

Un Modelo de Referencia para la Automatización Integral de Sistemas de Protección Integral, Manejo de Emergencias y Desastres*

Juan C. Torrealba P.

Jonás A. Montilva C.

Universidad de Los Andes
Facultad de Ingeniería
Postgrado de Computación
Mérida, 5101 Venezuela
torreal@ing.ula.ve

Resumen

La protección integral es una tarea que involucra varias disciplinas: la seguridad y la higiene industrial, la protección del ambiente y la prevención y control de emergencias. Es por esta misma composición de sistemas que debe pensarse en una integración de los sistemas de información que envuelve esta área del conocimiento. Este artículo presenta un modelo de referencia para la integración de sistemas en empresas de protección integral y manejo de emergencias, y comprende la arquitectura de decisión, un modelo conceptual de datos, la arquitectura de aplicación, la plataforma de redes y la arquitectura de tecnología de comunicación.

Abstract

Integral protection is a task that involve several disciplines: industrial security and hygiene, environment protection and, prevention and emergency control. Is just for this composition of disciplines that we must think about an integration of the informations systems that involve this area of knowledge. This paper introduce a reference model used in the integration of systems in enterprises of integral protection and emergency management, and comprises: decision architecture, a conceptual model about data, the application architecture, the network platform and the architecture of communication technology

Palabras Claves

Protección Integral, Manejo de Emergencias, Integración, Orientación a Objetos.

1. Introducción

Toda empresa puede ser vista como un sistema, entendiendo un sistema como un conjunto de componentes, los cuales pueden trabajar en conjunto para alcanzar un objetivo global. De esta forma la

* Publicado en *Actas de la VII Conferencia Iberoamericana sobre Sistemas de Información*. Mérida, Venezuela, Octubre, 1999.

empresa es concebida como un sistema de objetos de negocio que tienen una simbiosis funcional, es decir, los objetos de negocio trabajan juntos acoplándose mutuamente para alcanzar un objetivo **[ELD96]**.

La mayoría de las empresas disponen de una gran variedad de herramientas de software y sistemas de información para el apoyo de sus actividades, muchos de los cuales han surgido debido a los diferentes requerimientos de los actores de la organización. Estos sistemas son vistos como una especie de "islas" que no están integradas (no se relacionan entre sí y/o no se comunican eficientemente). Más aun, no presentan una estructura clara que facilite la toma de decisiones, lo cual ocasiona pérdidas considerables en tiempo, dinero y esfuerzo para relacionar la información.

La integración empresarial es una respuesta a la necesidad de la empresa de proveer la información a los actores internos y externos, para facilitar la comunicación y la interacción, y por supuesto proporciona un mejor soporte a la toma de decisiones **[SOO97]**.

Las empresas encargadas de manejar situaciones de emergencias y desastres, así como también las empresas de protección ambiental y de protección integral, presentan la coexistencia de varios sistemas de información que al no estar integrados disminuyen el grado de eficiencia de estas organizaciones, lo que se traduce en pérdidas de recursos y en algunos casos en pérdidas de vidas humanas.

El objetivo principal de este trabajo es elaborar un modelo referencial que sirva de patrón para la integración de los sistemas informáticos de una organización dedicadas a la protección integral y/o al manejo de emergencias.

Para la construcción del modelo referencial, se parte del modelo de referencia en automatización integrada llamado "Pirámide de Automatización Integral" **[CHA98a]**.

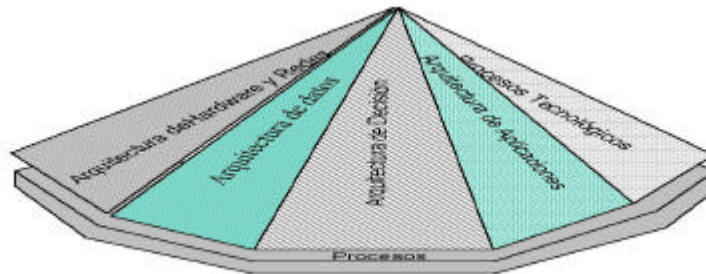


Figura 1. Pirámide de automatización integral. (Tomado de [CHA98a]).

La pirámide de automatización integral (figura 1), es un modelo básico, orientado a objetos, que integra tanto los aspectos del modelo físico del sistema, la jerarquía de los sistemas decisorios y las relaciones entre las diferentes unidades. Este modelo es derivado de la Pirámide de Automatización propuesta por la Organización internacional de estándares (ISO), a la cual se le adicionaron las siguientes caras: la arquitectura de decisión, arquitectura de aplicaciones, arquitectura de datos, arquitectura de redes y hardware y arquitectura de procesos tecnológicos.

