

Arquitectura de Información Extendida SITEA – ArIES –

Oscar M. Bianchi<sup>ab</sup>  
[mbianchi@ejercito.mil.ar](mailto:mbianchi@ejercito.mil.ar)  
Alejandro J. M. Repetto<sup>ab</sup>  
[arepetto@ejercito.mil.ar](mailto:arepetto@ejercito.mil.ar)

César D. Cicerchia<sup>ab</sup>  
[cdcicerchia@ejercito.mil.ar](mailto:cdcicerchia@ejercito.mil.ar)  
Jonatan Saccone<sup>ab</sup>  
[jsaccone@ejercito.mil.ar](mailto:jsaccone@ejercito.mil.ar)

Patricia Lussiano<sup>a</sup>  
[plussiano@ejercito.mil.ar](mailto:plussiano@ejercito.mil.ar)  
Adrián Tamburri<sup>a</sup>  
[atamburri@ejercito.mil.ar](mailto:atamburri@ejercito.mil.ar)

a. CIDESO<sup>1</sup>, DIGID<sup>2</sup>- Ejército Argentino

b. EST<sup>3</sup>, IUE<sup>4</sup> - Ejército Argentino

## RESUMEN

Los sistemas de comando y control (C2) presentan desafíos en todas las aristas posibles, desde la inestabilidad de las comunicaciones en los nodos, pasando por la dependencia total de la información en tiempo y forma, hasta la criticidad intrínseca con riesgo de vida humana de un sistema que se utiliza en caso de guerra.

El CIDESO<sup>1</sup>, organismo especializado dentro de la DIGID<sup>2</sup>, desarrolla el Sistema de Comando y Control de Ejército Argentino (SITEA) desde el año 2008 y, a medida que se cumplen hitos, va avanzando en la resolución de los principales desafíos. En el próximo período se focalizará sobre el problema de la gestión de la información, buscando una solución integral que permita que los datos esenciales estén presentados oportunamente y con calidad necesaria para la toma de decisiones.

Las restricciones dadas por la alta distribución e inestabilidad de sus nodos, asociadas a una multiplicidad de fuentes de datos, muchas veces no relacionales, hacen que se deba abordar el tema de la Arquitectura de la Información como un tema particular.

El objetivo es lograr una arquitectura completa que integre sistemas sensibles al contexto, gramáticas formales asociadas al dominio, tecnologías para optimizar los flujos de información y gestionar la heterogeneidad de las fuentes de datos, con el fin de dar una visión holística al problema de información de SITEA y diseñar una arquitectura óptima para la “fusión de la información”.

*Palabras Clave:* Gestión de la Información, Datos Distribuidos, Esquemas de Persistencia, Gramáticas formales para consulta, Sistemas de Seguridad, Integración de Información, Fusión de Información.

## CONTEXTO

El Ejército Argentino patrocina la construcción de un sistema de C2 para sus Grandes Unidades de nivel táctico (Brigadas) y cuenta con la asignación de presupuesto específico, además de subsidios asignados por el Programa de Investigación y Desarrollo para la Defensa del Ministerio de Defensa de la Argentina (PIDDEF).

Los sistemas de C2 son de naturaleza socio – técnica y complejos en su concepción y diseño [1]. En su implementación intervienen subsistemas informáticos y electrónicos, protocolos tecnológicos y procedimientos de estado mayor (flujos de trabajo del dominio del sistema) muy específicos. Su finalidad es dar soporte a los procesos decisorios que realizan los Comandantes y sus equipos asesores (Estados Mayores), optimizando el flujo de información operativa y decisoria en todos los niveles de la estructura orgánica de las Brigadas, integrándola en forma horizontal y vertical. Otro objetivo es la interoperabilidad con otras organizaciones, ya sean nacionales, regionales o internacionales, civiles y militares, durante las operaciones militares o de protección civil (en casos de emergencias o catástrofes).

