejemplos más claros reposan en las sesenta industrias con los más altos volúmenes mensuales.

### Unidad Administrativa Especial – Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá D.C.

Aunque la posibilidad de acceder (y porque no contar) a una fuente ordenada, pormenorizada y rica en detalles acerca de la incubación de las emergencias industriales y el augurio de buenos resultados motivaron

el acercamiento y la investigación con la entidad, la confusión fue poco menor que esperanzadora. Por una parte la información, parcial por demás carecía de detalles relevantes como el volumen y la forma de almacenamiento, y el tipo de sustancia, pormenores que no fueron posibles de subsanar con las industrias mismas (gracias a conversaciones telefónicas) que argumentaron su negativa frente al manejo de cantidades superiores a los 250 galones (pero sin atreverse a dar cifra alguna), con los representantes de la SDS, con otras fuentes, ni con la Unidad Administrativa Especial del Cuerpo Oficial de Bomberos.

Y por otra parte el registro de las empresas y de sus emergencias, es escaso aún en número (contrario a la encaminada y valiosa labor adelantada por el Ing. Carlos Zapata, de la oficina de gestión de riesgos) y poca relación tiene con el objeto de este estudio así: de las 508 industrias, inmersas en la base de datos, 287 (56.5%) registros son estaciones de servicios, 133 (26.2 %) por actividad económica carecen de aplicabilidad; 26 (5.1%) en ninguna manera almacenan cantidades superiores a 250 galones, 12 (2.4%) hacían parte del ya estudio, 11 (2.2) se rehusaron a dar respuesta, 5 (1%) habían sido investigadas y eran parte de los trabajos de Multiprocesos (2008) y Cuervo (2008), 9 (1.8%) ni manejan ni almacenan sustancias inflamables, 2 (0.4%) desaparecieron del orbe industrial y únicamente 23 (4.5%) aunque factibles no concluyeron en visita técnica ni se logró un adecuado vínculo con las industrias, ni ellas accedieron a ser partícipes (de la investigación).

### INVIMA

La inocua participación del INVIMA, tinturada por una marcada desatención, contraria a los múltiples intentos de acercamiento (a través de la subdirectora de la Dirección de medicamentos y productos biológicos: la señora Carmen Helena Restrepo) por parte de GIA Consultores Ltda., enmarcó, invariablemente, a la revisión (y análisis) de la base de datos, publicada en su página de internet como el único instrumento de inclusión en el proyecto. Tarea de escasos créditos, si se pone en consideración el tiempo dedicado (un mes) y si se compara con los aportes obtenidos de la CCB y de la SDS; las más de 400 empresas que dan vida a la base de datos, acogen 122 en Bogotá D.C., quince (15) encajaron como buenos prospectos, y dos (2) se convirtieron en parte de las cien.

### CISPROQUIM

Al igual que con el INVIMA, en el Centro de Información de Seguridad sobre Productos Químicos, el trabajo se circunscribió, exclusivamente a la consulta de su página de internet. Las empresas asociadas: 97, se sometieron a una minuciosa inspección, soportada en comunicaciones telefónicas y en fuentes secundarias como la CCB y la línea de Industria y Ambiente de la SDS, que concluyó con la incorporación de ninguna de ellas en el grupo de las cien, sus principios operativos, las sustancias que manipulan y sus líneas de producción en nada encajan con los criterios aquí fijados.

### Otras Bases

Entrelazan la Dependencia de Farmacéuticos Zona Franca del Hospital de Fontibón, la internet y el directorio telefónico. La primera, el Hospital, tiene en su haber 135 sociedades (empresas), ninguna con posibilidad de uso, en el estudio, tal como lo confirman las contrastaciones y verificaciones telefónicas adelantadas. La segunda, personificada en la página <http://www.quehubo.com/colombia>, aglutina algunas empresas de detergentes y cosméticos, intrascendentes en su contribución. La tercera (el directorio) facilitó la incorporación de 16 nuevas industrias: Química Victoria, Propecol, Diverquímicos, Hunibor, Solmaprin, Química Alimentaria, Distribuidora San Antonio, Bolivariana de Disolventes, Agencia Continental de Disolventes, Central de Disolventes, Coindis, Inproquim, Alcoquímicos de la 11, Mathquímica, Sesan Ltda. y Quisol; dos: fueron visitadas.



La conjunción de este amplio espectro de fuentes, y del prolongado trabajo con las instituciones, se compila en 13007 empresas, e industrias, que luego de la rigurosa explicación de los criterios de selección se convirtieron en 183 prospectos (o preseleccionados), aprobadas por la DPAAE (listado condensado en el Anexo C) y cien auscultados. Cifra, por demás alarmante, puesto que la efectividad del proceso a penas si se acerca al 1%.

El panorama adquiere aún más relevancia, si se resalta que de las 183 industrias aprobadas, ochenta y tres (83) fueron visitas fallidas: 22 (26.5%) por desinterés de las empresas, 21 (25.3%) manejan la cantidad mínima necesaria, 19 (22.9%) porque hoy día manejan sustancias distintas a las inflamables, 14 (16.9%) por traslado de las instalaciones, 4 (4.8%) por renuencia, 2 (2.4%) porque la planta opera fuera de Bogotá D.C. y una (1.2%) por ser parte de un estudio anterior. Inventario poco alentador, máxime por el respaldo otorgado por la DPAAE, respaldo materializado en las contribuciones técnicas, en el trabajo con las instituciones y en la generación de las cartas de presentación ante las industrias, documentos que dan vida y constituyen el Anexo B.

### **3.2.3 FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN (ESTRUCTURACIÓN)**

Su estructuración y diseño tiene como puntos (esquemas) de partida el Acta de Inspección, Vigilancia y Control, IVC, de la Línea de Industria y Ambiente, de la Secretaria Distrital de Salud, y el Formato de Captura de Información de Empresas: FCIE (Multiprocesos, 2008). El primero no sólo por su papel como instrumento de regulación para la institucionalidad, y de seguimiento y observancia para las industrias, sino por ser innovación de una de las instituciones que mayores esfuerzos dedica al funcionamiento del ramo industrial, y que en medida alguna es un modelo reductor de los escenarios y niveles de riesgo; y el segundo porque su gestación proviene del mismo “autor” (término dado en este caso al artífice de la adaptación y del patronamiento de la propuesta de la UNEP) del análisis de riesgo del MRIB (Mapa de Riesgo Industrial de Bogotá), propio de los Modelos de Situaciones Peligrosas.

A pesar de la similitud de las dos propuestas (o documentos), la condicionalidad de favorabilidad inmersa en la IVC inclinó la balanza hacia el Formato de Captura de Información de Empresas (Multiprocesos, 2008) de manera que fuese éste el derrotado. No obstante, la Prueba Piloto dejó en evidencia su mayor debilidad: la captura de la información era insuficiente tanto para la modelación de las consecuencias como para la incorporación en el MRIB, y puso de manifiesto la importancia de redireccionar el formulario de manera que no sólo la toma de información en campo fuese más expedita sino que se cubriera los aspectos ausentes.

En este sentido se reemplazó la evaluación de cumplimiento de las condiciones locativas, de seguridad, de salud ocupacional, de higiene y de seguridad industrial, por la caracterización de estos parámetros; se incorporaron aspectos como la descripción del entorno a la fábrica, la geometría y las condiciones (materiales, temperatura, etc.) de los módulos de almacenamiento, y las coordenadas de ubicación para cada uno de los lugares en los que reposan las sustancias peligrosas; y se reemplazaron algunos incisos abiertos por alternativas de selección múltiple. Aunque la estructuración del formato implicó varias transformaciones el esquema adoptado configura el cuerpo del Anexo D.

### **3.2.4 PRUEBA PILOTO**

Se designa así al conjunto de diez industrias que permite la adaptación del cuerpo técnico de la consultoría a los principios de captura y procesamiento de la información en las industrias, y al método de evaluación del

riesgo tecnológico. Es además, el eslabón principal para la detección de las oportunidades de mejora. Su idealización y planeamiento se deriva del alto porcentaje de trabajo que se lleva a cabo en campo, eje del proyecto, y de la trascendencia de recabar información confiable y de alta calidad para el desarrollo de las etapas subsiguientes, i.e la evaluación de consecuencias y el análisis de riesgo.

Está compuesta por un heterogéneo ramillete de industrias, dedicado a la fabricación de pinturas, de envolturas plásticas, de derivados del petróleo, de pegantes y adhesivos, y de productos químicos, asentado en las localidades con mayor vocación industrial del distrito capital, e integrado por compañías de pequeño y gran tamaño, baste con precisar que el volumen medio mensual almacenado oscila entre los 300 galones y los 19000 galones (véase la [Tabla 1](#)). Los nombres de las industrias, su localización, la sustancia básica almacenada y su volumen se precisan en la [Tabla 1](#), los demás detalles y los formularios de inventario se integran en el [Anexo E](#).

**TABLA 1 PRUEBA PILOTO: EMPRESAS CONSTITUTIVAS**

No	RAZÓN SOCIAL	CONTACTO EN LA EMPRESA	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	SUSTANCIA	VOLUMEN ALMACENADO (GALONES)
1	Industrias Bisonte S.A.	Ana Isabel Treviño	Los Mártires	Cra 22 No. 15-32	Varsol	2000
2	Agencia de Alcohol el As (Sede Dos)	Edgar Rodríguez		CII 10 No. 16-16	Varsol	9000
3	Pyasa Colombia	Ricardo Soto		CII 21 No. 18ª – 39	Tolueno	3500
4	Agencia de Alcohol el As	Andrea Suárez		CII 18 No. 16b-25	Thinner	520
5	Oxima Industriales Ltda.	Alexander Martínez	Fontibón	Cra. 128 No.14B-66	Thinner	10000
6	Producciones Químicas S.A.	Sergio Montes		Tv.124 No.17-97	Varsol	12700
7	Minipak S.A.S.	William Melo	Ciudad Bolívar	Cra. 72 No.62-37S	Acetato de Etilo	19045
8	Industria Química Andina y Cia Ltda.	Orlando Ramírez		Cra 73 No.60ª-81 S	ACPM	305
9	Incap S.A.	Hernán Cadena		Cra. 72 No.62-27S	Tolueno	9145
10	Pinturas Renania S.A.	Guillermo Traslaviña	Usaquén	Cra. 20 No. 168-68	Tolueno	762

Sus beneficios están patentes en las oportunidades de mejora, que van desde la óptica como debe abordarse la selección de las empresas hasta el ajuste al formulario de captura de información, pasando por las pinceladas como es pertinente fincar el canal de comunicación con el cuerpo técnico de la secretaría de Salud. Oportunidades compiladas en la [Tabla 2](#).

TABLA 2 BENEFICIOS DE LA PRUEBA PILOTO

ETAPA	DIFICULTAD	MEJORA
Selección de las empresas a visitar	Posterior al cribado de por el portal MIA, hay ausencia de algunos sectores industriales que emplean sustancias tipo 3.	Acceder a bases de datos de agremiaciones como ACOTOFA, ANDIGRAF, CISPROQUIM, CÁMARA DE COMERCIO y otros entes estatales de vigilancia y control tal como el INVIMA.
	La información contenida en el portal MIA no responde con cabalidad a la tomada en las actas.	Es necesario acercarse a las SDS locales y acceder a los archivos físicos.
Concertación de las visitas.	El tiempo de respuesta se dilata.	Establecer relación directa con los referentes a fe de estructural la programación semanal o mensual de visitas.
Preparación del material a emplear en campo: actas (véase el Anexo A), tabla impresa de cantidades de sustancia vs radios de afectación, GPS, y elementos de protección personal (ropa cómoda, monogafas, tapabocas y tapa oídos)	Los formatos digitales encierran déficit de información.	Modificar el Acta (Anexo 2)
		Llevar a las visitas el listado de sustancia tipo 3 (fuente: U. Andes)
		Portar cámara fotográfica y registrar los lugares de almacenamiento.
		Llevar flexómetro para tomar las dimensiones de los contenedores.
		Estructurar un directorio telefónico en el que se precise contacto a referentes y empresas.
Compañía de visitas. Recolección de la información	El acompañamiento de los funcionarios de la SDS no siempre es posible, debido sus compromisos y al estado de revisión en el que se encuentren las empresas. Los funcionarios pueden realizar hasta 3 visitas por año.	Solicitar a los funcionarios de la SDS: referentes, la presentación del grupo de trabajo.
		Diligenciar una carta de presentación por parte de la DPAE, para que los profesionales que realizan la visita puedan ingresar.

### 3.2.5 INVENTARIO DE INDUSTRIAS

Responde al reconocimiento y verificación, desde un enfoque próximo al de la auditoria, del estado funcional y operativo de las cien industrias. Indaga acerca de: a) la identificación de la empresa: nombre, ubicación (dirección y localidad), Nit, representante legal, teléfono, correo electrónico, y actividad económica; b) el inventario y el tipo de sustancia que se maneja; c) las condiciones locativas, de seguridad industrial, de higiene y de Salud Ocupacional; d) los controles de mitigación y atención de emergencias; y e) la gestión administrativa; pormenores discriminados en el Formato de Captura de Información (véase el Anexo D).

Es sin lugar a dudas el corazón del estudio, al punto de ser la fuente de abastecimiento tanto para la evaluación del riesgo como para la estimación de consecuencias. Sus resultados, evidentes por demás en el Anexo C, en el Anexo E y en el Anexo F, exponen en líneas gruesas la radiografía de cada una de las empresas y la importancia de su selección.

La actividad se llevo a cabo a lo largo de los siete (7) meses del contrato, a sabiendas de los imprevistos que acompañarían la conformación de la lista de las cien industrias y de los portazos de algunas de las instituciones de orden nacional y distrital. Buena parte de las visitas se realizaron con el acompañamiento de

los referentes de la línea de industria y ambiente de la SDS, en especial con los de Fontibón, Puente Aranda y Los Mártires; sin su colaboración, entereza y dedicación poco hubiese sido posible.

### **3.2.6 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS SISTEMAS (INDUSTRIAS)**

#### **3.2.6.1 Caracterización de las Industrias**

A pesar de la vasta diversidad en el objeto y en el proceso productivo de las industrias que integra el grupo de cien (100) empresas, es posible clasificarlas y congregarlas en veinte y una (21) clases: Pinturas y Derivados, Comercialización de Solventes, Flexografía, Fabricación y Comercialización de Productos Químicos, Productos de Aseo, Fabricación y Comercialización de Adhesivos, Fabricación de Artículos Plásticos, Artes Gráficas, Resinas Inflamables, Fabricación de Productos Cerámicos, Industria Cosmética, Fabricación de Autopartes, Farmacéuticos, Lubricantes, Ropa interior, Alfombras y Tapetes, Industrias de Tabaco, Fabricación de Luminaria, Transformadora de Plásticos, Fabricación de Aparatos Domésticos, Curtido y Preparado de Cuero, de manera que faciliten el reconocimiento de su tecnología, de la sustancia (tipo 3) más representativa y de las condiciones de almacenamiento y de seguridad. Premisas de trascendencia toda vez que se requiera dilucidar los fenómenos amenazantes y simular sus efectos (por lo menos desde la perspectiva del radio de afectación).

En este sentido, en las siguientes páginas se repasan los detalles más relevantes de cada uno de los grupos señalados, de manera tal que sea más sencillo el trasegar por la selección del caso crítico, y racionalizar la evaluación de consecuencias.

##### **3.2.6.1.1 Industrias de Pinturas y Derivados**

Están ligadas con la fabricación de pinturas y de aditivos para pinturas o, con la comercialización del producto terminado, o de insumos y materias primas para su fabricación. Son parte de este abanico Pinturas Multitonos Ltda., Revestimientos de Colombia - Recol, Comercializadora de Pinturas Imperio, Phillac Ltda., Tintas Plasticel Ltda., Fábrica de Pinturas Universo y Cia Ltda., Pyasa Colombiana S.A., Pinturas Renania, Pinturas Enar, Industria Nacional de Pinturas de Colombia - Indupin, Colpinsol, Pintuprocesos Ltda., Unipinturas Ltda. (Fábrica), Tono Color, El Surtidor de Pinturas Ltda., Ferretería Barcelona, Pintuedward Ltda., y Pintuquim Ltda.

Pyasa y Recol fabrican principalmente pinturas base agua, pero tienen producción de esmaltes. Debido a la producción de vinilos (pinturas base agua) la presencia de material particulado por los carbonatos empleados es una constante. Todas generan COV's.

##### **Tecnología Empleada**

Los fabricantes de pinturas emplean mezcladoras, conformadas por tanques de diversa capacidad, provistos de motorreductores (v.g. Pinturas Multitonos, Phillac, Tintas Plasticel, Pyasa, Pinturas Renania, Pinturas Universo, Pinturas Enar, Pintuprocesos, Pintuquim, Indupin y Recol); la alimentación en algunos casos se realiza manualmente (i.e. Pinturas Multitonos, Recol, Indupin) y en otros tiene lugar gracias a puente grúas (p.e. Phillac y Pinturas Enar).

Las demás empresas: Pinturas Imperio, PintuEdward, Ferretería Barcelona, Tono Color, El Surtidor de

Pinturas y Colpinsol destinan su potencial a la comercialización de pinturas, lo que encierra el almacenamiento de thinner y el reenvasado de forma manual.

### Sustancias Características

Son principalmente el tolueno, el xilol, el thinner, el varsol, la resina alquídica y en menor proporción solventes como los alcoholes, y los ésteres. Los fabricantes de pinturas almacenan cantidades importantes de resinas (alquídicas, urea formaldehído, epóxicas, etc.).

### Condiciones de Almacenamiento

Las sustancias de mayor volumen, generalmente, se almacenan en tanques aéreos cilíndricos verticales (adecuados a las cantidades manejadas) v.g. Pinturas Multitonos, Phillac, Pinturas Universo, Pyasa, Pintuprosos y Unipinturas (fábrica). Pinturas Enar, Indupin, Recol, Pinturas Renania, Pintuquim, PintuEdward y Tintas Plasticel depositan en canecas metálicas de 55 galones las pinturas. Algunos solventes se envasan en canecas de 55 gal., ordenadas en estantería metálica y en bodegas, en alturas inferiores a los dos (2) metros. Las sustancias se apilan aisladas, distantes del lugar de proceso.

Los tanques aéreos residen dentro de diques de contención, pero no todos cumplen con los requisitos técnicos y los sistemas de bombeo carecen de las protecciones eléctricas adecuadas. Renania tiene desnivel en el piso de la bodega como sistema de mitigación en caso de un derrame. En algunos casos la señalización de los tanques no es clara o no cumple con la norma, v.g. Pyasa y Pinturas Multitonos.

Las comercializadoras como Pinturas Imperio, Ferretería Barcelona, Colpinsol, Tono Color y El Surtidor de Pinturas confinan el thinner en canecas metálicas de 55 galones, y las pinturas en presentaciones de cinco (5), dos (2) ó un (1) galón.

### Condiciones de Seguridad

Todas las empresas han implementado fichas y hojas de seguridad; el equipo contra incendios está conformado por extintores satélites, sistemas de alarma, detectores de humo y de temperatura, este último en especial para Recol y Pyasa. El kit de derrames es una constante, varía sólo en el tipo de absorbente, (p.e. Aserrín, Carbonatos, Arena, Trapos). Y los trabajadores operan con los elementos de protección personal: careta, guantes, monogafas, overol.