2. Protección Integral y Manejo de emergencias

La principal función de la protección integral es minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y asegurar de esta forma la continuidad operativa de la organización. La protección integral se apoya en tres áreas fundamentales como son:

1. Seguridad e higiene industrial cuyo centro de atención es la integridad del trabajador en cuanto a los equipos de protección personal y condiciones higiénicas del ambiente de trabajo
2. Protección ambiental que se centra en minimizar el impacto ambiental de los desechos del proceso productivo.
3. Prevención de accidentes se centra en vigilar las instalaciones y la capacidad de respuesta ante un incidente.

A su vez, cada una de estas áreas engloban un conjunto de funciones específicas que son gerencia de riesgo, planificación contra el riesgo, educación contra el riesgo y manejo de la emergencia. Estas funciones se ilustran en la figura 2.



Figura 2. Protección integral

La protección integral es sin duda una de las áreas de mayor importancia en una organización ya que de ella depende la continuidad operacional y la alta productividad de la industria, es con esta visión que toma un gran valor realizar los esfuerzos de integración necesarios para garantizar esa continuidad en las operaciones [ALV95].

La misión de las organizaciones de manejo de emergencias y desastres es coordinar esfuerzos para ejecutar las acciones, que tiendan a prevenir, reducir y atender las emergencias y los daños producidos por situaciones de desastres. Así mismo, la protección integral tiene como misión disminuir la vulnerabilidad al desastre en una organización, para así mitigar los daños en caso de una emergencia [MOR98].

3. Ciclo del Desastre.

En el dominio del manejo de emergencias y la protección integral es recomendable entender el ciclo del desastre para definir los objetivos y las funciones de los programas de emergencia en cada fase del ciclo. El ciclo del desastre está dividido en tres períodos:

1. Anterior al desastre: Se caracteriza por la tranquilidad (no hay daños reportados). Es muy importante para el proceso de planificación de emergencias y desastres, debido a que es en este período cuando se toman medidas de mitigación y preparación y se prueba el plan. Además se puede presentar una fase de alerta (no es indispensable) donde se toman precauciones específicas ante un evento destructivo inminente.
2. Durante el desastre: Se caracteriza por la fase de respuesta a la emergencia en sí. El objetivo principal en este período es reducir el impacto en la comunidad y disminuir las pérdidas.
3. Posterior al desastre: Se caracteriza por la rehabilitación y reconstrucción, como es de suponer su objetivo primordial es volver al estado de condiciones que regían al sistema antes de ser interrumpido por el desastre [ONE98, CUR94 y ASP86].

Tabla 1 Actividades del período antes del desastre

Fase	Actividad
Previsión	Se estima la vulnerabilidad del sistema (identificar amenazas y analizar la vulnerabilidad) con el fin de tomar medidas tendentes a mitigar los riesgos.
Prevención	Se toman las acciones correctivas y de prevención en las zonas que se consideran de alto riesgo. Estas acciones están orientadas a realizar normativas, leyes y procedimientos.
Mitigación	Acontece después de que se ha realizado la identificación de la amenaza y el estudio de vulnerabilidad. En esta fase se le hace un seguimiento a las medidas de mitigación ordenadas en el estudio del riesgo.

Preparación	Planifica y prepara los equipos que actuarán en el manejo de la emergencia.
Alerta	Puede presentarse y se debe monitorear el fenómeno.

Tabla 2. Actividades del período durante del Desastre

Fase	Actividad
Respuesta	Se ponen en funcionamiento los planes previamente concebidos por la organización y los grupos externos de atención a la emergencia. El objetivo fundamental en este período es reducir los efectos del desastre en los humanos y en las instalaciones y equipos. Una vez ocurrido el desastre se evalúan los daños y se establecen los procedimientos de respuesta.

Tabla 3. Actividades del período después del Desastre

Fase	Actividad
Rehabilitación y Reconstrucción	En el período posterior al desastre se deben realizar tareas en función de rehabilitar en el menor tiempo posible los servicios de la organización y elaborar los registros del desastre. Así mismo se deben comenzar las labores de recuperación a mediano y largo plazo. Se investigan (toman y analizan muestras) las causas del desastre. Se asesora en la restauración de los sistemas básicos. Se consolida la información del desastre con grupos externos. Se administran los recursos para la reconstrucción.

4. Modelo de Negocio

El propósito del modelo del negocio es proveer un completo entendimiento de las actividades humanas que se realizan en una organización. Para generar el modelo de negocio de protección integral y manejo de emergencia se enmarca en un dominio más amplio que es el *sistema organizacional* discutido en [MON98a, CHA98b y MON97]. Un sistema organizacional es un conjunto de actividades o procesos que son ejecutadas por un grupo de actores los cuales persiguen unas metas que han sido previamente definidas.

En el dominio de protección integral el conjunto de actores está integrado por los grupos humanos y equipos señalados en la figura 3, entre los que se destacan el comité de emergencia y los grupos de atención a emergencias (Grupo Intervención operativa GIO, grupo de asistencia logística GALO, grupo de asistencia social GAS, grupo de asistencia técnica GAT, grupo de sanidad GSA).