---

<sup>1</sup> CIDESO: Centro de Investigación y Desarrollo de Software

<sup>2</sup> DIGID: Dirección General de Investigación y Desarrollo

<sup>3</sup> EST: Escuela Superior Técnica - Facultad de Ingeniería del Ejército Argentino

<sup>4</sup> IUE: Instituto Universitario del Ejército

El CIDESO comenzó el proceso de adquisición de conocimiento en el año 2008, ejecutando procedimientos de investigación y desarrollo con el fin de lograr el primer prototipo de SITEA, Sistema Integrado Táctico del Ejército Argentino.

Dada la complejidad intrínseca del Sistema, se optó por abordar el problema con una estrategia evolutiva, realizando aproximaciones sucesivas al objetivo y enfocando el esfuerzo principal en la mitigación de los riesgos tecnológicos de mayor impacto. Esta estrategia delimitó también algunas características arquitectónicas del sistema, haciendo que sea pensado como un conjunto de módulos de bajo acoplamiento que resuelven problemas puntuales, realzando sus “propiedades emergentes”.

Dentro de los problemas abordados al momento podemos mencionar la elección de una arquitectura marco del sistema [2], comunicaciones sobre vínculos de bajo ancho de banda y nodos inestables, gestión de información crítica [3], procesamiento distribuido [4], multiplicidad de componentes, estándares para la interoperabilidad técnica basados en la semántica militar, entre otros.

En la última mitad de 2013, en vistas de resolver los componentes con riesgos tecnológicos identificados, se generó un proyecto de investigación durante 2014 y se comenzó a trabajar en lo que se denominó Arquitectura de Información Extendida SITEA (ArIES). ArIES considera a la información como un todo que incluye los datos, su persistencia, su transmisión y flujo por el sistema de punta a punta.

Los desafíos asociados a la ArIES son, principalmente: inestabilidad de los nodos, heterogeneidad de las fuentes de datos, bajos anchos de banda y operación del sistema fuera de línea, que repercuten directamente sobre la coherencia de la información, y la dependencia de la misma en tiempo y forma, con riesgo de vida asociado.

Una característica intrínseca de los sistemas C2 es su dependencia de la información. A diferencia de los sistemas orientados al procesamiento de datos, los SC2 son mayormente consumidores e integradores de información producida por diferentes subsistemas, con los cuales se interopera. La precisión y oportunidad con la que llega la información al usuario es de vital importancia, ya que la mala calidad de la misma, entregada en cualquiera de los puntos del circuito, pone en riesgo la vida de los usuarios, sea por cómputos erróneos o decisiones basadas en información inconsistente con la realidad. Por ello, el proyecto ArIES pretende abordar el problema desde una perspectiva arquitectónica, poniendo relevancia en el modelado del diseño y su validación temprana.

SITEA ya tiene definida su arquitectura global con foco en las comunicaciones [2]. Sin embargo, la vista desde la perspectiva de la información y sus flujos no está solucionada. Se trabajó en el desarrollo de prototipos sin persistencia, utilizando objetos vivos con intercambio de información entre nodos a través de mecanismos de serialización, sin almacenamiento. Es por esto que ArIES propone un marco de trabajo que complementa los esfuerzos realizados, ordenando y sistematizando la gestión de la información dentro del SC2.

Por otra parte, la consecución de los objetivos perseguidos sentará una línea base arquitectónica para encarar otros trabajos de investigación destinados a desarrollar modelos computacionales eficaces para resolver las demandas de la fusión de información, bajo una perspectiva multimedia (texto, imagen y sonido) que permita aprovechar la sinergia de la información disponible o producida desde distintas fuentes.

La idea rectora es establecer una arquitectura que permita dividir la complejidad de la del problema en módulos, permitiendo una solución escalable y flexible.

Mediante un proceso de toma de requisitos orientado por escenarios de uso, se detectaron

las siguientes restricciones a la arquitectura: (1) alta distribución de los nodos; (2) bajo ancho de banda, interrupciones temporales aleatorias y períodos prolongados de desconexión; (3) alta dependencia de la información para la toma de decisiones en tiempo y forma; (4) fuentes de datos heterogéneas; (5) seguridad con foco en la disponibilidad y confidencialidad.