El mayor compromiso con la prevención lo esgrime Pintuprosos, allí se han implementado bombas con rotores plásticos, a fin de controlar y evitar las explosiones. Pintuquim es la cara opuesta, las fichas de seguridad están ausentes y la señalización dista de satisfacer la normatividad. Las comercializadoras con una fuerza laboral inferior a 10 trabajadores, i.e. El Surtidor de Pinturas, Ferretería Barcelona, Colpinsol, Tono Color, carecen, o están en proceso de elaboración de la documentación con respecto a salud ocupacional y planes de emergencia.

#### 3.2.6.1.2 Comercialización de Solventes

Está representada por Agencia de Alcoholes El As (tanto sede uno como sede dos), Ciacomeq Ltda., C.I. Liutex Ltda., De Sargo S.A., Disproalquímicos S.A., Quimirod Ltda., Quidiscol Ltda., Disproquisan, Hunibor S.A., Solmaprin Ltda., Proquimort, Tauroquímica S.A., Química Cosmos (Pintuland), Productos Sthal de Colombia y CHL Química Colombiana S.A., las tres últimas producen insumos para el curtido de cuero.

### Tecnología Empleada

Las industrias emplean tecnologías diferentes, De Sargo y El As acomete el reenvase con bombas electroneumáticas (con polo a tierra); Disproalquímicos, Ciacomeq, Disproquisan, C.I. Liutex Ltda., Solmaprin y Quidiscol, en algunos casos, reenvasan acorde con las características del embalaje del producto y de las exigencias de los compradores; su operación es manual. Hunibor, Quimirod, y Proquimort, almacenan y comercializan los solventes, no hay contacto directo con la sustancia.

Tauroquímica S.A., Sthal y CHL, comercializan tintes y solventes para el curtido del cuero, por tal motivo, además del almacenamiento, llevan a cabo pruebas del comportamiento de las tintas sobre los diferentes tipos de cuero. En Tauroquímica se emplean máquinas de aspersión dotadas con tecnología para la captura de partículas en una mini laguna de agua.

### Sustancias Características

Las sustancias son variadas dada la actividad económica de las empresas. Para De Sargo, El As y Liutex le son propias el varsol, el etanol, el metanol, el tolueno, el xileno, el thinner y el isopropanol; en Disproalquímicos, Quidiscol, Hunibor, Solmaprin, Ciacomeq, Sthal, Tauroquímica, Disproquisan, CHL, Quimirod y Proquimort varían entre el butil glicol, el etanol, el xilol, el varsol, la ciclohexanona, el thinner, el alcohol etílico y las fragancias, siendo estas las más relevantes.

### Condiciones de Almacenamiento

Difieren en función del volumen a almacenar. Las sustancias de mayor volumen, generalmente, se almacenan en tanques aéreos cilíndricos verticales (adecuados a las cantidades manejadas), por ejemplo, De Sargo que se surte con un tanque superficial en acero inoxidable, de 3.4 metros de diámetro y 70000 lts de capacidad, el etanol se reenvasa en presentaciones desde canecas de 55 gal., hasta cuñetes; Solmaprin posee seis (6) tanques en total, dos (2) de ellos con capacidad de 3000 galones, otros dos (2) de 6000 galones y los dos (2) restantes con posibilidad de almacenamiento de 2500 galones; El As posee tanques aéreos para los solventes principales: el tolueno, el xileno y el thinner, confinados por diques, de irregular construcción y distantes de las exigencias técnicas, basta con señalar que las escaleras carecen de protección, los demás solventes son almacenados en una bodega en canecas de 55 gal; Almacenamiento similar presenta Liutex.

Disproalquímicos, Ciacomeq, Quidiscol, Hunibor, Disproquisan, Tauroquímica, Sthal, CHL, Quimirod y Proquimort envasan en tambores metálicos o plásticos de 55 galones; acopiados según su compatibilidad, en estantes metálicos de hasta tres (3) metros de altura, dispuestos sobre estibas de madera. No obstante, Disproalquímicos, Disproquisan y Quidiscol toda vez que reenvasan lo hacen en cuñetes de cinco (5) ó un (1) galón.

### Condiciones de Seguridad

Son en general buenas, las bodegas de almacenamiento de Disproalquímicos, de Hunibor, de Quidiscol, de CHL, de Quimirod, de Disproquisan, de Ciacomeq, de Tauroquímica, de Sthal y de Proquimort son amplias y las sustancias se almacenan según su compatibilidad; están provistas de extintores, alarmas y sistemas de extracción de vapores. Algunas instituciones (v.g. Proquimar y Tauroquímica) dan prioridad a la documentación de sus procesos, a los planes de salud ocupacional, de emergencia y de contingencia (componentes del sistema de calidad ISO 9001/08); y otras, p.e. Quidiscol y Disproquisan, otorgan trascendencia a la señalización (horizontal y vertical) de los ambientes y recipientes.

Sin embargo, del grupo se destacan, por la complejidad del proceso industrial, De Sargo, Liutex, El As y Solmaprin; Se destaca De Sargo por su plataforma de almacenamiento, está dotada con dique de contención de 1.5 metros de altura, y con sistemas de bombeo antiexplosión; está ventilada, aislada y señalizada con polo a tierra y satélites. Contrariamente en EL As, son recurrentes las fugas en las uniones de las mangueras que conducen los solventes debido a que los sellos son bolsas de plástico anudadas. Finalmente, Proquimar y Solmaprin exponen para cada tanque un dique de contención, sistema de bombeo con extintores, satélites, kit antiderrames y detectores de humo.

### 3.2.6.1.3 Flexografía

Se enfoca en la elaboración de láminas flexibles de termoplásticos y en la impresión de diversas formas sobre ellas, ejemplos de estas son Minipak S.A., Filmtex S.A., Golden Flex S.A., Plásticos Flexibles Ltda., Multidimensionales S.A., Eplax Ltda., Flexo Spring, Plastipack, Altalene S.A., Lactopack S.A. y Tintas S.A., esta última enmarca su actividad en el almacenaje y la comercialización de pinturas para flexografía.

#### Tecnología Empleada

Simbolizada por la extrusora de lámina, las máquinas flexográficas, las cortadoras y las enrolladoras. El porcentaje de automatización y de control es más que aceptable (a priori superior al 50%). Minipak, por ejemplo, posee sensores electrónicos de temperatura en las máquinas flexográficas, de tal forma que cuando ésta aumenta, se accionen los extintores de CO<sub>2</sub>.

#### Sustancias Características

Incluye tintas, diversos solventes orgánicos, p.e. (ésteres), cetonas y alcoholes, en menor proporción. Eplax Ltda., Flexo Spring S.A. y Multidimensionales S.A. abanderan el uso de estas dos últimas sustancias. Minipak transforma PVC, emplea en su plastificación altos volúmenes de DOP.

#### Condiciones de Almacenamiento

En Eplax Ltda., Flexo Spring S.A., Golden Flex, Lactopack, Altalene, Plásticos Flexibles Ltda., Plastipack y Tintas S.A. las tintas se envasan en canecas de 20 Kg. (en promedio) apiladas en estantería metálica en arreglos de hasta tres (3) niveles, siendo una zona aislada, señalizada y con condiciones de ventilación aceptables; en Tintas S.A. se recurre además a cuñetes de 5 gal. En Multidimensionales S.A. y Minipak las canecas son de 55 galones, todas apoyadas directamente en el piso terminado. En esta última la bodega de almacenamiento durante la producción se asienta en la zona de mezclas en un recinto en el que el desnivel en el piso es una de las medidas de control de derrames.

En Filmtex se envasa el DOP y el ACPM en tanques aéreos aislados, protegidos con diques, estructuras que no solo son de buen nivel técnico sino que posee controles de estática en la red eléctrica de bombeo. Los solventes se depositan en canecas de 55gal, estas últimas apiladas en una bodega. La señalización de las sustancias es apropiada, al punto que satisface los requerimientos legislativos (norma).

#### Condiciones de Seguridad

Son muy buenas en general. Los procesos industriales están dotados de planes de contingencia y han sido sometidos a análisis de riesgo y las instalaciones físicas poseen extintores, alarmas y kit de derrames, a excepción de Eplax Ltda., Flexo Spring S.A. y Plastipack. A pesar de estas excepciones, todas ellas cumplen

con la normatividad legal vigente en seguridad industrial.

Es de resaltar Minipak, que conjuga el revestimiento de paredes con PVC (autoextinguible), puertas cortafuego, sistema de alarma, extintores, señales de peligro.

#### 3.2.6.1.4 Fabricación y Comercialización de Productos Químicos

A este grupo pertenecen: Proditin, Productos Químicos M.F.S. C.U., Oxima Industriales Ltda., Producciones Químicas S.A., C.I. Química Comercial Andina S.A., Disolpin Ltda., Industria Química Andina y CIA. S.A. - IQA, Disaromas S.A., Ingeniería Ambiental Bonibel Ltda. y Proquimar.

##### Tecnología Empleada

Los solventes fabricados en Proditin, Disolpin, Oxima y Bonibel (como el thinner) son fundamentalmente la mezcla de varias sustancias, en éste sentido en su elaboración se emplea casi exclusivamente tanques. La recuperación se lleva a cabo en columnas de destilación. La alimentación de los solventes a la columna se acomete con bombas neumáticas, a fe de evitar las fuentes de ignición latentes en los sistemas eléctricos. La única empresa que cuenta con operación de destilación es Oxima.

M.F.S., Producciones Químicas, Comercial Andina y Disaromas poseen contenedores de tamaños y formas diversas que oscilan entre canecas de 55 gal., bidones de 5gal o de 1gal y recipientes de vidrio o plástico de 4 L o 350cc. Los contenedores se asientan en estantes metálicos de dos o tres niveles, en los que sus entrepaños son de madera.

IQA está provisto posee diferentes reactores químicos y máquina de envasado semiautomático pero para el color caramelo la operación es mensual. El transporte de los contenedores más grandes es en esencia manual. Proquimar fabrica thinner, la presentación del producto varía según las requisiciones que imponga el cliente, sea canecas de 55 galones, cuñetes de cinco (5) galones ó un (1) galón, el manejo se adelanta por medio de bombas.

##### Sustancias Características

Le son propias el varsol, el etanol, el thinner, el isopropanol, el metanol, el tolueno y el xileno, las tres últimas sustancias son constituyentes para la fabricación del Thinner. En IQA, las sustancias críticas integran además el fenol, el ACPM y la gasolina. Estas dos últimas empleadas como combustibles bien para el montacarga o bien para la planta eléctrica. El fenol se almacena para su comercialización, y el metanol se destina como reactivo en la fabricación del ácido salicílico.

##### Condiciones de Almacenamiento

Difieren en función del volumen a almacenar, tanques o tambores. Para el caso de tanques se tiene a las industrias Proquimar, Proditin y Disolpin, siendo el mayor exponente Proquimar, que emplea seis (6) tanques de hasta cuatro (4) metros de altura y de diámetro 2.5 metros, pero con ocupación inferior al 50%. Proditin y Disolpin poseen tanques aéreos sin dique. Las demás industrias manejan almacenamiento a granel, principalmente en tambores de 55 galones (M.F.S., Producciones Químicas, Comercial Andina, Bonibel, Disaromas, Oxima.

El envasado en IQA es dispar; el metanol se almacena separado de los demás productos en canecas de



55gal que se acopian en una bodega; el fenol se dispone en un tanque aéreo, cimentado en un patio alejado de las zonas de proceso; el ACPM se acopia en un tanque elevado 1.5m del suelo; y la gasolina se aglomera en una bodega próxima al garaje del montacargas, pero distante del dominio de los procesos. Las empresas de este grupo exhiben como constante buena y apropiada señalización, aquellas que manejan diversos productos cumplen con la norma de compatibilidad, como es el caso de Bonibel y Disaromas.

### Condiciones de Seguridad

Las empresas de éste apartado, cumplen con las normas de seguridad para el manejo de sustancias químicas. Poseen kit de derrames, extintores, sistemas eléctricos controlados; y protocolos para derrames, incendios, ingestión e inhalación, entre otros.

En Oxima el producto de la columna reposa en un dique cimentado sin protección por debajo del piso terminado, similar sucede con los tanques aéreos en Proditin y Disolpin; además en Disolpin el propietario vive en el segundo piso. Se destaca IQA por los dos gabinetes de suministro de agua, la carretilla de CO<sub>2</sub>, y las alarmas sonora y luminosa; y cumple con la normatividad vigente en seguridad industrial.

#### 3.2.6.1.5 Productos de Aseo

Sus líneas objetivo recaen en los jabones, los limpiadores, los suavizantes y los desengrasantes. Son parte de esta colectividad: Casa Luker, Productos Ecológicos – Proeco, Industrias Bisonte, Comercializadora SBC. Ltda., Productos El Sol Ltda., Detergentes Rico Ltda. – Deterico y Químicos Roherms, este último enfocado en las ceras para piso y las velas.

### Tecnología Empleada

En esencia es de mezcla y conducción de fluidos; en menor medida el envase y reenvase como en Casa Luker que posee sistemas automáticos de mandos neumáticos para el envase del varsol y los tensoactivos. Para la producción se utilizan marmitas (Químicos Roherms), calderas (El Sol) y tanques de mezcla (Deterico, Proeco, SBC), alimentadas por bombeo o por medios manuales, si las cantidades no son considerables.

### Sustancias Características

Están reproducidas por el varsol en Proeco, Casa Luker y Bisonte, que es reenvasado en diversos tamaños y contenidos; Químicos Roherms, El Sol, SBC y Deterico manejan, entre otros solventes, sustancias como el formol, el alcohol etílico y el etanol.

### Condiciones de Almacenamiento

En Químicos Roherms y Deterico las sustancias se almacenan en tambores de 55 galones, apiladas hasta en cinco (5) niveles sobre estantería metálica. El restante de industrias maneja la sustancia en tanques, destacándose El Sol y Casa Luker que dispone de cuatro (4) tanques con capacidades de hasta 10000 litros, la primera posee cinco (5) tanques elevados, con capacidades de 2000 galones y 4000 galones, que se encuentran al aire libre y debidamente señalizados.

### Condiciones de Seguridad

En general son buenas, todos cuentan con diferentes tipos de extintores y alarmas; Se resalta el estructurado análisis de riesgos y el plan de contingencia de Roherms, el sistema eléctrico antiexplosivo de Casa Luker y el

kit antiderrames y la documentación de que ostenta El Sol y Deterico, además de la certificación ISO 9001.

### 3.2.6.1.6 Industrias de Fabricación y Comercialización de Adhesivos

Elaboran adhesivos y pegantes base agua y solvente, empleados, entre otros, en las industrias del calzado y de los textiles. Los mejores ejemplos recaen en Incap S.A., Industrias Cadimar Ltda., MGM Industrias E.U., Escorcía y Compañía, Pegantes Star y Almacén El Tacón, las dos últimas sólo almacenan, reenvasan y comercializan adhesivos.

#### Tecnología Empleada

Poseen reactores de mezcla para diferentes volúmenes, en los que se fabrican los adhesivos. La alimentación del reactor y el transporte del producto terminado se atienden por bombeo, si se trata de MGM Industrias E.U. e Incap, o manualmente en lo que a Cadimar Ltda. y Escorcía y Compañía se refiere.

Pegantes Star y Almacén El Tacón son sólo comercializadoras, por lo que la manipulación de los adhesivos es artesanal, se disponen en recipientes más pequeños, que posteriormente se etiquetan y se ubican en cajas, se surten desde una caneca de 55 gal (dispuesta en posición horizontal) gracias a una llave.

#### Sustancias Características

Están tipificadas por el tolueno y el disolvente nep. En Incap, un caso especial, están representadas por el acetato de etilo, el isopropanol, el MEK, el tolueno, el aceite lubricante y la gasolina, los dos últimos sin participación directa en la línea de producción, se destinan al mantenimiento de los montacargas y como combustible, respectivamente.

#### Condiciones de Almacenamiento

Incap posee ocho (8) tanques subterráneos cilíndricos (horizontales), en los que se deposita el solvente nep y el acetato de etilo, un tanque aéreo cilíndrico vertical para el tolueno. ; y una bodega para el acopio de los demás solventes, todos recaudados en canecas de 55gal. El aceite y la gasolina se compilan en una bodega diferente. En MGM, Cadimar, Escorcía, Star y El Tacón el adhesivo es soportado por canecas de 55 gal., acopiadas en una superficie señalada horizontal y verticalmente y aislada de la zona producción.

Caso diferentes ocurre en las instalaciones de Pegantes Star distan mucho de ser las adecuadas; su construcción ni siquiera cumple con las normas sismoresistentes, la estructura entrelaza columnas de madera empotradas en el piso que sostienen tejas de zinc y plásticas, el piso es en tierra, y en las áreas de trabajo se han dispuesto estibas de madera; y los roedores e insectos conviven en el predio. La situación es tan grave que la alcaldía ha realizado requerimientos para el sellamiento definitivo al punto de que en la actualidad se adelanta el debate jurídico.

#### Condiciones de Seguridad

La industria a resaltar es Incap, que cuenta con siete sistemas diferentes de prevención de incendios, derrames y explosión, con controles automáticos, semiautomáticos y manuales para los tanques de almacenamiento. Los tanques subterráneos están protegidos con sistemas de detección de humos y de temperatura, y la alarma se puede accionar en diferentes puntos. Posee además gabinetes con sistema de agua y espuma, y extintores móviles de CO<sub>2</sub>. El tanque aéreo opera aislado por un dique, que cumple con la normatividad vigente.

Industrias Cadimar está dotada de dos extintores de última tecnología, que circundan la maquinaria de mezclado, y que al ser accionados dan como resultado una nube de CO<sub>2</sub> de 10 metros de radio. Y MGM Industrias, Escorcía y Compañía y el Almacén El Tacón están salvaguardados con extintores multipropósito y señales de no fumar en las áreas de envasado. Pegantes Star en contraposición solo cuenta con extintores multipropósito y señales de no fumar en áreas de envasado, carece de sistema preventivo alguno.

#### 3.2.6.1.7 Industrias de Fabricación de Artículos Plásticos

Están personificadas, para el estudio, por cinco (5) conglomerados: Sensaplas Ltda., Acropol Ltda., AA Surtyacrílicos Ltda., Cristacryl de Colombia S.A. y Fabricación de Tejas Los Paisajes. Las tres primeras destinadas a la producción de láminas plásticas, mientras las restantes a la manufactura de tejas plásticas.

##### Tecnología Empleada

La materialización del acrílico involucra las calderas, alimentadas por gas natural; una piscina de enfriamiento y los moldes de vidrio, forjadores del espesor de la lámina. Las tejas plásticas conjugan tanques, de diferentes dimensiones, con motoredutores, en donde se realiza la mezcla, y moldes delineadores de la forma deseada.

##### Sustancias Características

Es el metil metacrilato.

##### Condiciones de Almacenamiento

Las sustancias se almacenan en canecas metálicas o plásticas de 55 galones, sin exceder las cinco (5) unidades y sin la participación de estantería alguna. Cristacryl, es la excepción. El metacrilato se envasa en cuatro (4) tanques horizontales, con capacidad para 29371 lt. cada uno; sus diámetros son de 2.543 metros y sus longitudes tocan los 6.072 metros, en ninguna circunstancia el llenado supera el 80%, esta condición reduce la posibilidad de explosión (por sobrepresión).

##### Condiciones de Seguridad

Las condiciones de seguridad en general son buenas, las plantas físicas poseen extintores y en algunas ocasiones satélites: Surtiacrylicos, ó alarma: Sensaplas. El transporte de las sustancias peligrosas, al interior de cada proceso tiene lugar manualmente, siempre acompañado de los elementos de protección personal; y la red eléctrica está aislada, (i.e. se distribuye gracias a ductos). Surtiacrylicos es el punto negro: sus procesos son aún muy artesanales y carece de control de vapores; la prevención, la mitigación y el riesgo parecen conceptos irrelevantes.