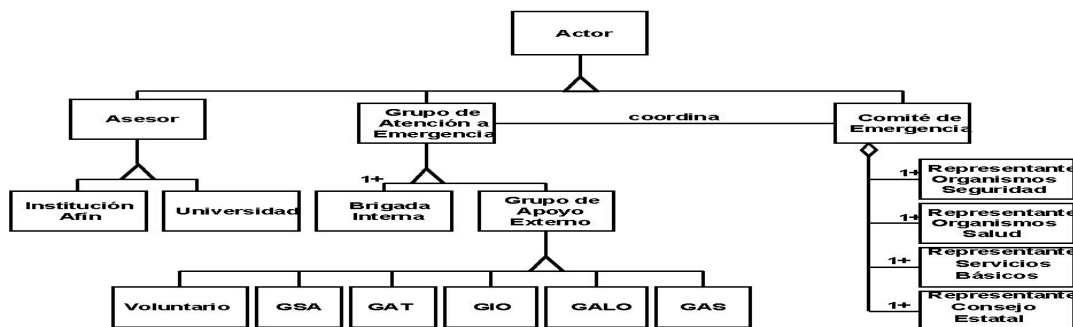


Figura 3. Actores

Los actores están organizados en estructuras de trabajo (departamentos, unidades productivas, etc.) las cuales definen las responsabilidades en los procesos de negocio y son clasificadas según las funciones en áreas funcionales (ver figura 4)

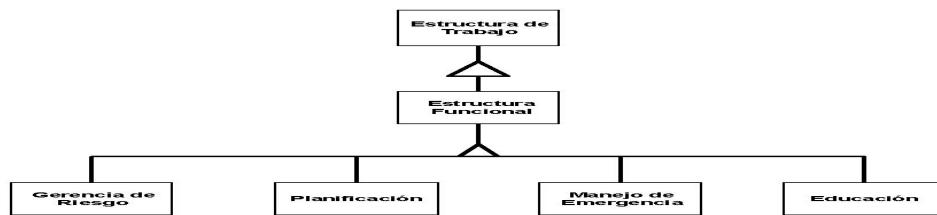


Figura 4 Estructuras de Trabajo de la organización genérica PI/ME.

Los fines de una organización de protección integral y manejo de emergencias pueden ser clasificados según su alcance en misión, metas y objetivos, y estos a su vez en las diferentes fases del ciclo de desastre.

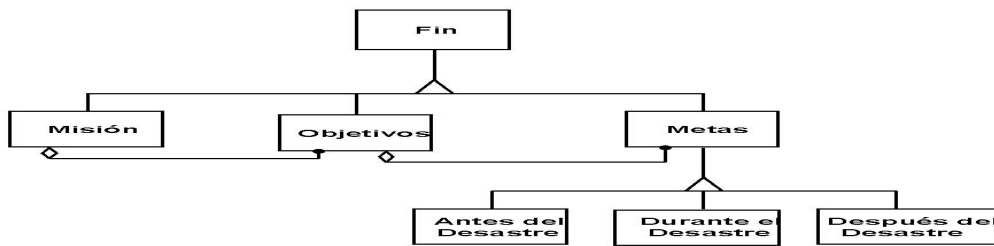


Figura 5 Fines

La tecnología es aplicada por los actores en los procesos para mejorar la eficiencia de los mismos.

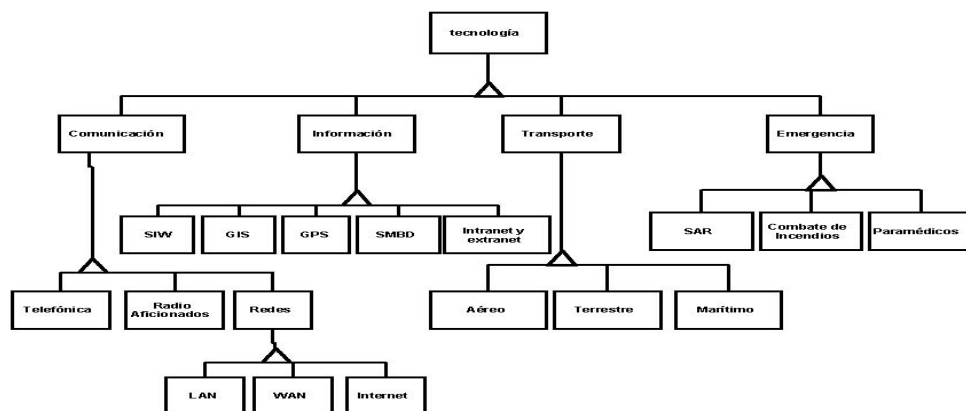


Figura 6. Tecnología.