Cristacryl representa, del grupo, el superlativo en seguridad, posiblemente por la mayor cantidad relativa de líquido peligroso que maneja. Además de los extintores cada tanque está protegido contra descargas eléctricas, i.e con polo a tierra, dique de contención, control eléctrico exterior de temperatura (la que en ningún caso supera los 17°C) y señalización; y las bombas de inyección son antiexplosivas.

#### 3.2.6.1.8 Artes Gráficas

Este gremio está compuesto por Editorial Géminis, World Color Colombia S.A., Colombo Andina de Impresos, D'Vinni S.A. y Publimpresos Ltda., y su mercado es la impresión (a color, y blanco y negro) en papel.

### Tecnología Empleada

La delinear los encuadernadores, las cortadoras, los montacargas, y las máquinas *off set* (armadas con tecnología de punta).

### Sustancias Características

Responden a solventes como el etanol, el acetato de etilo, el alcohol etílico, el thinner, sustancias con base solvente como los reveladores (4-N-N-dietil-p-fenilendiamina Sulfato), las tintas inflamables, y los limpiadores (esquemáticos por el xileno y la ciclohexanona), que son fundamentalmente desengrasantes.

### Condiciones de Almacenamiento

Son tan diversas como los materiales a disponer, la generalidad es que cuentan con diversas bodegas de almacenamiento dependiendo del tipo de material almacenado. En World Color las tintas descansan caóticamente en estantes metálicos (de hasta tres niveles) en presentaciones de 200 Kg., 20 Kg. y 10 Kg.; el alcohol etílico y el xileno, se acopian en un cuarto aislado, y señalado en ICB; los dos lugares (denominados aquí áreas de almacenamiento) están provistos de extintores. El papel ocupa las mayores superficies y comparte su lugar con las tintas (i.e. en bodega).

En Publimpresos las tintas se envasan en canecas de dos (2) galones, apiladas en estantes metálicos de hasta dos (2) metros de altura; el thinner se guarda en cuñetes plásticos de cinco (5) galones; y la ciclohexanona se dispone en una caneca metálica de 55 galones sobre estibas de madera. Panamericana guarda sus tintas en bidones metálicos de una tonelada, y el ACPM en cuatro (4) tanques con capacidades que oscilan entre los 500 galones y los 2000 galones.

Por su parte en Géminis las tintas se encuentran en un segundo piso, los suficientemente aireado y ventilado, señaladas y clasificadas. Las sustancias inflamables, como el etanol, se destinan en bodegas aisladas señaladas, a la entrada, y dotados interior con extintores.

### Condiciones de Seguridad

Son apenas aceptables en World Color, Colombo Andina y Publimpresos, dado que la señalización es pobre (p.e. carece de identificación de la sustancia peligrosa) y los espacios de almacenamiento aunque aislados, tan solo poseen un extintor portátil si se trata de las tintas o un extintor satélite en lo que a los solventes se refiere, y la red contra incendios brilla por su ausencia. Las fichas de seguridad si bien están presentes no son de fácil comprensión para el colectivo de los empleados: están en inglés, el kit de derrames (estopas), no tiene participación alguna en World Color Colombia.

En Géminis son buenas, la señalización cumple con la norma; y la prevención está en cabeza del coordinador de gestión ambiental y seguridad. Las áreas de proceso están dotadas con espacios específicos para almacenar las sustancias inflamables, tales espacios están señalados, dotados de extintores, fichas de seguridad, y kit de derrames. Los tanques reposan en estanterías metálicas y se aíslan con diques de contención, sólo para caso de Géminis.

#### 3.2.6.1.9 Resinas inflamables

Este marco empresarial, en el estudio, lo integran: Sitepox Ltda., Conti Ltda., Mazdel Plazas Rodríguez y Quimiresinas S.A.S. Las tres primeras dirigidas a la elaboración de la fibra de vidrio, y la última encausada en

su papel de comercializadora, por menor que la obliga a almacenar.

#### Tecnología Empleada

Se reduce a los tambores metálicos (de diverso tamaño) y a un motoreductor.

#### Sustancias Características

Están circunscritas a la resina poliéster; aunque el thinner y el monómero de estireno, en menor proporción, adquieren participación.

#### Condiciones de Almacenamiento

Las regentan las canecas metálicas de 55 galones, acondicionadas en un depósito aparte, ventilado y dotado de red eléctrica. Las canecas descansan directamente en el piso y en ningún caso su altura de acopio supera los tres (3) metros.

#### Condiciones de Seguridad

Conti, Sitepox y Mazdel están provistas de extintores y de hojas de seguridad; el personal opera con elementos de protección, el rotulado de los recipientes es una constante; y la señalización de las plataformas de trabajo es deficiente y el cuarto de acopio es caótico. En Quimiresinas el producto se habilita en estantería metálica.

#### 3.2.6.1.10 Productos Cerámicos

Son apadrinados, para las cien empresas, por las Ladrilleras Helios y Yomasa, y la extractora de materiales Conagre S.A., su mercado es la fabricación de cerámicos (v.g. ladrillos, bloques, etc.).

#### Tecnología Empleada

Aunque simples y básicas aún retroexcavadoras para la extracción de la materia prima y para la mezcla de materiales, y hornos responsables de la cocción. El secado de las unidades es natural.

#### Sustancias Características

Están simplificadas en el ACPM.

#### Condiciones de Almacenamiento

Ambas ladrilleras están provistas con tanques metálicos, protegidos con diques de contención; su función preservar el combustible. Los tanques difieren en tamaño según sean las necesidades de uso, Helios posee cuatro (4) depósitos con capacidades que varían desde los 1400 galones hasta los 5700 galones; y Yomasa cuenta con dos (2) tanques de 1500 galones; en ambas sólo se ocupa el 70% de su volumen y son recargados semanalmente. Conagre igualmente posee su tanque de 5000 galones para alimentar a los vehículos, posee dique antiderrames.

#### Condiciones de Seguridad

Son aceptables. El transporte de los fluidos se lleva a cabo por una red de tuberías, controlada; las

instalaciones contienen extintores, alarma y diques de contención con capacidad equivalente al volumen almacenado y con kit antiderrames. La documentación de los procesos es satisfactoria, particularidad en parte explicada por el devenir que el certificado de ISO 9001 impone.

#### 3.2.6.1.11 Industrias Cosméticas

Si bien atiende diversas líneas de cosméticos, las de mayor interés aquí son los esmaltes, los removedores y los diluyentes de esmalte. Líneas emanadas al mercado por Cosméticos Marbelline (también conocidos como Cosméticos Rodher) y laboratorios Vogue; entre otras.

##### Tecnología Empleada

Integra reactores de mezcla para la producción de cremas y shampoo, y dosificadoras en el envasado.

##### Sustancias Características

Los componentes de mayor peligro (y que representan a las sustancias tipo 3) son los acetatos de etilo y de butilo, el tolueno, el alcohol isopropílico y el butanol.

##### Condiciones de Almacenamiento

Los acetatos de etilo y de butilo se reciben y manipulan en canecas de 55 galones, y el tolueno y el alcohol isopropílico en canecas de 180 litros.

##### Condiciones de Seguridad

Se circunscriben a los extintores multipropósito, al kit antiderrame, y a los elementos de protección personal: cofia, bata, guantes y tapabocas.

#### 3.2.6.1.12 Fabricación de Autopartes

Incolbestos S.A., Colombiana de Frenos S.A. – Cofre, son sus más significativos estandarizados, para la muestra analizada.

##### Tecnología Empleada

Es recurrente la demanda de ACPM, solventes y pinturas, para el terminado de las piezas o para su limpieza. Sin embargo algunas de estas sustancias (en cantidades mínimas) tienen usos adicionales. El ACPM., en Incolbestos S.A. se destina a alimentar los motores de los vehículos; y el aceite lubricante en Cofre S.A. se dedica a la manutención de los vehículos de carga.

##### Sustancias Características

Cofre emplea aceite lubricante y pintura horneable (inflamable), Incolbestos tienen como materias primas el tolueno, el disolvente 1020 (conocido también como 1A o gasolina blanca) y el ACPM.

##### Condiciones de Almacenamiento

Incolbestos S.A. acopia las sustancias por medio de tanques elevados verticales, señalizados y demarcados

con dique. Cosa diferente ocurre en Cofre S.A., allí el almacenamiento es a través de canecas de 55 galones aisladas del sitio de producción. Las canecas están señalizadas, demarcadas con diques y puestas en estibas de madera. La ventilación es apropiada, el sitio de acopio es al aire libre, protegido por cubierta de tejas.

#### Condiciones de Seguridad

Incolbestos S.A. tiene en su estructura un departamento de seguridad ocupacional, en el que el médico de la empresa realiza los chequeos médicos; una brigada de seguridad que trabaja de la mano con el departamento de Higiene y Seguridad, responsables de la documentación y de la aplicación de los planes de emergencia, y del análisis y priorización de riesgos. En Cofre S.A. por su parte el sistema de seguridad contempla extintores, hojas de seguridad de los productos en los lugares de trabajo, documentación del plan de emergencia, y priorización y análisis de riesgos

#### 3.2.6.1.13 Productos Farmacéuticos

Entrelazan dos grandes líneas de producción en las visitas realizadas; una de carácter veterinario: liderada por Novalfarm Ltda., y otra de orden genérico en cabeza de Productos OSA E.U. S.A., cuyo producto bandera es el alcohol antiséptico, procesado a partir del alcohol etílico acorde con las exigencias del INVIMA.

#### Tecnología Empleada

El alcohol etílico (en OSA E.U.) se mezcla con agua en un proceso de hermeticidad, que permite la inocuidad del producto, y generar la concentración conveniente de alcohol antiséptico. En Novalfarm el proceso es manual; se utilizan mezcladores de diversa capacidad para dar como resultado el producto final deseado.

#### Sustancias Características

La sustancia Tipo 3 común es el alcohol etílico; a ella se le suma el noni fenol, para el caso particular de Novalfarm.

#### Condiciones de Almacenamiento

Productos Osa envasa el alcohol etílico en cuatro tanques verticales con capacidad de hasta 10 m<sup>3</sup>, aislados y debidamente señalizados; uno de ellos está provisto del dique de aislamiento de 1 m de altura, y los demás exhiben sólo canales perimetrales para recolección de derrames. Novalfarm acomete el almacenamiento (del alcohol y del noni fenol) en canecas de 55 galones, asentadas sobre estibas plásticas.

#### Condiciones de Seguridad

Las empresas detentan extintores multipropósito y kit antiderrames; Productos Osa, además está dotado con satélites y alarma en el área de almacenamiento; y Novalfarm enfatiza en aspectos como la organización, el plan de emergencias, las capacitaciones sobre el manejo de las sustancias peligrosas y salud ocupacional.

#### 3.2.6.1.14 Industrias de Producción y Comercialización de Lubricantes

Sus líneas de producción son la fabricación y la comercialización de lubricantes (aceites, grasas), de aditivos y de productos de limpieza para vehículos automotores. Las industrias insignes son Caria Group y Petroquímica Andes., para la muestra analizada.

### Tecnología Empleada

La idealizan las mezcladoras con sistemas neumáticos de gran volumen y las maquinas empacadoras. La conducción de la base lubricante es exclusivamente por bombeo.

### Sustancias Características

Los aceites lubricantes son elaborados a bases nafténicas y parafínicas de ECOPETROL. Si bien la base lubricante es el marco principal de trabajo (y producción), el keroseno, uno de los aditivos, es la sustancia de mayor peligro, para el caso de Caira.

### Condiciones de Almacenamiento

El keroseno de Caira se deposita en canecas de 55 galones metálicas, cabalmente identificadas, y acopiadas a nivel y sobre el piso. Por el contrario Petroquímica dispone de varios tanques cilíndricos verticales, provistos de sistemas de bombeo, los tanques reposan libres en el piso, sin ningún tipo de seguridad.

### Condiciones de Seguridad

Difiere en ambas industrias, para el caso de Caira son más que aceptables, ya que maneja cantidades considerables (60.000 gal.) de base lubricante, por lo que su sistema de seguridad es robusto; su interés en una operación se refleja en la certificación ISO 9001/08.

En Petroquímica son precarias, no existe señalización alguna y los tanques no cuentan con diques de contención: dos depósitos en desuso, carecen de las señales informativas al respecto. No hay almacenamiento del producto terminado: se trabaja sobre pedido y la bodega está adosada a una ladera. Sobresalen dos extintores de uno de 10Lb y otro de 20Lb. Los operarios no emplean elementos de protección personal. Las fichas de seguridad de los productos y el plan de contingencias brillan por su ausencia. Trabajan dos personas, una de ellas vive allí.

#### 3.2.6.1.15 Industria Fabricante de Ropa Interior

Su imagen es Ritchi S.A. para la muestra auscultada.

### Tecnología Empleada

Ritchi S.A. maneja una gran caldera, para la producción de vapor, ciclones para controlar la emisión de partículas, y maquinas de tintorería, de secado y de verificación del producto terminado.

### Sustancias Características

Están reproducidas y representadas por el crudo de Rubiales. Empero los voceros de Ritchi plantean el cambio de combustible a gas propano en un horizonte próximo a los tres meses.

### Condiciones de Almacenamiento

El crudo se deposita en un tanque metálico vertical, con control de temperatura, de 2.55 metros de altura y de 2 metros de diámetro. El tanque descansa en la inmediata vecindad a la caldera.



### Condiciones de Seguridad

La industria posee diversos métodos para garantizar la seguridad; uno de ellos es el de mantener canecas de aserrín para el control de derrames, otro es la existencia de diversos extintores, y el tercero recae en los termosensores que controlan la temperatura del tanque de almacenamiento y que impiden supere los 70°C.

#### 3.2.6.1.16 Industrias de Fabricación Alfombras y Tapetes

Tal y como lo destaca su nombre, se enfocan en la confección y ensamblaje de alfombras y tapetes; labor que toma cuerpo gracias al látex natural (isopreno), que tiene la función de aglomerar los tejidos. Vivetex Ltda. encarna este sector productivo en el estudio.

### Tecnología Empleada

La escenifica (y simplifica) la caldera, su vapor permite adicionar la capa de látex a la mezcla de polímeros. La alimentación del látex es manual.

### Sustancias Características

Se conjugan en el isopreno.

### Condiciones de Almacenamiento

El isopreno se acopia en canecas plásticas de 200 Kg., congregadas cerca de la caldera pero separadas de ésta por un dique.

### Condiciones de Seguridad

Entrelaza con extintores, la señalización de los ambientes peligrosos, el aislamiento del sistema eléctrico y los elementos de protección personal.

#### 3.2.6.1.17 Industrias de Tabaco

Esta actividad económica es ejemplificada por Protabaco S.A., para la muestra auscultada.

### Tecnología Empleada

Involucra calderas, trilladoras, mezcladoras, bandas transportadoras, montacargas, entre otras; todas acompañadas y enriquecidas con registros de mantenimiento (preventivo y correctivo) y manuales (de diseño) que facilitan la revisión mecánica, adelantado con periodicidad semanal, mensual o anual. El transporte de los fluidos se lleva a cabo gracias a sistemas de bombeo, por ductos debidamente clasificados e identificados. Son pocos los casos en los que el transporte y el manejo es manual: solo algunos saborizantes (los de menor trascendencia) reciben este tratamiento.

### Sustancias Características

Protabaco se surte de fuel oil para la operación de las calderas, bimodales en esencia, las que en buena parte de tiempo se nutren con gas. Posee como sistemas redundantes reservas de fuel oil y de ACPM, esta última, fuente motriz de una antigua planta; ninguna de estas recargada en los últimos veinticuatro meses. Completan el universo de sustancias peligrosas el saborizante G425, el alcohol etílico, la triacetina y el propilenglicol, participantes en las salsas saborizantes.

### Condiciones de Almacenamiento

La mayor parte de las sustancias se almacenan en tanques, sólo el saborizante y el alcohol etílico se depositan en contenedores, envasados en canecas plásticas de 50 Kg., si se trata del primero, o en canecas de 55 galones, si atañe al segundo. El tanque del Fuel Oil tiene una capacidad instalada de 10600 galones, el del ACPM de 2650 galones, el del propilenglicol bordea los 15000 litros y el de la triacetina es para 7500 galones.

### Condiciones de Seguridad

La tabacalera posee como uno de sus estándares las certificaciones ISO 9001 e ISO 14001, por lo que la documentación, la planificación y el análisis de riesgo de sus procesos es más que aceptable. La planta física está provista de extintores satélites, alarmas e hidrantes; cada una de las máquinas está dotada de tablero de control y red de energía; ésta última canalizada, aislada, señalizada y protegida. Las líneas de conducción de los fluidos operan, convenientemente, señalizados e identificados. El almacenamiento del propilenglicol y de la triacetina es deficiente; la humedad en el puesto de bombeo y la escasa señalización de los tanques de almacenamiento, son algunos de sus lunares.

#### 3.2.6.1.18 Fabricación de Luminaria

En la muestra de cien industria, su representación recae en Havells Sylvania COL. S.A.

### Tecnología Empleada

Havells S.A. emplea en el proceso productivo maquinaria diversa y calderas alimentadas por ACPM. El oxígeno y el hidrógeno, a presión, son empleados para el corte de la luminaria.

### Sustancias Características

Integran gases comprimidos como el oxígeno, el hidrógeno y el GLP (gas licuado de petróleo, en el que principal componente es el propano), y el ACPM.

### Condiciones de Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento, tres en total, dos horizontales: el de hidrógeno y el de oxígeno, y uno vertical: el de ACPM, operan aislados de la zona de producción y al aire libre. Están dotados con señalización apropiada, y diques. La alimentación y la descarga se lleva a cabo gracias a las tuberías subterráneas.

### Condiciones de Seguridad

La señalización y la demarcación son apropiadas. Los planes de contingencia, emergencia y priorización de riesgos están documentados. La red contra incendios y los sistemas de conducción de fluidos son funcionales y están en buen estado.

#### 3.2.6.1.19 Industria Transformadora de Plástico

Tiene como objetivo la fabricación de tubería y accesorios en PVC, así como soldaduras para este material. Su mejor exponente es Pavco S.A., en la muestra analizada.

### Tecnología Empleada

Usan extrusoras para los perfiles de tubería, y mezcladoras, reactores y envasadoras semi-automáticas, si se trata de la fabricación de soldadura.

### Sustancias Características

Están constituidas por Tetrahidrofurano (THF), MEK y acetato de etilo. Todos empleados directamente en la elaboración de la solución.

### Condiciones de Almacenamiento

Los tanques de acetato de etilo (dos en total) y el de MEK son subterráneos. Están provistos de sistemas anti-estática, señalización y su contorno yace aislado por rejillas. Los tanques de THF, son de 55 gal y ocupan una bodega exclusiva dotada de sensor de temperatura y humos, cámara de TV, extintores y satélites, así como de sistema de agua y espuma para incendios, y un cárcamo a la entrada para controlar la contaminación de cuerpos de agua en caso de derrame.

### Condiciones de Seguridad

Son buenas: la señalización cumple con normas de seguridad; tienen plenamente priorizados los riesgos, e implementan protocolos para la atención de emergencias (i.e. derrames, incendios, entre otros). La brigada de emergencia está organizada y entrenada. En general, la instalación opera con los recursos suficientes para el control de los riesgos identificados.

#### 3.2.6.1.20 Curtido y Preparado de Cueros

Su único representante es Ecocaiman S.A., para el grupo de las cien industrias.

### Tecnología Empleada

Ecocaiman enfoca su interés comercial al curtido de pieles, entre las que se destacan la de caimán, la de iguana, la de culebra y la de avestruz. En las diferentes etapas del proceso utiliza múltiples sustancias, las de mayor trascendencia son: el ácido clorhídrico para la variación del pH, las lacas en la terminación del cuero, el ACPM para atender las eventuales fallas del sistema de gas, y el formol en la conservación de las pieles y a fin de prevenir olores ofensivos.

### Sustancias Características

Maneja principalmente lacas de diferentes especificaciones y ácido clorhídrico en cantidades considerables, también maneja formol y ACPM., en menor medida; este último para prevenir el paro de producción si llega a faltar suministro de gas natural.

### Condiciones de Almacenamiento

El almacenamiento está diverso como el abanico de sustancias; las lacas se aglomeran en presentaciones de 1 y 5 galones, el formol es almacenado en tambores de 55 galones, y el ácido clorhídrico y el ACPM se acopian en tanques, el del ACPM es elevado.

### Condiciones de Seguridad

La empresa está provista de señalización horizontal y vertical (en pisos y paredes), y las fichas de seguridad yacen en el sitio de almacenamiento, posee extintores y reconoce sus escenarios de riesgo.

#### 3.2.6.1.21 Fabricación de Aparatos Domésticos

Tiene como único portavoz del presente estudio a Indusel S.A.

### Tecnología Empleada

Indusel fabrica una amplia variedad de electrodomésticos y gasodomésticos, bajo la marca registrada ABBA.

### Sustancias Características

En el proceso productivo se manejan solventes como: el thinner, el xileno, el isopropanol, el etanol, y químicos como el 1.1.1.2 Tetrafluoroetano y el ácido nítrico.

### Condiciones de Almacenamiento

Las sustancias, casi exclusivamente, son almacenadas en canecas de 55 galones a un nivel, algunos con estibas de madera, y otros a ras del piso.

### Condiciones de Seguridad

La planta física está provista de señalización horizontal y vertical (en pisos y paredes); los empleados surten sus actividades provistos de los atuendos pertinentes; y las fichas de seguridad yacen en el sitio de almacenamiento. Indusel reconoce sus escenarios de riesgo, tiene estructurado y documentado el análisis de riesgos, el plan de contingencia y el sistema de gestión de calidad ISO 9001/08, del que ya posee certificación.

#### 3.2.6.2 Descripción Paramétrica

Este capítulo pretende, más que una radiografía del ramo industrial, de ninguna manera auscultado, esbozar el entorno en el que operan algunas de las industrias y empresas, tal vez la muestra más representativa: la de las cien y la de mayor posibilidad de provocar una emergencia en el distrito capital (rótulo dado por el tipo de sustancia (las tipo 3) y el volumen que manipulan; y facilitar la deducción de los eventos amenazantes de orden industrial que rodean el quehacer, y de los factores condicionantes y detonantes (i.e. las causas) que promueven su creación.

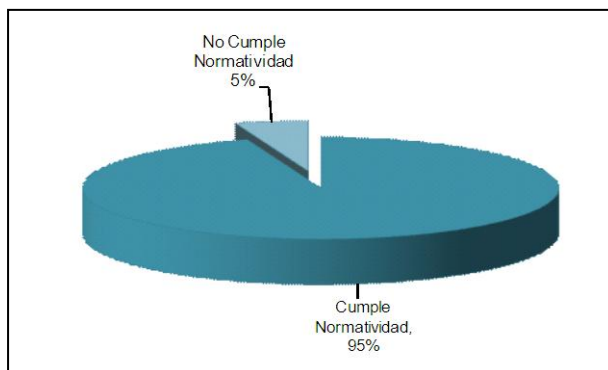
Síntesis sustentada en la información capturada en el curso de las visitas y transcrita en los formatos de inventario (es decir en el *Anexo E*), y desplegada gracias al tratamiento de aspectos como: las condiciones de seguridad; la ubicación de las sedes; la actividad económica bajo la que funcionan; la sustancia característica y su inventario mensual (volumen).

#### 3.2.6.2.1 Condiciones de Gestión de Calidad y de Seguridad

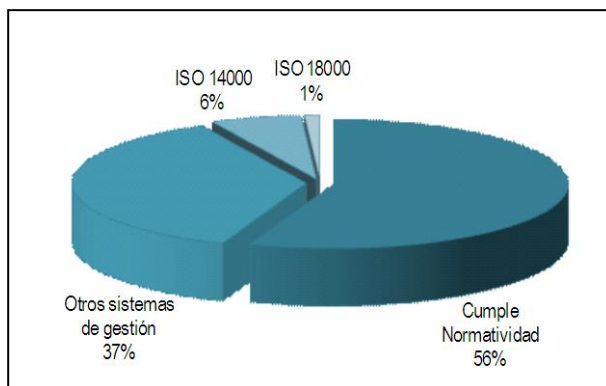
Del abanico de empresas (las 100), 95 propenden por el cumplimiento de las exigencias fijadas en la legislación con la normatividad exigida en cuanto a seguridad industrial, tal como lo corrobora la SDS con su

aval, requerimientos patentes en los títulos 3 y 4 de la ley 9 de 1979, en la resolución 2400 de 1979 y en la resolución 1016 de 1989. Las cinco (5) restantes se distancian de regulación alguna (véase la *Figura 1*), las condiciones de trabajo son muy precarias y carecen de planes de emergencia estructurados, son ellas: Pyasa Colombiana, Pinturas Renania, Pegantes Star S.A., Petroquímica Andes y Quimiresinas S.A.S. No obstante, la aprobación de la SDS, poco significa la prevalencia de un marco de seguridad homogéneo en las primeras 95. Nada más distante de la realidad. Las diferencias de seguridad son tan generosas como amplios los vacíos e imprecisiones de los títulos 3 y 4 de la ley 9 (de 1979), sin considerar su longevidad, y por consiguiente su desactualización en algunos temas v.g.: ventilación, red contraincendios, equipos de seguridad personal, depósitos y almacenamiento, sólo por mencionar algunos (aspectos que no se profundizan porque no hacen parte de los alcances del estudio). Baste seguir algunas de ellas: del conglomerado de empresas, cuarenta y tres (43) han buscado la mejora en sus procesos, treinta y cinco (35) a través de la certificación ISO9001, seis (6) con la compaginación de ésta y la ISO14000, y una sola, Pavco, gracias a la complementación de las dos certificaciones previas y la ISO18000. Distribución compilada en la *Figura 2*.

**FIGURA 1 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD**



**FIGURA 2 SISTEMAS DE GESTIÓN**



Las instalaciones físicas entretejen complicaciones en a) los pisos, por deterioro o por ausencia de impermeabilizante, singularidad reinante en Bonibel, Conti e Industrias Cadimar; b) la ventilación: escasa,

deficiencia propia de Novalfarm, Detergentes Rico, Indupin y Acropol; c) la proximidad entre la caldera y los tanques: en MFS y Ritchi; d) los sistemas contraincendios, tal es el caso de D'Vini; e) su ubicación geográfica: Proeco y Eplax están fundadas contiguas al aeropuerto; y f) las instalaciones en general, ejemplo fehaciente es Pegantes Star.

Y el manejo de las sustancias peligrosas distan de ser óptimas, las irregularidades en la operación y la falta de entrenamiento son una constante en algunos ramos de la producción. Las flexográficas son un buen ejemplo; Géminis, Multidimensionales, Plastipack, World Color Colombia, y Publimpresos, desentonan entre una ordenada estructura, producción y documentación y la liviandad en el transporte y manipulación de los químicos Tipo 3. Esta fragilidad se acentúa en la medida en que el tamaño de la industria disminuye; la ausencia de planes de emergencia estructurados y aprobados, es una constante en las empresas con menos de diez empleados.

### 3.2.6.2.2 Industrias por Localidad

Tan diversa como la composición de las empresas es su diseminación en el territorio capitalino; catorce (14) de las veinte (20) localidades del distrito acogen por lo menos una industria, tal y como lo transcribe la *Figura 3* (se reitera que el foco principal se fija en las que producen o manipulan sustancias peligrosas altamente inflamables), y siete (7) reciben el 90% del universo auscultado. Las localidades más densamente pobladas (en el contexto industrial), según las cien empresas visitadas, son: Fontibón con 24, Puente Aranda con 15, Los Mártires que toca las 13, Ciudad Bolívar receptora de doce, Engativá con once (11), Kennedy surcada por ocho (8) y Bosa enriquecida con cinco (5) (véase el *Plano 2* y el *Plano 3*). Panorama que despunta por una parte la importancia de concentrar los esfuerzos institucionales en estas siete localidades para la apropiada ejecución de los planes de emergencia globales, para la capacitación en el manejo de sustancias Tipo 3 (y porque no las peligrosas en general) antes, durante y después de una emergencia o de un accidente; y para la definición de rutas “seguras” de transporte en el distrito capital; y por otra parte para regular el uso del suelo; y para evitar la expansión de este tipo de industrias por toda la superficie de Bogotá.

### 3.2.6.2.3 Actividad Económica

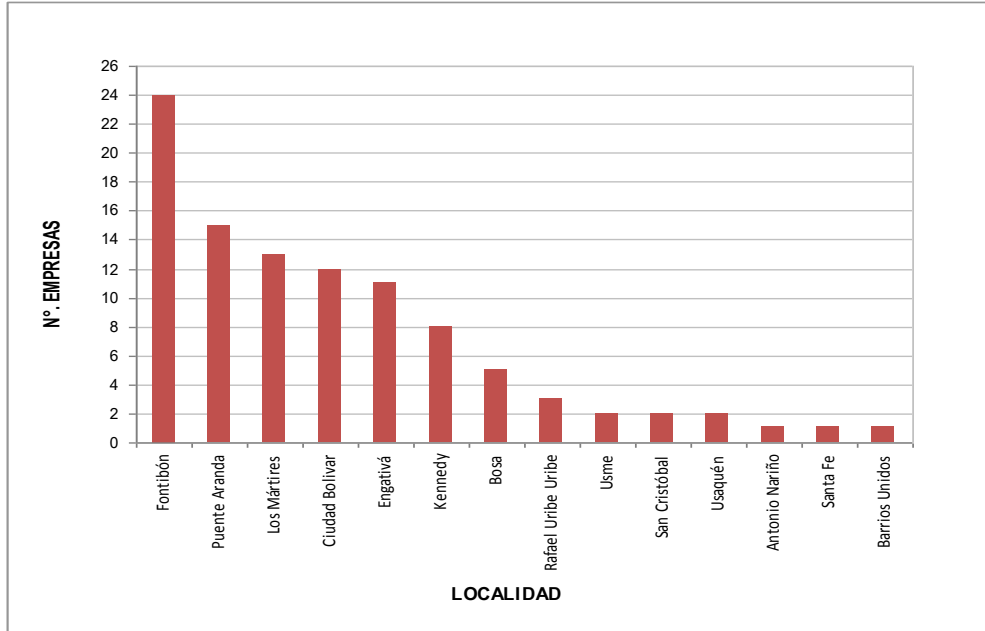
Contrario a la premisa inicial con la que se dieron los primeros pasos para la estructuración de la base de datos, y que consideraba que la fabricación y manipulación de sustancias tipo 3 recata casi exclusivamente en las industrias químicas petroquímicas y de pinturas, la actividad económica es en extremo diversa, al punto que veinticuatro (24) actividades son las posesionarias de la muestra de cien empresas. Espectro ilustrado por la *Figura 4*.

Sin embargo, sin ignorar el heterogéneo espectro, el 64% de la población (industrias) encajan tres grandes actividades: la fabricación de otros productos químicos, rotulada con el código CIIU 242; la fabricación de productos plásticos (código CIIU 252); y el comercio mayorista de productos intermedios no agropecuarios, desperdicios y desechos: código CIIU 515. La primera con dominio de 39 industrias; la segunda rectora de 13 instituciones; y la tercera reflejo de 12 factorías. Las restantes actividades económicas en ningún caso receptionan más de cinco empresas (confirmación dada por la *Figura 4*).

Ahora bien, la clasificación y la descripción esbozada en el numeral *3.2.6.1* y esquematizadas en la *Figura 5*, es a todas luces correlacionable con el Código Industrial Internacional Uniforme CIIU (simbología propia de la Secretaría de Hacienda), conviene señalar que las actividades Pinturas y Derivados, y Comercialización de

Solventes responden al CIUU 242 (de la *Figura 4*).

**FIGURA 3 INDUSTRIAS POR LOCALIDAD**



**FIGURA 4 CÓDIGO CIUU**

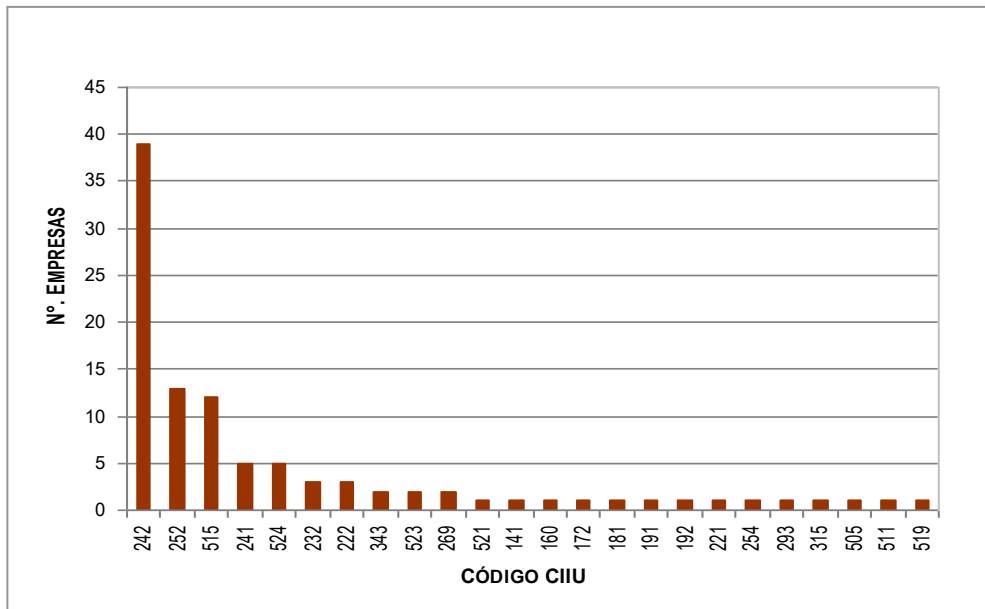
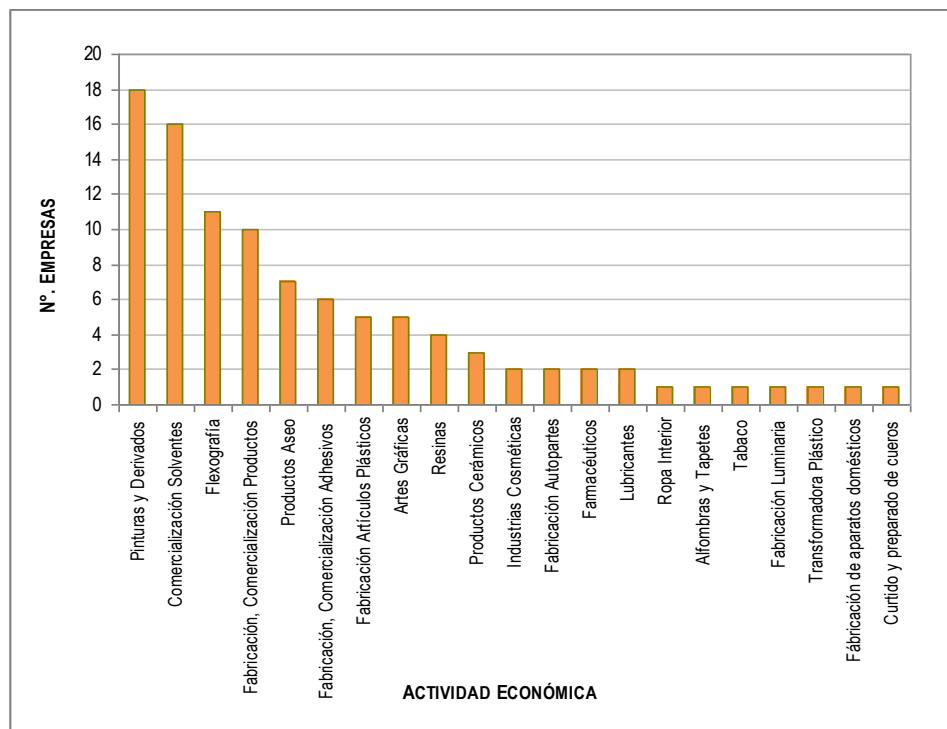


FIGURA 5 ACTIVIDAD ECONÓMICA



#### 3.2.6.2.4 Sustancias Características

La caracterización de las sustancias peligrosas, se aborda con dos perspectivas, a saber, el elemento más recurrente en los potenciales escenarios catastróficos y la cuantificación volumétrica. La primera perspectiva revela que el número de sustancias empleadas alcanza los 34 (véase la [Figura 6](#)); el etanol es el más común (catorce empresas lo utilizan); le siguen el tolueno y el varsol, este último idealizado por el 1.2.4-trimetilbenceno, acopiado en 12 fábricas cada uno; el thinner manipulado en nueve industrias, y el xileno y el ACPM, cada uno presente en siete empresas.

Las veintiocho (28) restantes, se distribuyen casi uniformemente pero sin que cada producto tenga cabida en más de cuatro fábricas simultáneamente. La segunda perspectiva reseña que el mayor volumen almacenado es el tolueno, con algo cercano a los 100000 galones, seguido por el ACPM con 6000 galones, el varsol con casi 4000 galones, y el metilmetacrilato, el etanol y el xileno con cantidades entre los 3000 galones y los 4000 galones (véase la [Figura 7](#)). Los demás productos se encuentran en cantidades que no superan los 4000 galones, esto se puede apreciar en la [Figura 7](#).

La trascendencia de los seis primeros fluidos queda aún más clara a la luz del análisis de Pareto; procedimiento delineado y compilado en la [Tabla 3](#); ellos son parte del 80% de los casos, así lo ratifica su frecuencia acumulada, y junto con el isopropanol, el metilmetacrilato, la resina alquídica (modelada como tolueno), el adhesivo inflamable (tolueno), el metanol, la resina poliéster (estireno monómero), la base nafténica y el butilglicol dan vida a la población muestral prioritaria, constituida por el 80% del universo.