Para una organización de protección integral y manejo de emergencias (ver figura 7) los eventos son clasificados por amenazas (naturales y antrópicas) y simulacros, los fenómenos naturales se clasifican en hidrológicos (inundaciones, sequías y erosión), atmosféricos (tormentas tropicales, granizo, tornados, huracanes, e incendios), topológicos (avalancha, derrumbes, deslizamiento y hundimientos) y telúricos y tectónicos (terremotos, fallas, tsunamis, erupciones volcánicas) y las amenazas producidas por el hombre son guerras, acciones subversivas (terrorismo, guerrilla, vandalismo), accidentes (explosiones, incendios, choques), epidemias, contaminación (tecnológica, nuclear, radioactiva) [ESC93].

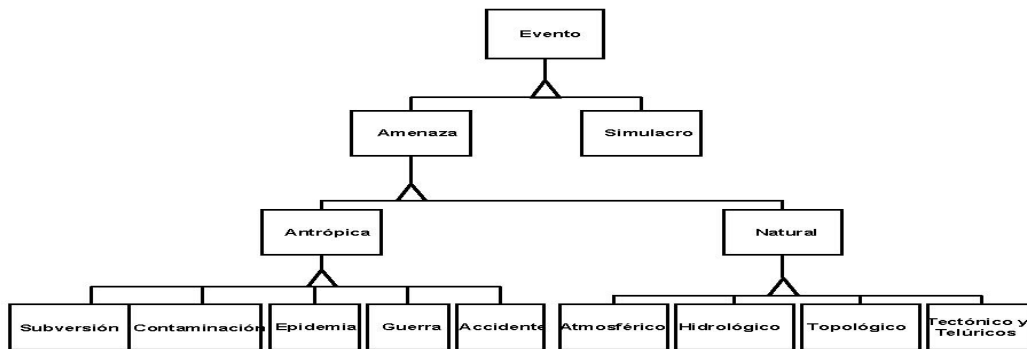


Figura 7. Eventos

Las entidades son objetos concretos o abstractos que son de interés en el sistema organizacional. Ellas presentan un conjunto de atributos que definen sus características. Para nuestro dominio las características geográficas son de vital importancia, como se refleja en la figura 8

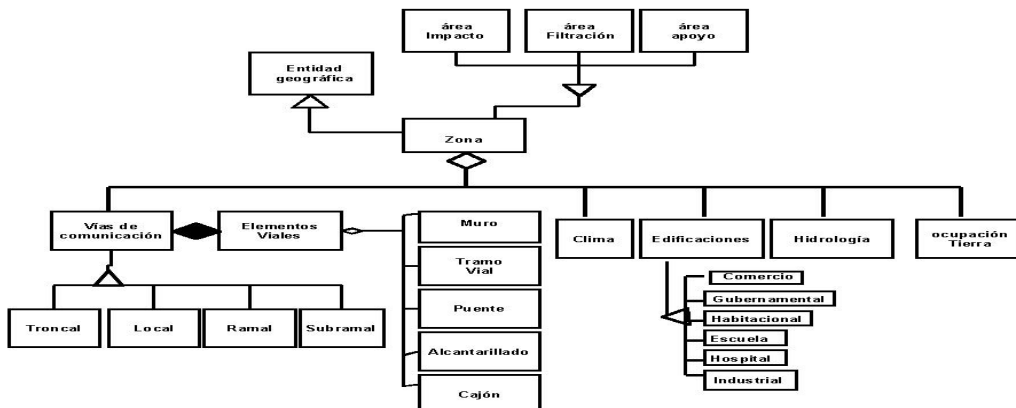


Figura 8. Entidades

Los procesos son regulados por normas y reglas de negocio. En nuestro dominio las reglas del negocio son clasificadas en el marco legislativo (reglas y leyes nacionales y regionales que regulan las instituciones) y el marco institucional que son las reglas internas de la compañía.

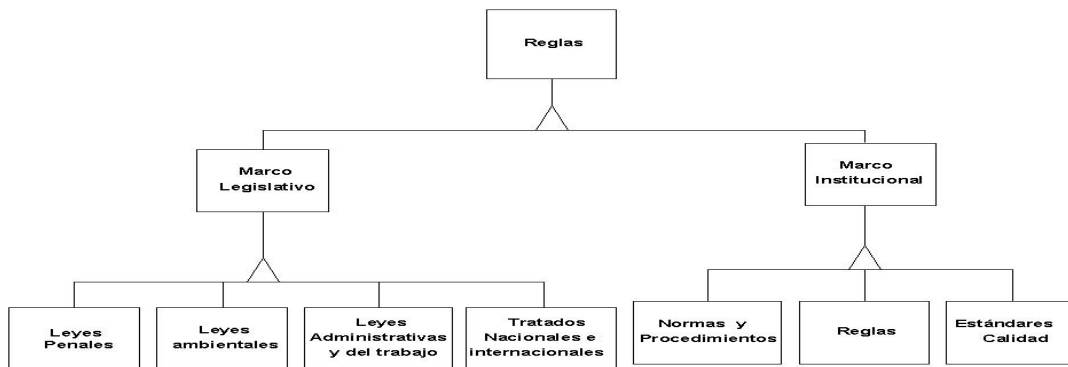


Figura 9. Reglas del negocio

5. Modelo conceptual de datos

El modelado orientado por objetos (OO) promueve una comprensión mayor de los requerimientos y el diseño de los sistemas, así que el modelado de objeto es una forma de pensar acerca del mundo real y de cómo representar el conocimiento que se tiene de este. El modelo conceptual de datos se refleja en la figura 10.

La arquitectura de datos identifica los objetos y se establecen las relaciones entre ellos para obtener así un modelo conceptual de la aplicación. La notación utilizada en el modelo de datos es el diagrama de estructura estática (diagrama de clase) del lenguaje de modelado unificado UML [UML97].

La idea principal al construir el diagrama de estructura estática es capturar aquellos conceptos del mundo real que son vitales para una aplicación. Para ello comenzamos identificando los objetos en el sistema organizacional (actores, procesos, eventos, entidades, etc.) y se elaboran diferentes vistas externas de datos según las áreas funcionales (planificación, gerencia de riesgo, manejo de emergencia y educación) y luego son integradas para obtener el modelo de datos conceptual.

6. Arquitectura de Aplicación

La arquitectura de aplicación consiste de construir un inventario de las diferentes aplicaciones que soportan las actividades en la organización.

La primera razón para realizar una arquitectura de aplicación es que los sistemas están sujetos a cambios en cuanto a las necesidades del negocio. Si una aplicación desde el comienzo no fue diseñada para permitir cambios, resultaría muy costoso adaptarla a las nuevas necesidades y, la mejor manera de realizar un diseño es por medio de una arquitectura, donde se señalan los componentes (aplicaciones, programas, repositorios de datos, etc.) y sus relaciones.

La arquitectura de aplicación propuesta se muestra en la figura 11. Se destacan los componentes principales de la arquitectura, tales como: sistema de información Web, sistema de información geográfico SIG, sistema de posición global, sistemas corporativos y las aplicaciones groupware. También se reflejan las relaciones entre estos sistemas en un dominio de aplicación de protección integral y manejo de emergencias.

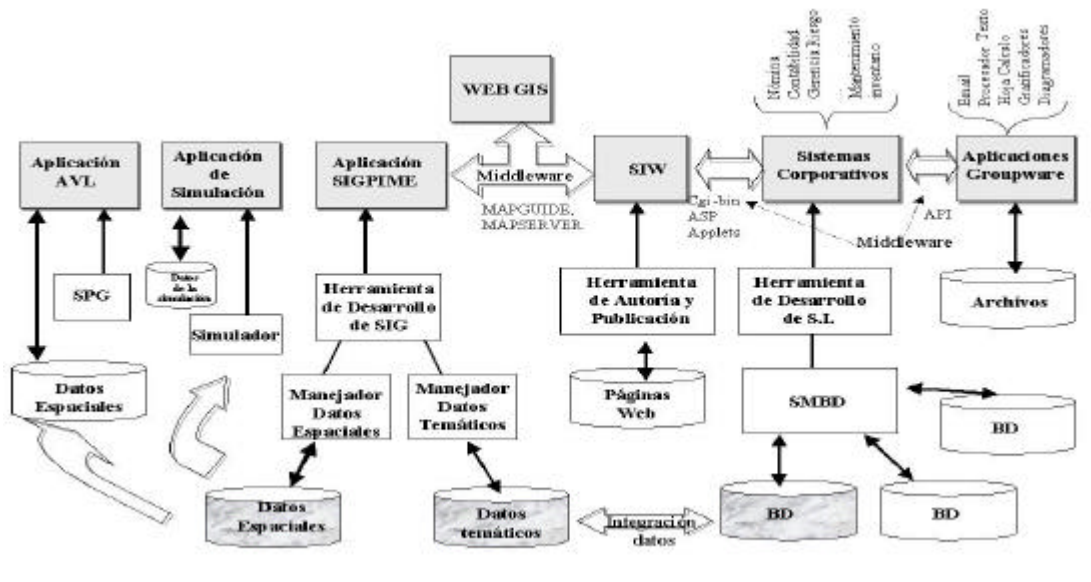


Figura 11 Arquitectura de Aplicación

Por ser los SIGs (también llamado sistema de información geoespacial) un componente de mucha importancia en la arquitectura de aplicación se profundiza en él. Las otras arquitecturas (Sistemas de

información Web, Sistemas Corporativos, Sistemas Groupware y los sistemas de localización de vehículos AVL) son analizadas en [TOR99 y CHA99].

Los SIGs permiten manipular (editar, almacenar, recuperar, imprimir) datos georeferenciados, es decir, maneja datos espaciales y datos temáticos. La característica más importante de los SIGs es que permiten crear nueva información con los mismos datos, esto se logra a través del análisis espacial.