FIGURA 6 SUSTANCIA CARACTERÍSTICA

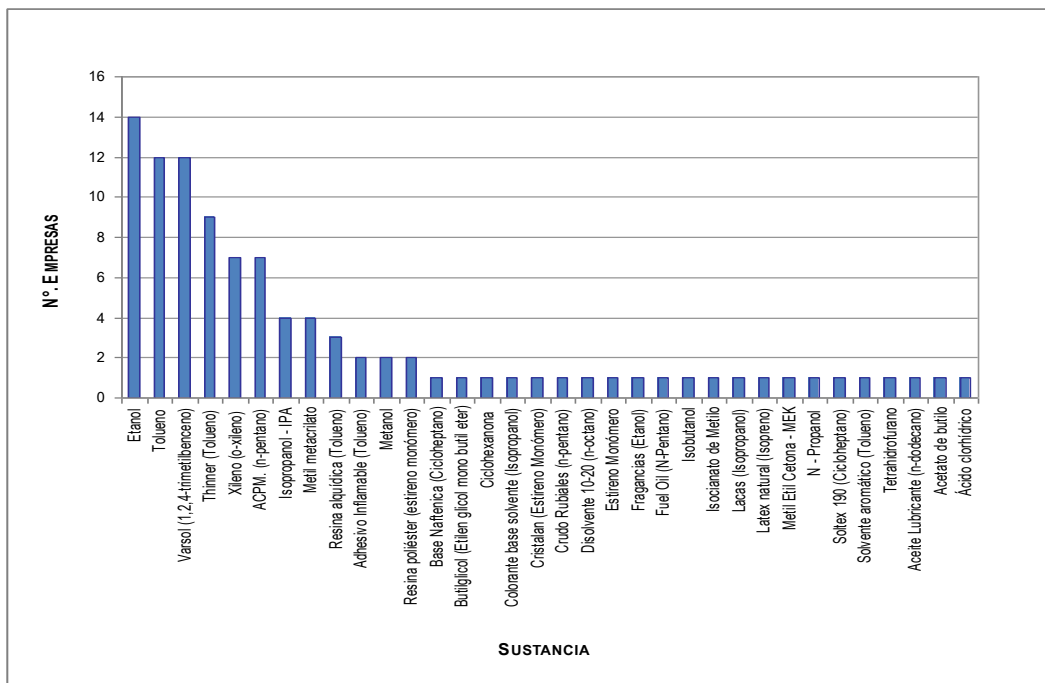


FIGURA 7 VOLUMEN ACUMULADO DE LA SUSTANCIA CARACTERÍSTICA (GAL.)

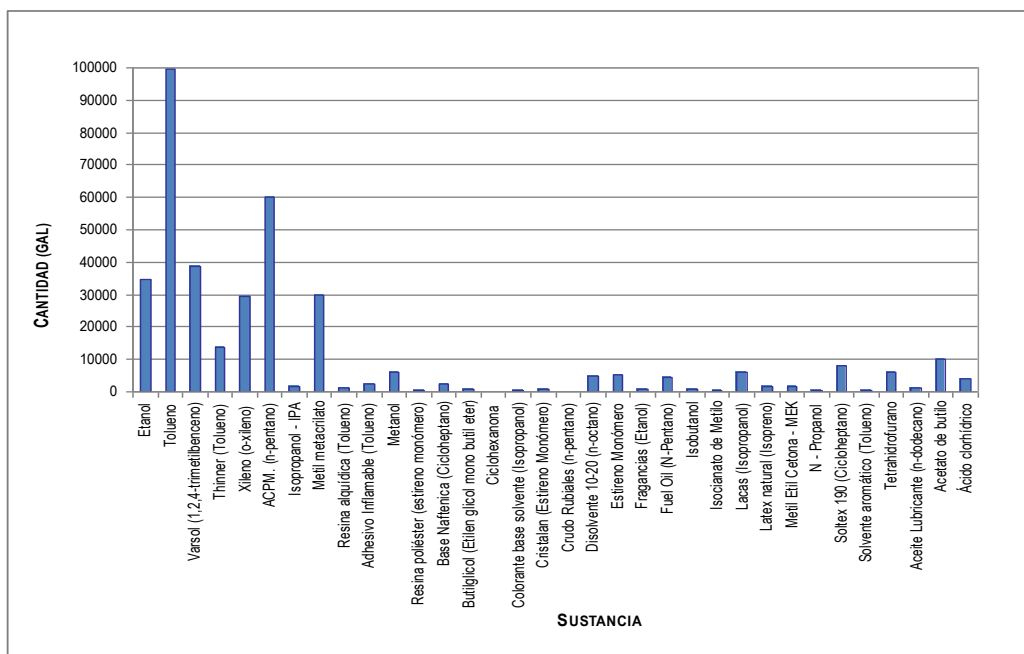


TABLA 3 FRECUENCIA ACUMULADA DE LA SUSTANCIA CARACTERÍSTICA

SUSTANCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
Etanol	14	14
Tolueno	12	26
Varsol (1,2,4-trimetilbenceno)	12	38
Thinner (Tolueno)	9	47
Xileno (o-xileno)	7	54
ACPM. (n-pentano)	7	61
Isopropanol - IPA	4	65
Metil metacrilato	4	69
Resina alquídica (Tolueno)	3	72
Adhesivo Inflamable (Tolueno)	2	74
Metanol	2	76
Resina poliéster (estireno monómero)	2	78
Base Nafténica (Cicloheptano)	1	79
Butilglicol (Etilen glicol mono butil éter)	1	80
Ciclohexanona	1	81
Colorante base solvente (Isopropanol)	1	82
Cristalan (Estireno Monómero)	1	83
Crudo Rubiales (n-pentano)	1	84
Disolvente 10-20 (n-octano)	1	85
Estireno Monómero	1	86
Fragancias (Etanol)	1	87
Fuel Oil (N-Pentano)	1	88
Isobutanol	1	89
Isocianato de Metilo	1	90
Lacas (Isopropanol)	1	91
Latex natural (Isopreno)	1	92
Metil Etil Cetona - MEK	1	93
N - Propanol	1	94
Soltex 190 (Cicloheptano)	1	95
Solvente aromático (Tolueno)	1	96
Tetrahidrofurano	1	97
Aceite Lubricante (n-dodecano)	1	98
Acetato de butilo	1	99
Ácido clorhídrico	1	100

Las cantidades almacenadas guardan estrecha relación directa con las sustancias recurrentes; los mayores volúmenes en existencia, son propios de los componentes más frecuentes, relación dilucidada en la [Tabla 4](#). Particularidad que desde ya las incluye en el grupo de “sustancias críticas”, y que les hace merecedoras de atenciones especiales en capacitación acerca de los cuidados para su manipulación y en la estructuración tanto de programas de prevención o mitigación de accidentes, como de planes de contingencia.

TABLA 4 INVENTARIO DE SUSTANCIAS Y FRECUENCIA ACUMULADA

SUSTANCIA	CANTIDAD (Gal)	FRECUENCIA ACUMULADA
Tolueno	99445.0	26.33
ACPM. (n-pentano)	60215.0	42.27
Varsol (1,2,4-trimetilbenceno)	38747.0	52.52
Etanol	34856.0	61.75
Xileno (o-xileno)	29247.3	69.49
Metil metacrilato	29985.8	77.43
Thinner (Tolueno)	13557.3	81.02
Acelato de butilo	10000.0	83.67
Soltex 190 (Cicloheptano)	8000.0	85.79
Lacas (Isopropanol)	6153.9	87.42
Metanol	6050.0	89.02
Tetrahidrofurano	5997.9	90.61
Estireno Monómero	5298.0	92.01
Disolvente 10-20 (n-octano)	5000.0	93.33
Fuel Oil (N-Pentano)	4500.0	94.52
Ácido clorhídrico	3927.3	95.56
Base Nafténica (Cicloheptano)	2600.0	96.25
Adhesivo Inflamable (Tolueno)	2256.0	96.85
Isopropanol - IPA	1723.3	97.30
Latex natural (Isopreno)	1568.6	97.72
Metil Etil Cetona - MEK	1446.6	98.10
Resina alquídica (Tolueno)	1178.3	98.41
Aceite Lubricante (n-dodecano)	1035.0	98.69
Cristalan (Estireno Monómero)	695.0	98.87
Isobutanol	690.0	99.05
Fragancias (Etanol)	675.1	99.23
Butilglicol (Etilen glicol mono butil eter)	650.0	99.41
Colorante base solvente (Isopropanol)	529.0	99.55
Resina poliéster (estireno monómero)	497.0	99.68
Solvente aromático (Tolueno)	461.9	99.80
N - Propanol	282.1	99.87
Isocianato de Metilo	220.0	99.93
Crudo Rubiales (n-pentano)	200.0	99.99
Ciclohexanona	55.0	100.00

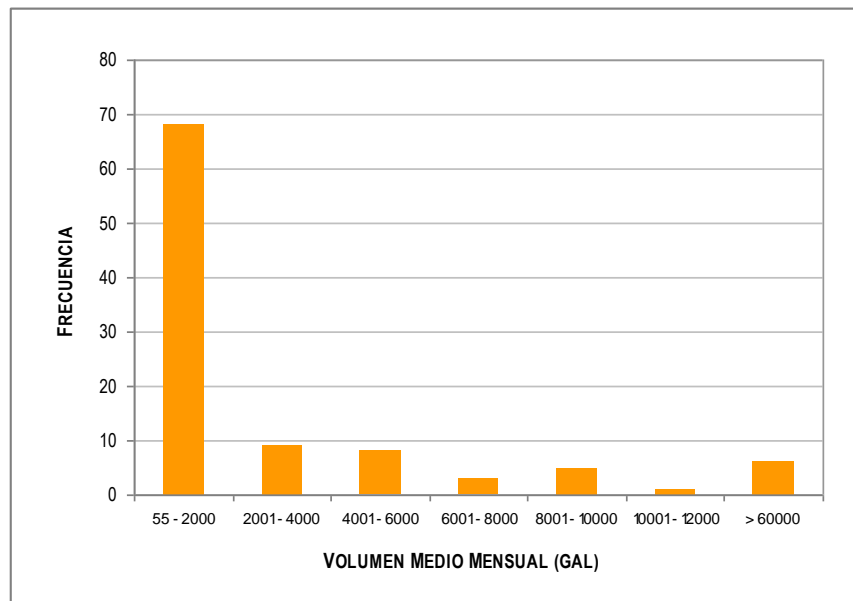
El volumen promedio mensual almacenado, al igual que el tipo de sustancia, difiere de una compañía a la otra, radiografía transcrita si se precisa que el rango se fija en 59945 galones, la media toca los 3700 galones, el coeficiente de variación es superior al 2.24 y el 70% (aproximadamente) de las industrias acopian entre 100 y 2000 galones (véase la [Tabla 5](#) y la [Figura 8](#)), características de una muestra dispersa. Si se corrige la muestra, es decir si se suprimen los valores extremos, representados por volúmenes inferiores a 110 galones (en cabeza de Publimpresos, Tintas S.A. y Tono Color) o superiores a 12200 galones (v.g. Pinturas Universo

Cia. Ltda., Conagre S.A. y Cristacril de Colombia S.A.) el comportamiento de la población es ligeramente más homogénea pero no lo suficiente: el coeficiente de variación desciende hasta 1.23, el promedio surca los 1900 galones, la desviación estándar pisa los 2402 galones, y el rango es de 9071 galones.

**TABLA 5 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DEL INVENTARIO**

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	VALOR
Media (gal)	3777.43
Error típico	847.53
Mediana (gal)	692.51
Moda (gal)	550
Desviación estándar (gal)	8475.32
Varianza de la muestra(gal <sup>2</sup> )	71830980.52
Curtosis	24.77
Coefficiente de asimetría	4.60
Rango (gal)	59945
Mínimo (gal)	55
Máximo (gal)	60000
Suma (gal)	377743.28
Cuenta (un)	100
Nivel de confianza(95.0%)	1681.69

**FIGURA 8 INVENTARIO PROMEDIO MENSUAL**



### 3.3 IMPLANTACIÓN DEL MRIB

Esta aplicación consta de 2 módulos, uno alfanumérico y el otro gráfico, el primero constituye una base de datos estructurada que sirve de insumo para la simulación de los índices de amenaza, vulnerabilidad y riesgo industrial; el segundo, hace referencia a la presentación de la información, en un marco, georeferenciado y vinculado a la base de datos, esto con ayuda de la plataforma ARCGIS versión 6.2. El modelo MRIB, tiene como punto de partida el inventario de las cien industrias, y la modelación de sus consecuencias, resumido y compilado en el Anexo G. El proceso de implantación, los resultados obtenidos en el programa, y su representación en el plano de Bogotá se esquematizan en el Anexo H, tanto en archivo magnético (CD) como en archivo de papel.

### 3.4 EVALUACIÓN DE AMENAZA (MRIB)

El primer requisito para una evaluación y una gestión correctas del riesgo industrial es la identificación de los distintos accidentes que razonablemente pueden producirse en una determinada instalación. En la industria química, los accidentes suelen ser el resultado de unas condiciones de proceso inadecuadas para las diversas características físicas y químicas de los materiales y de las sustancias. Estas condiciones, excepto en el caso de fallas de diseño, suelen ser desviaciones de las condiciones normales de funcionamiento y se presentan como problemas no siempre evidentes desde la perspectiva operativa (Casal y otros, 1999). Para la identificación y cuantificación del peligro potencial, es decir de la amenaza, la tendencia hoy día es el empleo de técnicas o métodos de análisis racionales y sistemáticos, entre los que se circunscriben los probabilísticos y los estadísticos.

Desafortunadamente, la complejidad de los sistemas físicos propios de las industrias químicas, que envuelven un gran número de variables, ligada a la escala de trabajo de este proyecto, en esencia general (señalamiento fijado por su amplia cobertura: el distrito capital) y la ausencia de registros históricos confiables de emergencias en el ramo industrial (en el distrito capital), hacen que la evaluación de amenaza se centre en el estudio del comportamiento físico de las fuente generadoras de los accidentes, trasegar propio de los modelos de situaciones peligrosas, específicamente en la técnica del Rombo (adaptada por Multiprocesos S. A., 2006) . Esquemas inmersos en las técnicas de razonamiento aproximado. La evaluación se funda, entonces, en los lineamientos trazados por Multiprocesos S.A. (2006), sin modificación alguna, puesto que es uno de los pilares en los que esta soportado el MRIB; en este sentido el lector encuentra los detalles pertinentes en la citada referencia, y GIA se abstrae de abordarlo en detalle, en su lugar se enfoca en los elementos novedosos y en el análisis de los resultados de su aplicación a las cien industrias.

El método integra dos componentes: la cualificación de la probabilidad de ocurrencia y la deducción de las distancias de viaje de las ondas de presión y térmicas, recreadoras de las franjas de exposición, variable indispensable en el análisis de vulnerabilidad y en la diagramación de los escenarios de riesgo. La primera encierra el tratamiento de tres variables: el peligro crónico, el peligro agudo y la peligrosidad en la operación; todas cualificadas a través del juicio de experto; su proceso numérico se lleva a cabo en las entrañas de la aplicación MRIB; y la segunda está circunscrita en la estimación de consecuencias, tema que se encara en el numeral 3.5.

El desarrollo de esta primera componente revela que los niveles de amenaza casi en su totalidad son bajos. Sólo nueve (9) industrias diseminadas a lo largo de las localidades Los Mártires y Bosa, y dedicadas (mayoritariamente) a la comercialización de solventes, a la fabricación de productos químicos y a la

distribución de lubricantes, encierran nivel medio (véase la *Figura 9*). De éstas ocho (8) son Pymes, con un número de empleados inferior a 20 (véase la *Tabla 6*), lo que en medida alguna redonda en irregularidades en la documentación, en la operación y en la puesta en marcha de los planes de mitigación y atención de emergencias: casi la totalidad reportan su ausencia o su trámite, excepto Filmtex que está certificada en ISO 9001 e ISO 14000. Sinopsis esquematizada en la *Tabla 7*.

FIGURA 9 NIVEL DE AMENAZA

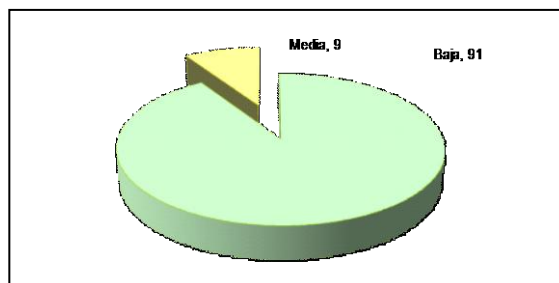


TABLA 6 EMPRESAS CON NIVEL DE AMENAZA MEDIO

EMPRESA	LOCALIDAD	Nº TRABAJADORES	ACTIVIDAD COMERCIAL
Agencia de Alcohol El As Ltda.-Sede Dos	Los Mártires	4	Comercialización Solventes
Agencia de Alcohol El As Ltda.-Sede Dos	Los Mártires	13	Comercialización Solventes
C.i. Liutex Ltda.	Bosa	7	Comercialización Solventes
Productos Químicos MFS E.U.	Engativá	10	Fabricación, Comercialización Productos Químicos
Pegantes Star	Rafael Uribe Uribe	2	Fabricación, Comercialización Adhesivos
Petroquímica Andes	Rafael Uribe Uribe	2	Lubricantes
Químicos Roherms Ltda.	Kennedy	17	Productos Aseo
Colombo Andina de Impresos	Puente Aranda	12	Artes Gráficas
Filmtex S.A.	Ciudad Bolívar	127	Flexografía

Panorama atemporal (aunque se cree sintetiza la amenaza actual), en apariencia sustancialmente discordante con el devenir histórico: once de las empresas durante su vida útil reportan algún tipo de emergencia; dos, Pintu Edward y Sitepox, soportaron incendios; cuatro: Vogue, Incolbestos, Pavco y Filmtex, trasegaron por conatos de incendios; y cinco: Solmaprin, Disproalquímicos, Protabaco, Acropol y Casa Luker toleraron derrames. Y contradictorio con el manejo que las industrias dan a las sustancias, con la capacitación que reciben los operarios, y con los resguardos y medidas de seguridad que envuelven a los tanques, las canecas y a los depósitos de almacenamiento. Antítesis que arrojan un manto de duda sobre la veracidad de los resultados, y que abren la puerta a la revisión del procedimiento de calificación; estrategia en la que el registro histórico de accidentes se abre paso como contrastador. Tarea de indudable vigencia para el mediano plazo.

Las peligrosidades del producto y de la operación si bien soportan el 90% de la cualificación son las variables de menor sensibilidad. Basta un repaso rápido. La reactividad y la toxicidad, componentes del peligro agudo

en ningún caso superan el punto de calificación: la casi totalidad de las sustancias son estables o medianamente reactivas bajo calentamiento y presión, y sus efectos (en la vida) en el corto plazo recaen en daños residuales menores. La toxicidad en animales, discriminante del peligro crónico, exhibe, por lo menos para los componentes más comunes: el etanol, el tolueno, el varsol, el xileno, el ACPM, el isopropanol, el metilmetacrilato, el metanol, el butilglicol, la ciclohexanona y el isobutanol, concentraciones (peligrosas) de LD<sub>50</sub> oral (en mg/Kg) entre 500 y 15000 (Fuente CAMEO, 2007, y Fichas toxicológicas) y del LC<sub>50</sub> por inhalación (en ppm) en el dominio [500 – 10000], mínimo ligado al butilglicol; raseros numéricos requeridos superiores a las dosificaciones necesarias para alcanzar el menor de los puntajes: 2, y que se expresan como >100 mm/Kg. para toxicidad oral (LD<sub>50</sub>), > 40 mm/Kg. en cuanto a la toxicidad dérmica atañe, y > 400 ppm (LC<sub>50</sub>) para la toxicidad por inhalación; marcas que permiten fijar como calificación básica (o modal) cero (0) o N.A. (no aplica, que en nada difiere del puntaje básico, expresión fijada directamente por el MRIB y plasmada en la Tabla 7).

¿Qué explica, entonces, los resultados encontrados? La peligrosidad de la operación correlacionable en medida alguna con los eventos detonantes, y atada al estado de la maquinaria, a la presencia o no de elementos de control de proceso, al manejo que se le da a las sustancias peligrosas, y a la delimitación y gestión de franjas de cargue y descargue, es, en mayor o menor medida, intrascendente. La casi totalidad de las empresas, excepto las nueve rotuladas con amenaza media, propenden por el cuidado de la maquinaria, y poseen en medida alguna elementos de control de proceso y áreas de cargue y descargue; sin embargo la brecha dibujada por los estándares es muy amplia, aunque insuficientes como para permitir desde la perspectiva del método del rombo (Multiprocesos, 2008): una discretización más generosa para su cualificación. Sólo caben las expresiones hay o no hay, y los adjetivos: buenos o malos.