El uso de los SIGs se ha ido incrementando. El manejo de emergencias es sin duda un dominio donde los SIGs poco han incursionado, pero en los próximos años tendrán un gran impacto, ya que las organizaciones de protección integral y manejo de emergencias requiere de información espacial para la atención de un desastre, para la distribución de los recursos y para apoyar las funciones de las diferentes brigadas (brigadas de evaluación de daños, brigadas de rescate, brigadas de análisis de daños).

Los componentes de la arquitectura genérica de un SIG (ver figura 12) son:

- Módulo herramienta de SIG: provee las funciones básicas para el análisis de los datos y el manejo de la base de datos espacial y temática.
- Lenguaje de programación: es un lenguaje de comandos con el cual los usuarios pueden realizar sus aplicaciones, automatizar funciones y desarrollar interfaces de menú.
- Motor de datos espacial: permite modelar la información espacial en un ambiente de base de datos relacional y consultar grandes volúmenes de data.
- Módulo editor: permite la creación, edición y digitalización de datos geográficos y temáticos.
- Módulo de análisis espacial: permite realizar operaciones de análisis espaciales (solapamiento de capas, análisis de vecindad, análisis de topología).
- Módulo Análisis de redes.
- Módulo periférico: son módulos que ayudan en las tareas del SIG como por ejemplo *Plooters* (para imprimir mapas), Productos *CAD* y módulos para conversión de formato digital en raster.

7. Plataforma de redes y tecnologías de comunicación

La arquitectura de plataformas y de tecnología son dos modelos conceptuales donde se refleja la noción de las plataformas de redes de comunicación que apoyan a los procesos en la organización y, las tecnologías utilizadas por la organización para optimizar los procesos realizados por la protección integral y el manejo de emergencias.

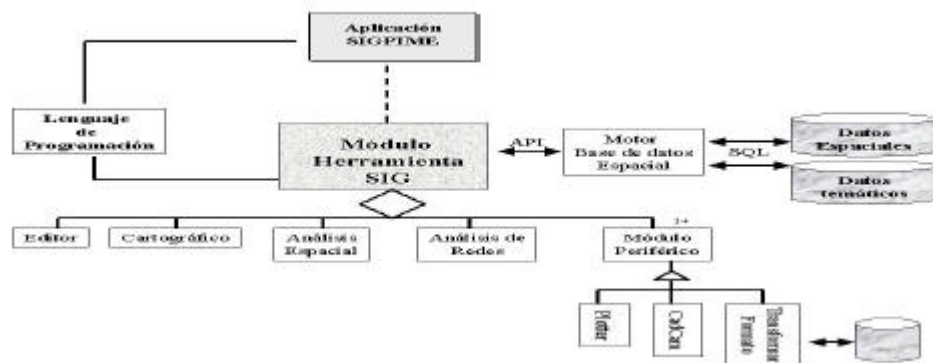


Figura 12 Arquitectura Genérica de un sistema de información geográfica.

El modelo referencial de protección integral y manejo de emergencias que se propone, incluye en sus caras la arquitectura de hardware y redes la cual examina las plataformas de redes de computadoras que soportan la estructura de la empresa. Las plataformas de redes deben ser seleccionadas de acuerdo a los procesos, las aplicaciones y el volumen de datos.

En la figura 13 se presenta la plataforma de red propuesta para una organización de protección integral y manejo de emergencias.

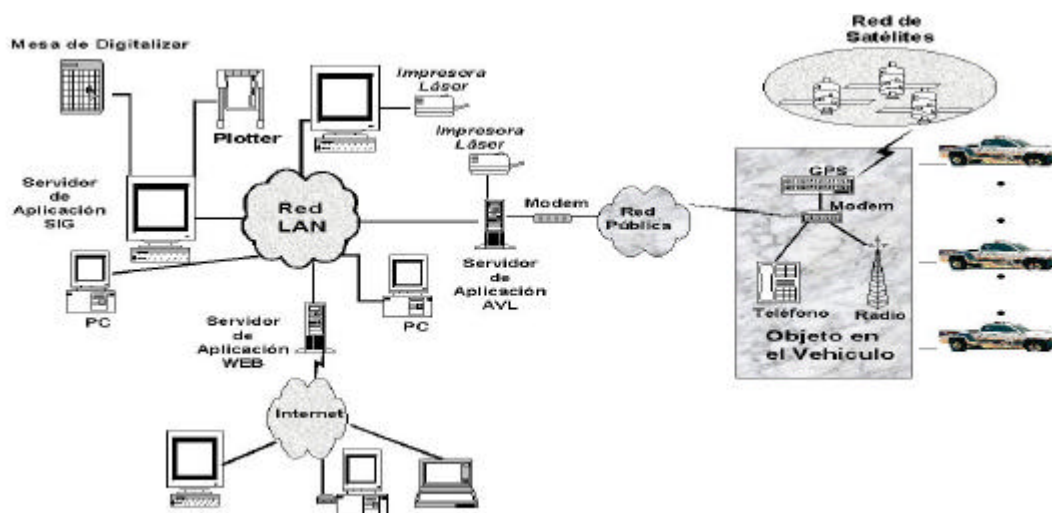


Figura 13. Plataforma de red propuesta para una empresa de protección integral y manejo de emergencia.

En una organización de protección integral y manejo de emergencias coexisten varias tecnologías, entre ellas: las tecnologías de comunicaciones, las tecnologías de emergencia, las tecnologías de información y tecnologías de transporte.

Las clasificación de las tecnologías involucradas en la protección integral y en el manejo de emergencia se puede observar en la figura 14.

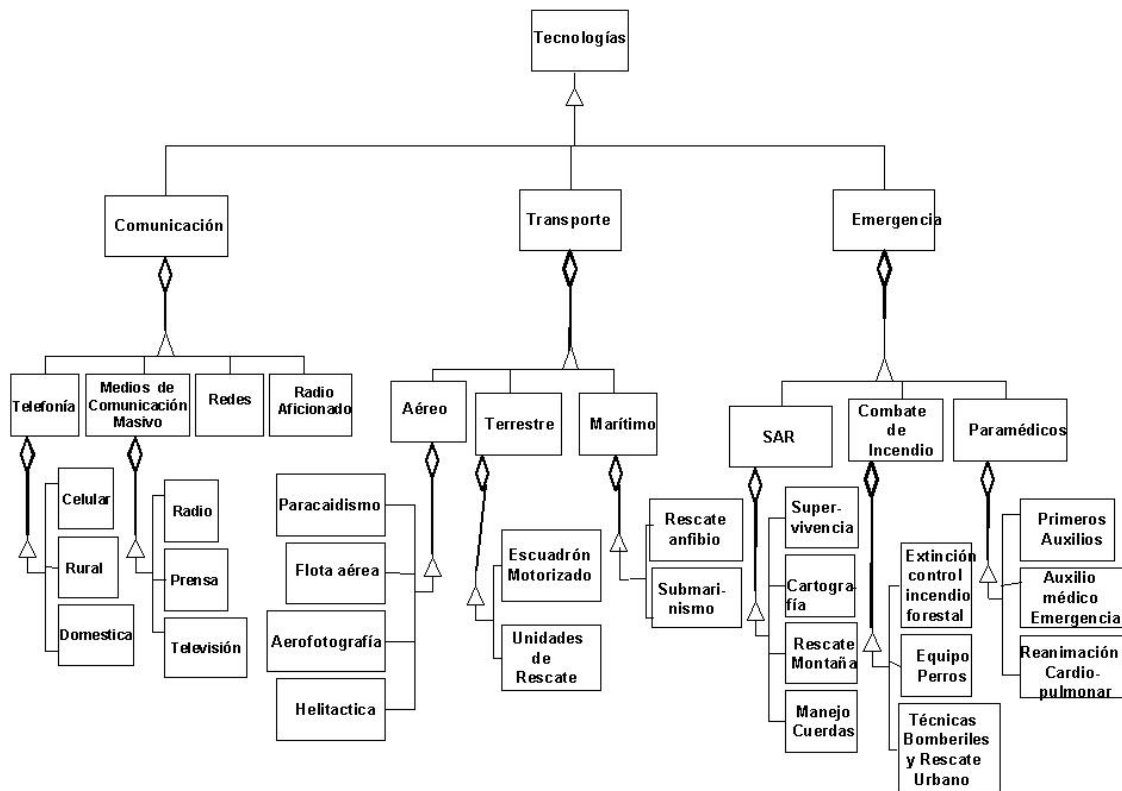


Figura 14 Tecnologías

Las tecnologías principales son:

- Las tecnologías de comunicación las cuales se clasifican en: las tecnologías de redes, tecnologías de telefonía, tecnologías de radio aficionados y los medios de comunicación de masas.
- Las tecnologías de transporte se componen de la aérea, la terrestre y la marítima. Esta tecnología nos ofrece los medios para transportar los recursos para enfrentar la emergencia.

- Las tecnologías de manejo de la emergencia se componen de las técnicas de salvamento y búsqueda (SAR), las técnicas de combate de incendios y las técnicas de servicio paramédicos. Estas tecnologías ofrecen los medios para atender a la emergencia.

8. Conclusiones

Las empresas encargadas de manejar situaciones de emergencias y desastres, así como también las empresas de protección ambiental y de protección integral, presentan la coexistencia de varios sistemas de información. Al no estar integrados estos sistemas disminuyen el grado de eficiencia de estas organizaciones, lo que se traduce en pérdidas de recursos y en algunos casos en pérdidas de vidas humanas.