Las rotuladas amenazas externas, apelativo para nada compartido por GIA C.L., puesto que constituyen junto con la peligrosidad de la operación los agentes contribuyentes y detonantes, y en este sentido son los modificadores de los reales fenómenos amenazantes (i.e. la explosión, el derrame, el BLEVE, etc.), poco peso relativo encierran. Su importancia relativa, apenas del 10%, matizada por los sismos y los accidentes aéreos, e invariable por los deslizamientos (más por entorno morfológico – plano) y de las inundaciones (crecidas) son insuficientes para alterar en medida importante la condición de amenaza.

Este conjunto de singularidades más que la explicación (o la justificación) de un algoritmo (o modelamiento) marca las debilidades del MRIB, y el derrotero de sus ajustes. Mejoras resumidas en la redefinición de la cualificación del peligro crónico y de la peligrosidad de la operación; en la vinculación (interrelación) de los agentes contribuyentes y detonantes con los eventos amenazantes; en la participación de estos últimos: el MRIB es indiferente del fenómeno en consideración (i.e. de la amenaza misma); y en la reescrituración del algoritmo de evaluación, ésta como medida última.

### 3.5 ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS

Se define así a la idealización de los efectos generados por los eventos amenazantes, representada en las distancias de afectación y protección. Entrelaza como etapas básicas: a) la definición de las consideraciones básicas del sistema, v.g. las condiciones del escenario de trabajo, la orientación de la descarga y el tiempo de respuesta, entre otros; contexto que implica delimitar y caracterizar el sistema a estudiar, es decir definir el marco de referencia (recuérdese que en el análisis de riesgo los resultados pueden evaluarse bajo diferentes puntos de vista); y b) la definición de las zonas de afectación por radiación térmica y por sobrepresión.

**TABLA 7 CONDICIONES DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO DEL ESPACIO MUESTRAL (100 INDUSTRIAS)**



### 3.5.1 MODELACIÓN

Consiste en la determinación de los corredores (o radios) probables de afectación de los fenómenos amenazantes (claro esta de tipo industrial): derrames, incendios, llamarada, explosión, piscina de fuego, BLEVE, etc., expresados en términos de diseminación de líquidos, nube tóxica, onda de presión y radiación térmica. Reposa en las teorías Probit, y emplea como herramienta de trabajo el software ALOHA. Está soportada en la definición del “peor caso”, rótulo dado a la selección de la sustancia más peligrosa, al considerar su potencial destructivo, en su volumen promedio mensual almacenado y en el depósito que lo alberga.

Si bien la evaluación es discreta, i.e atiende a cada industria en particular, tiene como variables comunes las condiciones del entorno, inherentes al Distrito Capital como lo son: la velocidad del viento, la temperatura media, la humedad relativa, el marco topográfico (asumido en esencia plano); y la presión de trabajo de los depósitos de almacenamiento, asumida igual a la atmosférica. Las mayores complejidades de la evaluación de cada caso, radican en la definición de la sustancia y en su volumen almacenado, variables, per se, subjetivas y con algún grado de incertidumbre; el manejo de híbridos como sustancias de trabajo y la forma de almacenaje en canecas individuales en un mismo recinto así lo justifican.

Bajo estas premisas, los escenarios catastróficos están ligados a sustancias como el tolueno, el metil metacrilato, el etanol, el varsol, el thinner, el xileno, el ACPM, el isopropanol IPA, el acetato de etilo, y el GLP (gas licuado de petróleo), al recipiente que las contienen y al volumen medio (mensual) almacenado, acervo rotulado Unidad de Modelación. El recorrido por las condiciones de trabajo, por la sustancia evaluada, por el volumen considerado y la forma de almacenamiento, y por los escenarios probables de daño para cada una de las industrias puede surtir a través del Anexo F y el Anexo G.

La unidad de modelación, es función de la cantidad almacenada en masa o volumen, de las dimensiones, forma y posición (o tipo de cimentación i.e. aéreo, subterráneo o en superficie) del tanque o de los envases receptores, de su distribución, de las características de la bodega de acopio, particularidad de especial relevancia para el aprovisionamiento en canecas, y de la sustancia. Así, por ejemplo, los tanques subterráneos se omiten de la modelación más por las limitaciones de programación del ALOHA (2007), que por sesgo alguno del estudio. Afortunadamente este estadio en ningún caso opera para las industrias seleccionadas. Los tanques elevados, a diferencia de los primeros, acarrear un exhaustivo trabajo, que integra la evaluación de diferentes fenómenos amenazantes entre ellos: el derrame, la piscina de fuego, el BLEVE, y las explosiones, a fe de dilucidar el más dañino.

Las canecas, por su parte, entrelazan dos grandes interrogantes: la masa (o el volumen) máxima comprometida y el procedimiento de simulación. La primera es función de la propagación del fenómeno (específicamente el BLEVE) o de la conflagración, es decir de la capacidad de desarrollo de los eventos en cadena, dependiente a su vez de la distribución y arreglo de las canecas, del tiempo de respuesta para la atención de la emergencia y de las medidas de seguridad (o protección) implantadas al proceso, entonces, se gesta en un reservorio, apodado “caneca fuente” (o simplemente “fuente”) y se extiende a los depósitos contiguos; el máximo de recipientes es producto (o depende) de si la fuente se halla en un extremo o en el centro del arreglo, y si intervienen uno o más niveles; en este sentido cualquiera sea la disposición el intervalo probable oscila entre las 4 y las 27 canecas. El segundo está atado a las cortapisas del software: ALOHA permite evaluar sólo las reacciones en tanques (cilíndricos y esféricos) y en tuberías; requerimiento que puede subsanarse al convertir el total de canecas comprometido en un tanque equivalente, procedimiento en

el que se conserva el volumen (crítico).

En el *Anexo F* se precisa, para todas y cada una de las empresas que utilizan este esquema de envasado, el número de contenedores involucrados en cada evento amenazante, el tanque equivalente, la sustancia peligrosa y el fenómeno amenazante. La mínima unidad de almacenamiento que puede provocar un BLEVE es una caneca de 55 galones, particiones inferiores sólo incuban derrames o piscinas de fuego.

Los efectos causados por los diferentes eventos tanto térmicos (i.e. la piscina y el chorro de fuego, la llamarada, el BLEVE, etc.) como mecánicos (explosiones y BLEVE), se delimitan y diagraman acorde con su posibilidad de daño a la infraestructura y a la salud humana, aspectos estudiados por la teoría Probit y compilados por Less (1996) y transcritos en la *Tabla 8*. ALOHA (2007) emplea tres de estos umbrales para definir los escenarios de daño: 10 KW/m<sup>2</sup>, 5 KW/m<sup>2</sup> y 2 KW/m<sup>2</sup>, el primero denotado con color rojo enmarca los espacios de vulnerabilidad y riesgo alto (y muy alto); el segundo simbolizado por el color naranja finca el límite inferior de los estadios de vulnerabilidad y riesgo medio; y el tercero representado por el color amarillo marca el cierre (superficial) de las áreas de vulnerabilidad y riesgo medio y el inicio de los de baja, intervalo que se extiende toda vez que la radiación térmica disminuya. Barreras en buena parte acogidas por GIA C.L. para idealizar las zonas de amenaza y riesgo, debido a su alto arraigo y tradición en el ambiente industrial y al vasto respaldo teórico y práctico que los soporta.

**TABLA 8 NIVELES DE AFECTACIÓN Y PROTECCIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA**

NIVEL DE RADIACIÓN (KW/M <sup>2</sup> )	EFECTO
1.6	No causará dolor por exposición prolongada
1.75	Se alcanza el umbral de dolor después de 60 segundos
2	Daños en los cables aislados con PVC. Hay 95% de probabilidad de no sufrir daños importantes en personas. Daños menores en techos y casas. Rotura del 10% de cristales.
5	Umbral de dolor después de 15 segundos. Umbral de "Zona de alerta" según la Directriz Básica. Se producen quemaduras de segundo grado luego de 60 segundos de exposición.
6.4	Se alcanza el umbral de dolor después de 8 segundos
9.5 - 10	Umbral de dolor después de 6 segundos. Quemaduras de segundo grado después de 20 segundos de exposición y potencialmente letal luego de 60 segundos.
12.5	Ignición de la madera en exposición prolongada, función de tubería de plástico.

FUENTE: LESS, FRANK (1996). TOMADO Y MODIFICADO DE: LOSS PREVENTION IN THE PROCESS INDUSTRIES. HAZARD IDENTIFICATION, ASSESSMENT AND CONTROL.

Empero, las piscinas de fuego, encarnadas por la comercializadora SBC Ltda. y CHL Química Colombia, y otros eventos provocados por pequeñas masas, inferiores a 300 galones, e incapaces de provocar

radicaciones térmicas importantes requieren el replanteamiento de los intervalos a fin de permitir su visualización (gráfica), decisión que en nada modifica los escenarios de riesgo.

Para las empresas que tienen asociada una nube tóxica como el peor caso (v.g. Ecocaimán S.A.) la delimitación de las franjas de amenaza, y de paso de riesgo, están soportadas en los índices ERPG (Emergency Response Planning Guideline), que proporcionan los intervalos (y los grados de concentración) para los que es razonable anticipar los efectos adversos que se producen a causa de la exposición a una sustancia peligrosa. Ellos son:

- El ERPG-1 es la máxima concentración en el aire por debajo de la que se cree que casi todos los individuos pueden estar expuestos hasta 1 hora experimentando sólo efectos adversos ligeros y transitorios o percibiendo un olor claramente definido.
- El ERPG-2 es la máxima concentración en el aire por debajo de la que se cree que casi todos los individuos pueden estar expuestos hasta 1 hora sin experimentar o desarrollar efectos serios o irreversibles, o síntomas que pudieran impedir la posibilidad de llevar a cabo acciones de protección.
- El ERPG-3 es la máxima concentración en el aire por debajo de la que casi todos los individuos pueden estar expuestos hasta 1 hora sin experimentar o desarrollar efectos que amenacen su vida. (disponible en <http://emergencias.euskadi.net/AyudaFichas/html/glosario.html>).

Índices tomados en consideración por Cuervo N. (2008), tal como lo propone el Anexo 3, en el que señala: “Para el caso de las sustancias corrosivas no inflamables se modeló la dispersión de nubes tóxicas, evaluando la distancia determinada por el ERPG-2”, y lo ratifica el manual del ALOHA (en la página 49). “The Local Emergency Planning Committee has requested that on-scene responders use ERPG-2 concentrations to define the toxic endpoints in their analysis of benzene hazards”.

### 3.5.2 RADIOS DE AFECTACIÓN

Los radios de afectación son evaluados bajo 3 directrices: la afectación a personas, el daño a la infraestructura, y la cantidad de sustancia crítica almacenada. La primera exhibe las mayores coberturas, razón por la que se considera como la de máximo daño; su media, para el universo de las cien empresas, se aproxima a los 167 m., su máximo bordea los 494 m., y el mínimo es de 60 m., panorama descrito en la véase la Tabla 9. Los mayores radios son producidos por: industrias Phillac, 494 m, INCAP, 388 m, y De Sargo S.A., 355 m, valores atípicos pues el grueso de las compañías exhiben distancias entre 61 y 150 metros (véase la Figura 10).

La segunda directriz: el daño a la infraestructura expone radios inferiores a los de las personas; la distancia máxima alcanza los 207 metros, la moda se posiciona en los 55 m y la media se fija en los 78,61 m (véase la Tabla 10), valores propios de una distribución asimétrica, como se delinea en la Figura 12. Los escenarios extremos se originan en Pinturas Phillac, Incap y la Ladrillera Helios S.A.; allí las ondas descifran recorridos de 235m, 185 m y 170m, respectivamente, disímiles a la mayor parte del universo: en cerca del 55% de las industrias los escenarios de exposición mutan entre 2.6 m y 70 m, y en el 75% en ningún caso superan los 115 metros. Sin embargo, las consecuencias son disímiles; en las tres primeras buena parte de los daños quedarían inmersos en las instalaciones físicas, el mejor ejemplo es Helios S.A., alrededor de la planta solo yacen los frentes de explotación; en el abanico del 75% el poder destructivo cobijaría a las viviendas o a las empresas aledañas. Singularidad coadyuvada por una legislación incoherente y por instituciones descuadradas, como las curadurías, que permiten la coexistencia de este tipo de industrias en espacios residenciales, o el poblamiento alrededor de industrias, previa y cabalmente asentadas.

FIGURA 10 RADIO DE AFECTACIÓN A PERSONAS

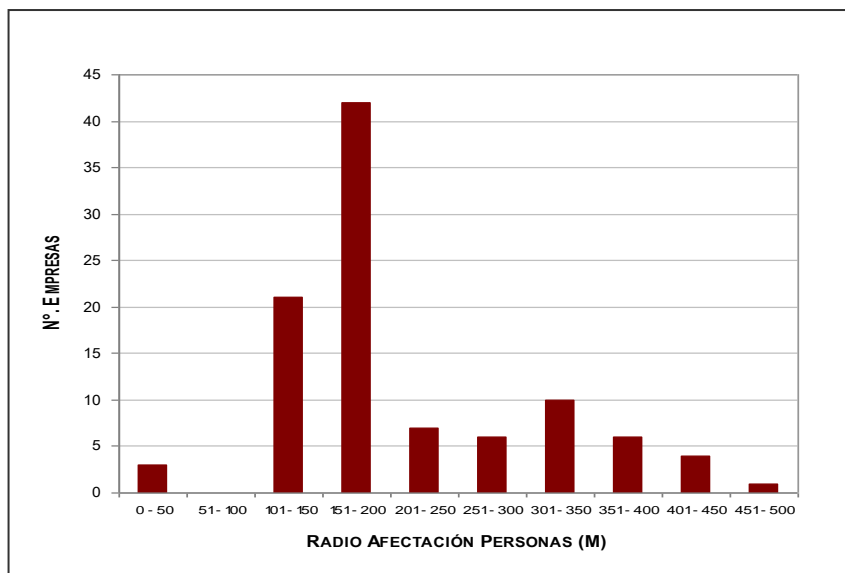


TABLA 9 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS RADIO DE AFECTACIÓN A PERSONAS

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	VALOR
Media (m)	166.78
Error típico	8.81
Mediana (m)	141
Moda (m)	147
Desviación estándar (m)	86.81
Varianza de la muestra (m <sup>2</sup> )	7535.25
Curtois	1.27
Coefficiente de asimetría	1.30
Rango (m)	433
Mínimo (m)	61
Máximo (m)	494
Suma (m)	16178
Cuenta (un)	97
Nivel de confianza(95.0%)	17.50

Y la tercera directriz, circunscribe a las sustancias dominantes en los complejos industriales, no solo por su contenido volumétrico neto, sino por ser los focos del mayor número de emergencias potenciales (o de peores casos) en otras palabras está ligada con: el etanol, el tolueno, el varsol, el thinner, el xileno, el ACPM (modelado como n-pentano), el isopropanol y el metilmetacrilato. Los más amplios radios de afectación tanto para humanos como para infraestructura, generados en las industrias tienen como protagonistas principales al ACPM, al tolueno y al xileno, tal como se consigna en la

. Resultado poco sorprendente si se tiene en cuenta que depende del volumen almacenado es tan variable como se quiera, premisa corroborada por las generosas desviaciones estándar y los amplios coeficientes de variación. Lo rescatable es la poca dispersión en las distancias de viaje de las ondas para el thinner y para el isopropanol, característica que deja entre ver que el volumen manejado de estos líquidos es indiferente del ramo industrial y que sus efectos entre una y dos cuadras a la redonda.

**TABLA 10 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS RADIO DE AFECTACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA**

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	VALOR
Media (m)	78.60
Error típico	4.22
Mediana (m)	64
Moda (m)	55
Desviación estándar (m)	41.60
Varianza de la muestra (m <sup>2</sup> )	1730.26
Curbsis	1.27
Coefficiente de asimetría	1.29
Rango (m)	207
Mínimo (m)	28
Máximo (m)	235
Suma (m)	7624
Cuenta (un)	97
Nivel de confianza(95.0%)	8.38

**FIGURA 11 RADIO DE AFECTACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA**

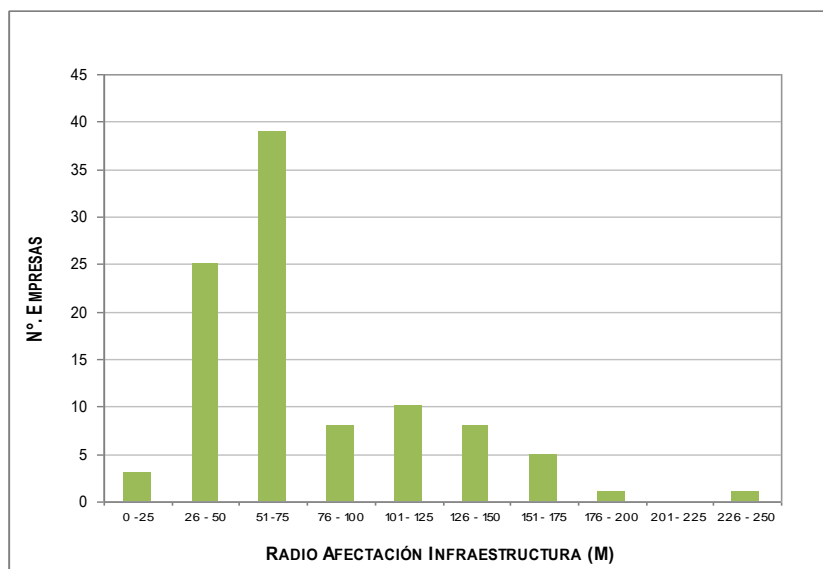


TABLA 11 RADIOS DE AFECTACIÓN

SUSTANCIA	HUMANA		INFRAESTRUCTURA	
	MEDIA (m)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MEDIA (m)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Etanol	128,50	81,38	57,36	36,35
Tolueno	212,25	100,90	101,92	47,81
Varsol (1.2.4-Trimetilbenceno)	182,25	84,66	87,33	40,41
Thinner (Tolueno)	133,22	40,01	64,22	19,10
Xileno (o-xileno)	193,29	143,63	92,57	68,07
ACPM. (n-pentano)	240,17	88,85	116,33	43,04
Isopropanol - IPA	106,75	34,80	49,25	15,97
Metil metacrilato	153,50	83,21	67,00	35,42

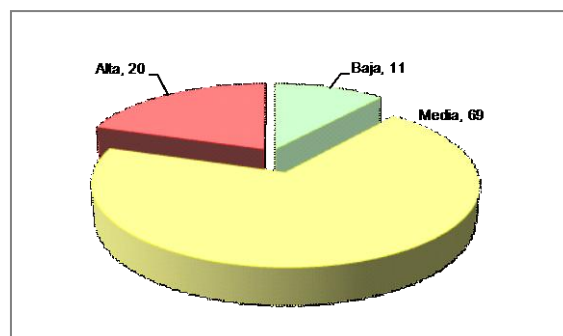
### 3.6 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO

La vulnerabilidad es el factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño (DNPAE, 2004). Si bien es un concepto global y holístico es posible discretizarlo y revisar cada uno de los elementos expuestos: las personas, el ambiente y la infraestructura, acorde con los preceptos del MRIB, planteados por Multiprocesos (2008).

#### 3.6.1 VULNERABILIDAD A PERSONAS

De las cien empresas modeladas solo 20 exponen un alto índice de vulnerabilidad a personas, el 75% de ellas tiene una planta de personal inferior o igual a 10 personas dedicada a la manipulación del etanol, el tolueno, el thinner y el varsol, con destino a la fabricación de pinturas y sus derivados (siete), comercialización de solventes (dos), Lubricantes (una), fabricación y comercialización de productos químicos (dos), entre otros y opera en las localidades de Los Mártires, Engativá, Rafael Uribe Uribe, Fontibón, Bosa, Santa Fe y Antonio Nariño. El 80% restante poseen baja (el 11%) o media (el 69%) condición de vulnerabilidad (véase la [Figura 12](#)). Panorama que deja en claro que el estatus modal es medio; cualificación soportada en la alta densidad habitacional de las edificaciones contiguas.

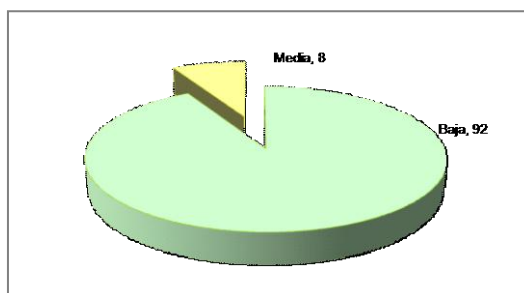
FIGURA 12 NIVEL DE VULNERABILIDAD EN PERSONAS



### 3.6.2 VULNERABILIDAD EN EL AMBIENTE

El contexto es aún más favorable en lo que atañe al ambiente; el 92% de las fábricas y empresas encierran bajos grados de vulnerabilidad y sólo el 8% toca el nivel medio (véase la *Figura 13*). Este último grupo irradiado a lo largo y ancho de Fontibón, Rafael Uribe Uribe, Puente Aranda, Kennedy, Ciudad Bolívar y Usme, por razones sociales como: flexografía, productos cerámicos y lubricantes, entre otras.

FIGURA 13 NIVEL DE VULNERABILIDAD EN EL AMBIENTE



### 3.6.3 VULNERABILIDAD EN LA INFRAESTRUCTURA

Aunque de disímil dictamen frente a sus similares: la vulnerabilidad a personas y la vulnerabilidad en el ambiente, se aproxima más a la primera que a la segunda. Su cualificación muta de media a baja, pero con dominio de ésta última (véase la *Figura 14*). Los dos tercios de la población (industrias) poco o ningún perjuicio padecerían si llegase a tener cabida una emergencia; y cerca de un tercio sobrellevarían averías moderadas (vulnerabilidad media); secuela última reinante en las compañías de pinturas y sus derivados asentados en la localidad de Los Mártires.

Corolario apuntalado (fragmentariamente) en el interés de los colectivos por favorecer sus inversiones, en circunstanciales atados con el año de creación de las sociedades; y en necesidades de ampliación y de traslado de las plantas físicas. Imponderables forjadores (en manera alguna) a su vez de la mengua en la predisposición estructural. Así, de las cien entidades, sólo diecisiete (17) son anteriores a 1984 (año del primer código sísmo-resistente); treinta y nueve (39) fueron construidas o reforzadas en los últimos doce años y las cuarenta y cuatro (44) restantes se erigieron entre 1984 y 1998 (véase la *Figura 15*).

FIGURA 14 NIVEL DE VULNERABILIDAD EN LA INFRAESTRUCTURA

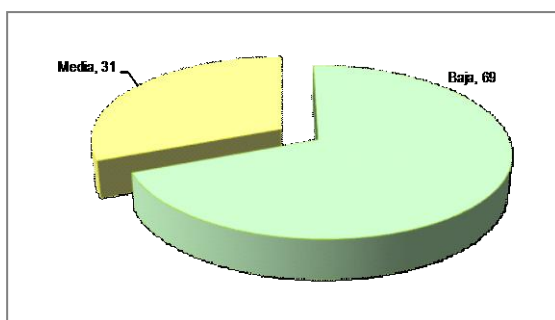
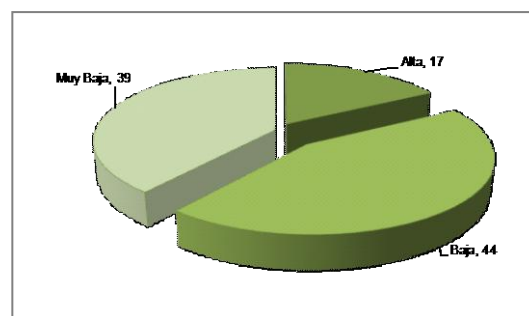


FIGURA 15 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL



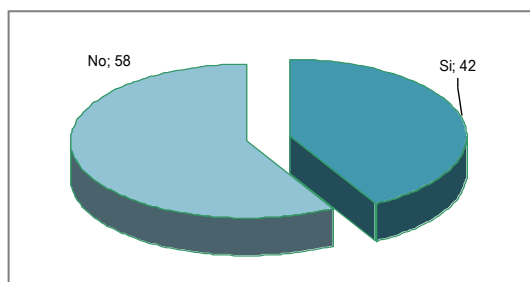
**TABLA 12 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ALTA POR LOCALIDAD**

LOCALIDAD	CANTIDAD
Ciudad Bolívar	3
Fontibón	3
Los Mártires	3
Puente Aranda	2
Rafael Uribe Uribe	2
Bosa	1
Kennedy	1
Barrios Unidos	1
San Cristóbal	1

Las localidades damnificadas por el flagelo estructural (específicamente en el orbe de la susceptibilidad sísmica de las edificaciones) son Ciudad Bolívar, Fontibón y Los Mártires, cada una con tres industrias, seguidas por Puente Aranda y Rafael Uribe Uribe, matizadas con dos industrias cada una. Marco de especial importancia en esta última localidad puesto que allí sólo funcionan tres compañías. La *Tabla 12* agrupa en orden descendente, las localidades con el mayor número de plantas físicas propensas a daños durante eventos sísmicos y la *Tabla 7* revela, para el universo muestral: las cien, el diagnóstico tanto de este componente como de las vulnerabilidades (a personas, en el ambiente y de la infraestructura).

#### 3.6.4 USO INDUSTRIAL PERMITIDO

A partir del plan de ordenamiento, regente en la capital, se hace evidente que más de la mitad de las industrias, (el 58%), yacen en predios en los que no es permitido su funcionamiento, radiografía articulada en la *Figura 16*. El desencaje es aún más notorio si se resalta que todas las localidades de la capital acogen por lo menos un ente industrial en espacio no permitido (véase la *Tabla 13*); patología aberrante por demás en los Mártires sitiada por trece (13) de estos casos, o Fontibón y Engativá, corredores industriales por excelencia, acreedores de nueve (9) y siete (7) de tales desaciertos. Es entonces conveniente (e importante) que las entidades promuevan en las industrias el diseño y la puesta en marcha de medidas para la mitigación del riesgo; la estructuración de planes, pormenorizados, de contingencia globales y particulares (en cada industria), la construcción de franjas de aislamiento, y el estudio de relocalización de algunas empresas, v.g. Disolpin, Disproquisan, Surtiacrílicos, El Tacón y Química Cosmos (por su conexidad a epicentros comerciales), y Novalfarm (próxima a Mundo Aventura), o en su defecto la regulación de su funcionamiento, son tareas inaplazables, pues la comunidad circundante es la receptora ineludible del daño.

**FIGURA 16 USO INDUSTRIAL PERMITIDO**



**TABLA 13 USO INDUSTRIAL NO PERMITIDO POR LOCALIDAD**

LOCALIDAD	CANTIDAD
Los Mártires	13
Fontibón	9
Engativá	7
Puente Aranda	5
Bosa	5
Kennedy	4
Ciudad Bolívar	3
Rafael Uribe Uribe	3
Usme	2
San Cristóbal	2
Usaquén	2
Antonio Nariño	1
Santa Fe	1
Barrios Unidos	1

### 3.6.5 RIESGO GLOBAL

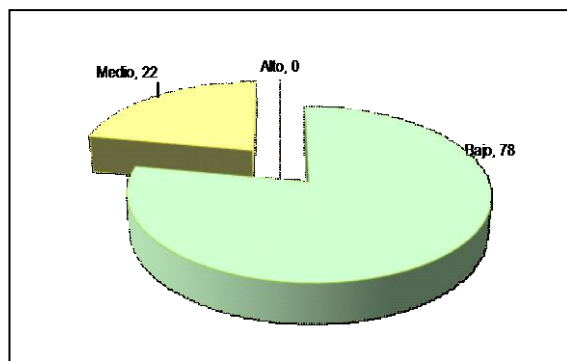
Distante de cualquier supuesto primario, regido por las inconformidades latentes en un amplio número de empresas (no sólo en el incongruente manejo otorgado a las sustancias tipo 3, sino en los controles a los procesos productivos: distantes por momentos de prácticas “seguras”), y en consonancia con los espectros de amenaza, esencialmente bajos, y de vulnerabilidad, en el peor escenario medio o medio bajo, el riesgo global invariablemente descansa en bajo; el 78% de las compañías así lo ratifica (véase el *Plano 1*). El umbral máximo es apenas medio, cualificación dominante en el 22% de la muestra (véase la *Figura 17* y la *Tabla 7*), en las que las sustancias características son el etanol, el tolueno, el varsol, el thinner y el adhesivo inflamable; las actividades económicas son la de pinturas y sus derivados, la comercialización de solventes, la fabricación de artículos plásticos y las artes gráficas, entre otras; y el espacio en el que reina son las localidades de Los Mártires, Fontibón y Engativá (véanse los *Planos 2 y 3*); por menor por demás benévolo si se destaca que cerca del 60% de las industrias exhiben conflicto de uso, y las regulaciones y las condiciones operativas internas son en buena medida laxas.

A pesar de la incontrovertible coincidencia del nivel de riesgo con el marco teórico, dos son los cabos sueltos: el primero reside en la mayor importancia relativa de la vulnerabilidad y su disparidad en la cualificación frente a la amenaza en la deducción (matricial) del riesgo, tres cuartas partes de la ecuación las copa ella y sus partes: la vulnerabilidad a personas, la vulnerabilidad en el ambiente, y la vulnerabilidad en la infraestructura, ésta última (en una de sus constituyentes) clasificada en intervalos diferentes (mayor en número) a las dos primeras (basta con repasar las figuras 12, 13, 14 y 15).

Y el segundo cobija (cubre) a la matriz de cualificación (del riesgo): sólo es relevante el número de celdas de un color sin importar de que variable se trate. Las incongruencias más notables son: a) si las tres partes de la vulnerabilidad son medias y la amenaza es baja, el riesgo debiese ser bajo y de ninguna manera medio; b) si la amenaza es alta y las tres vulnerabilidades son medias (es decir de color amarillo) el riesgo

cualitativamente debiese posicionarse con alto (rojo) y no en medio; c) si la amenaza es alta (i.e. roja), una de las vulnerabilidades alta (roja) y las otras dos medias, el riesgo debiese ser indefectiblemente alto (rojo) y no medio; y d) si las tres componentes de la vulnerabilidad son altas (rojas) y la amenaza baja, el riesgo debiese ser medio y no alto. Si bien el anterior silogismo en nada afecta los resultados aquí obtenidos si puede tener implicaciones relevantes en ejercicios futuros (o venideros) por lo tanto es pertinente revisar y (en el mejor caso) ajustar la matriz de riesgo.

FIGURA 17 RIESGO GLOBAL



### 3.7 CONCLUSIONES

Bogotá D.C. está surcada de norte a sur y de este a oeste por un generoso abanico de empresas, superior en número a las quince mil; en mayor o menor medida ligadas a las sustancias tipo 3, cerca del dos por ciento son estaciones de servicio, y otro uno por ciento (i.e. 1500) las fabrican, manipulan o comercializan. De éstas, setenta y nueve almacenan cantidades superiores a los quinientos galones, quince manipulan volúmenes entre 250 y 500 gal., y cerca de 1400 operan cantidades inferiores a los 200 gal.; los dos primeros grupos son la columna vertebral de este estudio. Afortunadamente, las emergencias industriales en este ramo no son pan de cada día, de otra manera sus consecuencias en la vida y los bienes de los habitantes capitalinos superarían con creces fenómenos tan recurrentes como los deslizamientos; un sólo desastre puede provocar tantas pérdidas en vidas y bienes materiales como cualquiera de los procesos más dañinos (i.e. deslizamientos).

Sin embargo, estas cifras para nada pueden ser alentadoras o llenar de confianza a las instituciones o al Gobierno Distrital. El camino apenas comienza. La diseminación de las industrias en el suelo bogotano, catorce de las veinte localidades (excepto Sumapaz, Chapinero, Teusaquillo, Suba, Candelaria y Tunjuelito) posee por lo menos una de estas compañías; el escaso conocimiento de los cuidados y manejos que debe otorgárseles a las sustancias tipo 3; la ausencia de rutas de viaje para su transporte; el enorme conflicto de uso del suelo que envuelve el funcionamiento de un gran número de empresas, rodeadas en algunos casos por colegios o por barrios densamente poblados; la irregular operación de las industrias, matizada por escuetos análisis de riesgos y planes de contingencia; la fragilidad de la legislación, promulgada hacia finales de los setenta y poco o nada revisada y actualizada; son algunas de las razones que justifican la importancia de proyectos de este orden, acrecientan el papel de instituciones como la DPAE en el liderazgo para la construcción de una ciudad segura, y alientan el estudio del riesgo Industrial.

Entre tanto, es importante reseñar que el Etanol, el Tolueno, el Varsol, el Thinner, el Xileno, el ACPM, el Isopropanol, el Metilmetacrilato, la Resina Alquílica y el Metanol, son las sustancias tipo 3 más abundantes en Bogotá, dada la muestra de las cien industrias. El conocimiento de sus propiedades físico-químicas y de sus cuidados es el primer paso para evitar accidentes. En este sentido, conviene proponer y promover campañas de capacitación y divulgación (u otro tipo de estrategia), al interior de las empresas, destinadas al aprendizaje del adecuado manejo de las sustancias químicas inflamables, es importante, además la participación y la asistencia a los talleres de los operarios encargados de su manipulación, de los jefes inmediatos, y del personal de aseo y mantenimiento.

La alianza DPAE-SENA, tanto con el centro de Gestión industrial como con el de servicios a la salud, puede facilitar la puesta en marcha de las campañas de capacitación, y significar un amplio progreso en cuanto a higiene, seguridad industrial y primeros auxilios.

El control, la atención y mitigación de cualquier emergencia tiene sus mayores réditos en la medida en que se trabaje en equipo. Resulta, entonces, conveniente estrechar las relaciones entre la DPAE, las industrias, los Bomberos, la Secretaría Distrital de Salud, el INVIMA y la CCB, no sólo en cuanto a capacitación se refiere, sino para la elaboración e implementación de los planes de contingencia (o de emergencia). Fontibón, Puente Aranda, Los Mártires, Ciudad Bolívar, Engativá, Kennedy y Bosa son los espacios propicios para adelantar esta última tarea, estas localidades albergan el mayor número de las cien empresas (con cerca del noventa por ciento).

De otra parte es importante enfatizar el control institucional, muchos son los cabos sueltos en las empresas. Para saber en donde iniciar basta con hacer un repaso en algunos temas del estudio. Así: las peores condiciones de operación trasiegan por: Productos químicos MFS, AA. Surtiacrílicos, Pyasa Colombiana, Pinturas Renania, Pegantes Star S.A., Petroquímica Andes y Quimiresinas S.A.S. Su contracara encierra a: Incolbestos, Fábrica de Pinturas Universo Cia. Ltda., Productos Ecológicos Industriales Ltda.- Proeco, Disaromas S.A., Havells Sylvania Colombia S.A., Colombiana de Frenos S.A. - Cofre, Productos Stahl de Colombia, Pinturas Enar, Plásticos Flexibles Ltda., Multidimensionales S.A., Eplax Ltda., Laboratorio de Cosméticos Vogue, MGM Industriales E.U., Pintuprocesos Ltda., Tauroquímica S.A., Crystacril de Colombia S.A, Protabaco, Proquimar Ltda., Quidiscol Ltda., D'Vinni S.A., Disproquisan y Conagre S.A.

Los focos de amenaza se circunscriben en: Agencia de Alcohol El As Ltda.-Sede Dos y Sede Uno, Filmtext S.A., Pegantes Star, Petroquímica Andes, Productos Químicos MFS E.U., Colombo Andina de Impresos, C.I. Liutex Ltda., Químicos Roherms Ltda.; todas con probabilidad de falla o de ocurrencia media. Pocos si se precisa que los cuidados en operación son inciertos: el transporte es crítico (manual por demás), el cargue con carrotanques carece entre otros de extintores en la entrada y la salida, de controles de presión (con manómetros) y temperatura, de sistemas de redundancia para alivio de sobrepresión, de polo a tierra, de recipientes contenedores en uniones y de aislamientos contra chispas, y los planes de prevención y atención de emergencias en algunas de las empresas, no pasa de ser una realidad de papel. Los simulacros, los entrenamientos, el análisis cuantitativo de riesgo (a través de modelaciones numéricas), incluida la determinación de las consecuencias (es decir de los radios de afectación) están ausentes o están integradas en listas de chequeo; y las medidas de mitigación salvo por casos particulares son el reflejo de la voluntad y buenas intenciones de personas o motivaciones aisladas.

En ellas, el derrame, la piscina de fuego y el BLEVE son los fenómenos amenazantes por excelencia; el BLEVE es el gestor del peor caso, incubado bien desde tanques cilíndricos o bien desde canecas. Su modelación implica la selección de la sustancia y del volumen crítico; la primera depende de las propiedades

físico-químicas de los líquidos, y la segunda de la cantidad media mensual manejada y del arreglo de los recipientes, premisa última válida exclusivamente cuando el almacenaje se hace en canecas. Deparos que hicieron salvo por casos excepcionales, de esta una tarea distante de solución simple, única o directa; máxime porque las empresas emplean en sus procesos múltiples sustancias en, igualmente, diversas condiciones de almacenamiento, y la herramienta de simulación: ALOHA (2007), poseen limitaciones particulares, la más notoria el trabajar exclusivamente con tanques y tuberías, lo que obliga a idealizar para escenarios distintos a estos (caso particular de las canecas) tanques hipotéticos. En resumen hay tantos peores casos como empresas (el *Anexo F* esboza este generoso recorrido). Contrario a esta complejidad los radios de afectación trasiegan desde las seis docenas de metros hasta las cuatro centenas de metros.

Este resultado, aunque beneficioso, abre la puerta a la revisión del procedimiento de calificación propuesto por Multiprocesos (2006), los incidentes en los complejos industriales parecen apuntar en otro sentido. Estrategia en la que el registro histórico de accidentes se abre paso como contrastador. Tarea de indudable vigencia para el mediano plazo.

Los mayores escenarios de exposición y de riesgo se desprenden de: Phillac Ltda., Incap, De sargo, Fábrica de Pinturas Universo Cia. Ltda., Ladrillera Helios S.A, Agencia de Alcohol El As Ltda.-Sede Dos, Producciones Químicas S.A., Incolbestos S.A., Productos Ecológicos Industriales Ltda.-Proeco, C.I. Liutex Ltda., Solventes y Materias Primas Industriales-Solmaprin. Sin embargo, no son estas empresas las más vulnerables; esta característica es propia de Pegantes Star y de Petroquímica Andes.