El modelo de referencia expande los objetos del modelo de negocio propuestos en [MON98b] (actor, estructura de trabajo, fines, tecnología, evento, proceso, entidades y reglas del negocio) para así proveer un completo entendimiento de las actividades que realizan las organizaciones de protección integral y manejo de emergencias. El modelo de negocio es el primer paso de la arquitectura de datos y es también el resultado del esfuerzo de la construcción de la arquitectura de decisión.

Otra arquitectura del modelo de referencia es la arquitectura de datos, donde se reflejan los objetos principales de una organización de este tipo y sus relaciones. El modelo se construye integrando las vistas de las áreas funcionales.

La arquitectura de aplicación del modelo de referencia muestra una arquitectura genérica, donde se apuesta al futuro de los SIGs en el área del manejo de emergencias.

El modelo de referencia presenta la arquitectura de plataforma donde se reflejan las plataformas de redes de computadoras necesarias para la implementación de la arquitectura de aplicación propuesta. Sin duda creemos que un ambiente de procesamiento distribuido es el que se impondrá en las organizaciones de protección integral y manejo de emergencias, dada la gran variedad de sistemas existentes en esas organizaciones.

El modelo de referencia plantea la arquitectura de tecnologías de comunicación en la cual se reflejan las tecnologías de comunicación, las tecnologías de transporte, las tecnologías de salvamento y rescate. Estas tecnologías ofrecen los medios para manejar la emergencia y minimizar el impacto del desastre.

El modelo de referencia que se presenta en este artículo es un patrón de diseño para organizaciones de protección integral y manejo de emergencias. Este debe ser instanciado para adecuarlo a una organización específica. La principal ventaja del modelo de referencia para la automatización integral de sistemas de protección integral y manejo de emergencias es que se ve a la organización como un todo, es decir, integra varios enfoques que permiten tener una vista completa de la misma; muy en contra de otros modelos orientados a objetos que centran sus esfuerzos en la construcción de un modelo de datos de la organización.

9. Referencias Bibliográficas

- [ALV95] Manuel Alvarado y Hugo Perich. Motivación a la protección integral. Taller de protección integral. Universidad de los Andes. Postgrado de protección integral. Mérida. Venezuela. Octubre 1995
- [ASP86] Aspecto de Preparación. Prevención y mitigación de desastres. Compendio de los conocimientos actuales. Volumen 11. Naciones Unidas. 1986.
- [CHA98a] Edgar Chacón y Gisela de Sarrazín. Automatización Integral de sistemas de Producción continuos: Herramientas de integración. Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Julio 1998. Pág. 121-138.
- [CHA98b] Edgar Chacón y Jonas Montilva. An object-oriented design pattern for modeling continuous process applications. Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. <http://www.pgcomp.ing.ula.ve/jonas/>
- [CHA99] Francisco Alirio Chacón V. Integración de software heterogéneo usando sistemas de información Web: Arquitectura y método. Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Febrero 1999.
- [CUR94] Evaluación de daños y análisis de Necesidades. Curso de Administración para desastres I de la Oficina de Asistencia al Exterior de la Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional USAID/OFDA. Pág. 2-3 a la 2-16. Abril 1994.
- [ELD96] Thornton Gale & James Eldred. Getting Results with the Object-Oriented Enterprise Model .Prentice-Hall. 1996. Pág. 246-248.
- [ERD99] ERDAS IMAGINE versión 8.3. Aeroterra. <http://www.aeroterra.com/areccad.htm>. 1999.
- [ESC93] Jorge Escalante Gafau. Planificación para atender situaciones de emergencia en sistema de agua potable y alcantarillado. Cuaderno Técnico No.37. Organización Panamericana de la Salud. 1993. Pág.4 –9.
- [MON97] Jonás Arturo Montilva C. Modelling the application domain in object-oriented analysis and design methods. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Computación. 1997. <http://www.pgcomp.ing.ula.ve/jonas/>
- [MON98b] Jonás Arturo Montilva C. Business Domain Modeling Using UML. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Computación. 1998. <http://www.pgcomp.ing.ula.ve/jonas/>
- [MOR98] Jairo Ernesto Moreno. Qué es un Plan de Contingencia o Respuesta?. Bogotá. Colombia 8/06/1998.
- [ONE98] Plan Nacional de Emergencia. ONEMI. Ciclo de manejo de Riesgo. Chile.1998 (<http://www.onemi.cl/>)
- [SOO97] Soon Huat Lim, Neal Juster, Alan de Pennington. Enterprise modelling and integration: a taxonomy of seven key aspects. Computers in Industry 34 (1997) 339-359.
- [UML97] Rational Software Corporation. The Unified Modeling Language: Notation and Semantics Guides. (<http://www.rational.com>).
- [TOR99] Juan Carlos, Torrealba Peraza. Un modelo de referencia para la automatización integral de sistemas de protección integral y manejo de emergencia. Universidad de Los Andes. Facultad de ingeniería. Postgrado de Computación. Mérida. 1999.