Las empresas con el mayor índice de riesgo global son: Agencia de Alcohol El As Ltda.-Sede Dos, Agencia De Alcohol El As Ltda.-Sede Uno, Pinturas Renania S.A., Incolbestos S.A, Pegantes Star, Petroquímica Andes, Productos Químicos MFS E.U., Productos Ecológicos Industriales Ltda.-Proeco, C.I. Liutex Ltda., Industrias Cadimar, Pintuedward Ltda., Colpinsol, Almacén El Tación, A.A. Surtiacrílicos Ltda., Acropol Ltda., Publimpresos Ltda., Pintuquim Ltda., El Surtidor de Pinturas Ltda., Quimiresinas S.A.S., Tono Color y Hunibor S.A.

### 3.8 RECOMENDACIONES

#### 3.8.1 ALOHA

Es un software de modelación básico, en el que es pertinente tener cuidados como:

- Poca o ninguna importancia tienen las variaciones en las condiciones atmosféricas, baste señalar que los radios de afectación deducidos los parámetros fijados por ALOHA en el Anexo 3, y el medio en Bogotá D.C., no varía.
- Es poco sensible a la geometría y a la posición del tanque (por lo menos para los cilíndricos), si es cilíndrico vertical u horizontal, o a sus dimensiones (diámetro y longitud).
- En las mezclas los radios de afectación pueden sobre o subestimarse, puesto que se asume que el peor caso está regido por un solo líquido sin tomar en consideración el solvente: ALOHA en su base de datos maneja sustancias puras. Aunque tiene la opción para trabajar con soluciones, estas solo son 5 y no corresponden a los complejos propios del proyecto.
- Los hidrocarburos, constituidos por mezcla de cadenas carbonadas, alifáticas lineales, alifáticas cíclicas o aromáticas, de diferente número de carbonos, se reducen (en la modelación) a una sustancia hidrocarbonada pura, simulación que trae consigo la extrapolación de los diferentes

solventes.

### 3.8.2 MODELO MRIB

Sus bondades residen en: a) la exhaustiva revisión de las precondiciones que dan lugar a la falla (i.e los derrames, la explosión, los incendios, el BLEVE, etc); b) la simplicidad de los algoritmos dispuestos para la determinación de los índices relativos (es decir de las componentes del modelo sistémico); c) la cuidadosa toma de la información en las industrias (incluido el formato de recolección de información); d) el uso de los sistemas de información geográfica como plataforma de proceso y visualización del mapa de riesgo; y e) el empleo de métodos cuantitativos para la estimación de las consecuencias (del peor caso).

Sin embargo, tan extensas y variadas como las bondades son las mejoras que pueden adelantarse. Las más relevantes son: a) el empleo de la teoría de conjuntos difusos o del método Delphi para sustraer la subjetividad en la calificación de las variables; b) el replanteamiento de la evaluación de la amenaza, en este sentido es pertinente en primera instancia modificar el algoritmo, su formulación es contradictoria con los conceptos de probabilidad y por lo tanto con la teoría de conjuntos; la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno dista mucho de ser la suma de los agentes condicionantes (o disparadores) y de los factores intrínsecos; en segunda instancia dejar de tratar las llamadas amenazas externas, que no son otra cosa que los factores condicionantes o en el peor escenario los agentes detonantes, como eventos independientes del fenómeno amenazante; y en tercera instancia obviar el ajuste por histórico y gestión, este derrotero, sin premeditación claro esta, hace que se involucre dos veces la amenaza: baste señalar que una forma de deducir la probabilidad de ocurrencia del evento peligroso es gracias a su frecuencia, elemento principal de ajuste en el método del rombo.

En lo que atañe al marco operativo del programa es importante establecer o configurar pruebas de validación a la información ingresada para varios de los campos de la base de datos tales como: Coordenadas X, Y, ID empresas, radios de afectación, inventario (véase la *Figura 18*), puesto que pueden cometerse errores de digitación, evidentes sólo hasta el momento de correr el modelo en ArcGIS®.

Durante el cargue de la información afloran, los problemas de compatibilidad del sistema operativo Windows 7®, con las herramientas del software (MRIB) solventados al mutar el sistema operativo a Windows XP®. Aspecto que debe trabajarse, máxime si se precisa que en el corto plazo, la difusión de este sistema operativo será global desaparición del XP sería inobjetable.

Cuando se navega a través de las empresas cargadas en la base de datos, es posible modificar ó eliminar información sin que el usuario se percate, por lo que conviene diseñar el despliegue de mensajes de alerta, que indiquen la modificación de la información existente en una empresa, permitiéndole al usuario aceptar ó rechazar los cambios de manera controlada.

La asignación de los ID para cada una de las empresas, debería ser gestionada directamente por el MRIB, a fe de evitar la gestación de vacíos en el consecutivo; eventualidad ocurrida en el cargue de las 20 empresas que acompañaban al MRIB, en las que los ID 8, 9, 15 y 20 fueron dejados de lado.

Sería de gran ayuda para el usuario durante el proceso, la opción de generar un reporte general (Anexo G) de las empresas cargadas, en el que aparezca información como el ID, el Nombre, las Coordenadas, el Producto e Inventario, beneficio otorgado al usuario una herramienta para la verificación y contrastación del proceso de cargue.

FIGURA 18. CONTENIDO GENERAL DEL FORMULARIO DE CARGUE DE EMPRESAS AL MRIB

**TABLA DE EMPRESAS**

ID EMPRESA: 1 INCLUIR EN EL PROCESAMIENTO DEL MODELO?: Si

NOMBRE EMPRESA: TINTORERIA EL DORADO

CODIGO CIU: 173 - ACABADO DE PRODUCTOS TEXTILES NO PRODUCIDOS EN LA MISMA UNID

# DE EMPLEADOS: 120 ES EMPRESA DE TRANSPORTE?: No

PRODUCTO (PEOR CASO): ACPM (N-pentano) INVENTARIO (TON.): 0.476

EVENTO: Bleva (Incendio)

RADIO AFECTACION PERSONAS / MEDIO AMBIENTE (m): 109

RADIO AFECTACION INFRAESTRUCTURA (m): 53

COORDENADA X,Y: 96064.1476399, 110181.180729

INFLAMABILIDAD: Muy Alta >> FP < 22,8 °C (73 °F) y BP < 37,8 °C (100 °F)

REACTIVIDAD: Sustancia es completamente estable, aun expuesta al fuego

TOXICIDAD: No mayor peligro que el de los combustibles comunes

PELIGROSIDAD ESPECIAL?: NO. El producto no presenta características especiales de peligrosidad.

TOXICIDAD CRONICA: No Aplica

COND. DE OPERACION: Deficientes

VULNERAB. ESTRUCTURAL: Edificación construida antes de 1984 y sin obras de reforzamiento

FRECUENCIA: Ha ocurrido en la Empresa

Seguridad de la Operación Mitigación y Atención de Emergencias Gestión Administrativa

Condic. Preventivas de Operación

- Hojas de seguridad / Fichas de emergencia
- Capacitación en el manejo de sustancias peligrosas
- Señalización de ambientes peligrosos (recipientes, equipos)
- Sistemas eléctricos - protección
- Programa de mantenimiento

Registro: 1 de 5

Registro: 1 de 21

FIGURA 19. ACCESO A LAS DISTINTAS VARIABLES Y DOMINIOS QUE HACEN PARTE DEL MRIB

**MRIB**

Modelo de Generación del Mapa de Riesgo Industrial de Bogotá

**Tablas de Configuración**

- Inflamabilidad
- Reactividad
- Toxicidad
- Toxicidad Crónica
- Peligrosidad Especial
- Factor de Ajuste por Inventario...
- Condiciones de Operación
- ... Regresar al Panel de Control ...

**Inflamabilidad**

CODIGO	DESCRIPCION	VALOR
A	Alta >> FP < 37,8 °C (100 °F) y BP < 37,8 °C (100 °F)	3
B	Baja >> FP > 93,3 °C (200 °F)	1
M	Media >> 37,8 °C (100 °F) < FP < 93,3 °C (200 °F)	2
MA	Muy Alta >> FP < 22,8 °C (73 °F) y BP < 37,8 °C (100 °F)	4
N	No combustible	0
*		

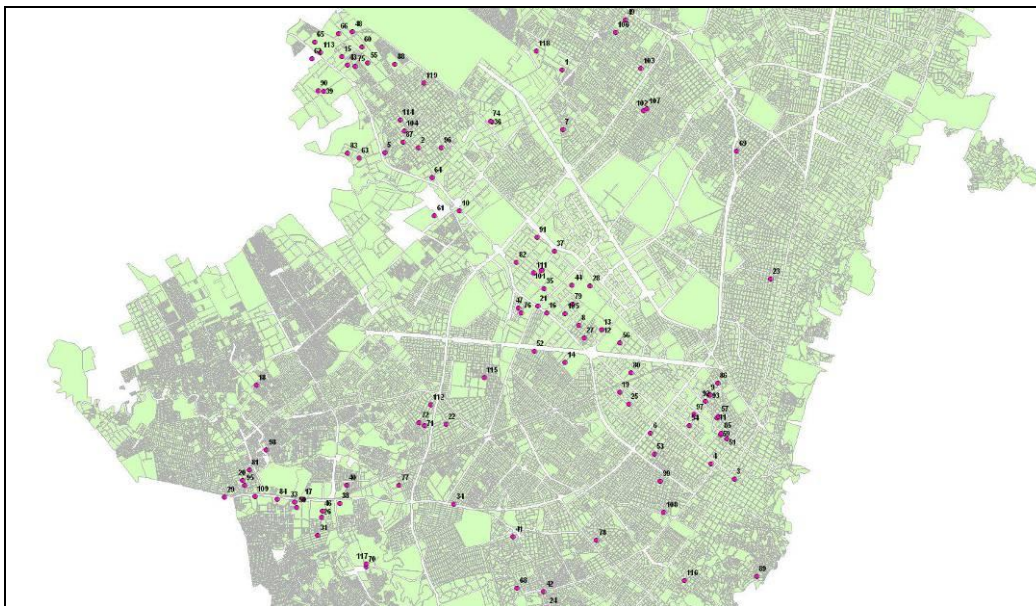
Registro: 1 de 5

Dada la alta sensibilidad y el grado de complejidad que envuelven el diseño del MRIB, es pertinente restringir el acceso a los distintos dominios (posibles valores que puede tomar una variable) del sistema, por medio de claves de seguridad; cualquier usuario que navegue en la base de datos ó cargue una nueva empresa puede adelantar cambios a su antojo sin acogerse a los principios de MRIB y sin criterio alguno alterar su correcto funcionamiento (véase la *Figura 19*).

Es provechoso facilitarle la interactividad al usuario con el MRIB previo al modelamiento de los elementos (o industrias). Así por ejemplo sería de gran ayuda tener la posibilidad de validar y contrastar la localización,

espacial y geográfica de nuevas empresas, gracias a la construcción de una ventana en la que se expongan en un plano de Bogotá D.C., dotada de herramientas de traslado (pan) y resolución (zoom), para que pueda revisar si la información de coordenadas se encuentra bien ó si requiere cambios, el MRIB en ArcGIS ® (véase la [Figura 20](#)).

**FIGURA 20. PROPUESTA DE DESPLIEGUE PRELIMINAR DE LOCALIZACIÓN DE EMPRESAS CARGADAS EN LA BASE DE DATOS DEL MRIB**



Teniendo en cuenta que se requiere la eliminación y creación de las “personal geodatabase” resultados.mdb y temp.mdb dentro del MRIB en el momento de modelar empresas nuevas, esta operación conviene automatizarla. La reducción de las fuentes de error es fundamental para el cargue masivo de las empresas dentro del modelo.

### 3.9 AGRADECIMIENTOS

Es necesario reconocer la colaboración prestada por la Secretaría de Salud, la línea Industria y Ambiente, coordinada por el Ingeniero Oscar Noreña, y sus Ingenieros Referentes de las diferentes localidades, agradeciendo en especial a Carlos Ávila, Paola García, Yesid Murcia, Freddy Nieto, Jorge Bedoya, Bibiana Acero, Jenny Bermúdez, Johana Molina y Beatriz García, por el acompañamiento a las visitas y los contactos facilitados.

A todas las Industrias que participaron en el proyecto, por abrirnos sus puertas con amabilidad, paciencia y colaboración permitiendo así que el proyecto se llevara a satisfacción.

## CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CIENTO INDUSTRIAS E INCORPORACIÓN EN EL MRIB

### CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>ANÁLISIS Y REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS DE RIESGO INDUSTRIAL</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>GENERALIDADES</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>AUSCULTACIÓN DE LAS INDUSTRIAS: CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA BASE</b>	<b>14</b>
3.2.1	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE INDUSTRIAS	14
3.2.2	UNIVERSO MUESTRAL: CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS	15
3.2.3	FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN (ESTRUCTURACIÓN)	19
3.2.4	PRUEBA PILOTO	19
3.2.5	INVENTARIO DE INDUSTRIAS	21
3.2.6	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS SISTEMAS (INDUSTRIAS)	22
3.2.6.1	Caracterización de las Industrias	22
3.2.6.1.1	Industrias de Pinturas y Derivados	22
3.2.6.1.2	Comercialización de Solventes	23
3.2.6.1.3	Flexografía	25
3.2.6.1.4	Fabricación y Comercialización de Productos Químicos	26
3.2.6.1.5	Productos de Aseo	27
3.2.6.1.6	Industrias de Fabricación y Comercialización de Adhesivos	28
3.2.6.1.7	Industrias de Fabricación de Artículos Plásticos	29
3.2.6.1.8	Artes Gráficas	29
3.2.6.1.9	Resinas inflamables	30
3.2.6.1.10	Productos Cerámicos	31
3.2.6.1.11	Industrias Cosméticas	32
3.2.6.1.12	Fabricación de Autopartes	32
3.2.6.1.13	Productos Farmacéuticos	33



3.2.6.1.14	Industrias de Producción y Comercialización de Lubricantes	33
3.2.6.1.15	Industria Fabricante de Ropa Interior	34
3.2.6.1.16	Industrias de Fabricación Alfombras y Tapetes	35
3.2.6.1.17	Industrias de Tabaco	35
3.2.6.1.18	Fabricación de Luminaria	36
3.2.6.1.19	Industria Transformadora de Plástico	36
3.2.6.1.20	Curtido y Preparado de Cueros	37
3.2.6.1.21	Fabricación de Aparatos Domésticos	38
3.2.6.2	Descripción Paramétrica	38
3.2.6.2.1	Condiciones de Gestión de Calidad y de Seguridad	38
3.2.6.2.2	Industrias por Localidad	40
3.2.6.2.3	Actividad Económica	40
3.2.6.2.4	Sustancias Características	42
<b>3.3</b>	<b>IMPLANTACIÓN DEL MRIB</b>	<b>47</b>
<b>3.4</b>	<b>EVALUACIÓN DE AMENAZA (MRIB)</b>	<b>47</b>
<b>3.5</b>	<b>ESTIMACIÓN DE CONSECUENCIAS</b>	<b>49</b>
3.5.1	MODELACIÓN	51
3.5.2	RADIOS DE AFECTACIÓN	53
<b>3.6</b>	<b>ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO</b>	<b>56</b>
3.6.1	VULNERABILIDAD A PERSONAS	56
3.6.2	VULNERABILIDAD EN EL AMBIENTE	57
3.6.3	VULNERABILIDAD EN LA INFRAESTRUCTURA	57
3.6.4	USO INDUSTRIAL PERMITIDO	58
3.6.5	RIESGO GLOBAL	59
<b>3.7</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>60</b>
<b>3.8</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>62</b>
3.8.1	ALOHA	62
3.8.2	MODELO MRIB	63
<b>3.9</b>	<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>65</b>

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 PRUEBA PILOTO: EMPRESAS CONSTITUTIVAS	20
TABLA 2 BENEFICIOS DE LA PRUEBA PILOTO	21
TABLA 3 FRECUENCIA ACUMULADA DE LA SUSTANCIA CARACTERÍSTICA	44
TABLA 4 INVENTARIO DE SUSTANCIAS Y FRECUENCIA ACUMULADA	45
TABLA 5 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DEL INVENTARIO	46
TABLA 6 EMPRESAS CON NIVEL DE AMENAZA MEDIO	48
TABLA 7 CONDICIONES DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO DEL ESPACIO MUESTRAL (100 INDUSTRIAS)	50
TABLA 8 NIVELES DE AFECTACIÓN Y PROTECCIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA	52
TABLA 9 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS RADIO DE AFECTACIÓN A PERSONAS	54
TABLA 10 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS RADIO DE AFECTACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA	55
TABLA 11 RADIOS DE AFECTACIÓN	56
TABLA 12 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ALTA POR LOCALIDAD	58
TABLA 13 USO INDUSTRIAL NO PERMITIDO POR LOCALIDAD	59

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD	39
FIGURA 2 SISTEMAS DE GESTIÓN	39
FIGURA 3 INDUSTRIAS POR LOCALIDAD	41
FIGURA 4 CÓDIGO CIUU	41
FIGURA 5 ACTIVIDAD ECONÓMICA	42
FIGURA 6 SUSTANCIA CARACTERÍSTICA	43
FIGURA 7 VOLUMEN ACUMULADO DE LA SUSTANCIA CARACTERÍSTICA (GAL.)	43
FIGURA 8 INVENTARIO PROMEDIO MENSUAL	46
FIGURA 9 NIVEL DE AMENAZA	48
FIGURA 10 RADIO DE AFECTACIÓN A PERSONAS	54
FIGURA 11 RADIO DE AFECTACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA	55

FIGURA 12 NIVEL DE VULNERABILIDAD EN PERSONAS	56
FIGURA 13 NIVEL DE VULNERABILIDAD EN EL AMBIENTE	57
FIGURA 14 NIVEL DE VULNERABILIDAD EN LA INFRAESTRUCTURA	57
FIGURA 15 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL	57
FIGURA 16 USO INDUSTRIAL PERMITIDO	58
FIGURA 17 RIESGO GLOBAL	60
FIGURA 18. CONTENIDO GENERAL DEL FORMULARIO DE CARGUE DE EMPRESAS AL MRIB	64
FIGURA 19. ACCESO A LAS DISTINTAS VARIABLES Y DOMINIOS QUE HACEN PARTE DEL MRIB	64
FIGURA 20. PROPUESTA DE DESPLIEGUE PRELIMINAR DE LOCALIZACIÓN DE EMPRESAS CARGADAS EN LA BASE DE DATOS DEL MRIB	65

### LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	BASES DE DATOS
ANEXO B	GESTIÓN DE ACERCAMIENTO
ANEXO C	EMPRESAS APROBADAS
ANEXO D	FORMATO DE CAPTURA
ANEXO E	INVENTARIO DE INDUSTRIAS
ANEXO F	INFORMACIÓN DE LAS EMPRESAS
ANEXO G	TABLA RESUMEN
ANEXO H	IMPLANTACIÓN DEL MODELO MRIB
ANEXO H.1	TABLA DE EMPRESAS PARA EL MRIB
ANEXO H.2	RESULTADOS MRIB
ANEXO H.3	PROTOCOLO MRIB

## LISTA DE PLANOS

- PLANO 1 \_\_\_\_\_ MAPA DE RIESGO INDUSTRIAL DE BOGOTÁ. MRIB - 100 INDUSTRIAS
- PLANO 2 MAPA DE RIESGO INDUSTRIAL LOCALIDADES: CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y KENNEDY.
- PLANO 3 MAPA DE RIESGO INDUSTRIAL LOCALIDADES: ENGATIVÁ, FONTIBÓN, PUENTE ARANDA Y LOS MÁRTIRES.

**BIBLIOGRAFÍA** \_\_\_\_\_ **67**