Respecto a la distribución y a la heterogeneidad de fuentes de datos, ya se ha avanzado en investigaciones previas en la construcción de un lenguaje declarativo personalizable, denominado MILK. Éste, define un Lenguaje Específico de Dominio (LED) para interactuar con la Base de Conocimiento (KB), incluyendo el desdoblamiento y el análisis de las consultas hacia las fuentes de datos reales.

Por otro lado, respecto a la seguridad, SITEA está en proceso de implantación de una infraestructura de Autenticación, Autorización y Auditoría (AAA), que permite identificar a los usuarios y sus responsabilidades, delimitando áreas de autoridad verticales y horizontales, y, por lo tanto, necesidades de información asociadas.

Asimismo, en paralelo, se abordaron aproximaciones al problema de las tecnologías de persistencia de la información, realizando análisis preliminares sobre bases de datos NOSQL (*Not Only SQL*), incluyendo pruebas de factibilidad [5].

La agregación de estas tres tecnologías contrastadas con las características principales de los requerimientos, permiten definir una arquitectura orientada a componentes que ofrece una solución factible al problema de la Información en SITEA.

De manera preliminar, ArIES se compone por un núcleo formado por MILK, que provee los métodos de acceso a la información y la integración de fuentes de datos; el componente de AAA, que permite segmentar las nubes de información según las áreas de autoridad, acercando la información al usuario final y acortando los anchos de banda necesarios; y las

fuentes de datos en sí, que utilizan distintas tecnologías según sea necesario.

### LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Se identifican tres líneas principales de investigación a saber:

- 1- Incorporación de tecnología de Agentes a MILK.
- 2- Identificación de sistemas alternativos de persistencia de datos.
- 3- Procedimientos de segmentación de la información basada en el contexto.

Respecto a la primera línea, en SITEA muchas de las consultas se realizan en modo *pull*. Estas consultas buscan detectar cuándo el sistema alcanza cierto estado (por ejemplo, cuándo un elemento alcanzó una posición). Para realizarlas se deben ejecutar de modo iterativo, cada cierto tiempo fijo, verificando si se llegó al estado buscado, consumiendo un gran ancho de banda. Se propone incorporar el paradigma de agentes para optimizar el consumo de ancho de banda de las consultas a través de procesos autónomos y proactivos dentro de la KB que avisarán al interesado cuando el estado buscado se alcance, logrando a su vez que la información sea oportuna [6].

La segunda línea de investigación propone definir de manera amplia los sistemas de persistencia aptos para el nivel de distribución de SITEA. Se investigarán las capacidades de distintos sistemas de gestión de datos, incluyendo bases de datos orientadas a grafos, orientadas a documentos y otras pseudo-SQL [7]. El teorema de Brewer [8] indica que en un sistema de datos distribuidos es imposible mantener de manera simultánea la consistencia, la disponibilidad y la tolerancia a la partición. Esta línea de investigación tendrá la responsabilidad de interpretar esa restricción versus las necesidades planteadas por SITEA.

La tercera línea que contempla ArIES es la búsqueda de una solución para la dificultad de

la partición de la KB según el contexto. Es necesario que la información esté cerca de quién la necesite. Entonces, se debe interpretar la manera más precisa posible qué datos necesita cada usuario para lograr una correcta división de la KB. La identificación del usuario será a través del subsistema AAA, pero la partición que ese usuario requiere será menester de un estudio pormenorizado.

Por otro lado, se identifican dos esfuerzos de desarrollo:

- 1- Adaptación del actual esquema de AAA para la segmentación de la información.
- 2- Implantación de una ontología para definir el lenguaje adecuado del negocio.

La primera línea de desarrollo tiene origen en una investigación previa orientada exclusivamente a cuestiones de seguridad y acceso a servicios. Sin embargo, se detectó la posibilidad de modelar las estructuras organizativas de las unidades militares a través de esta aproximación y así incorporar esta tecnología como parte funcional de SITEA. La capacidad que presentan componentes como OpenLDAP para modelar organizaciones y realizar asociaciones por temática, especialidades, intereses o, inclusive, geolocalizaciones, permite detectar de manera unívoca el perfil del usuario que está interactuando con el sistema. Este punto es fundamental para ArIES en la etapa de la división de la KB por intereses y responsabilidades [9].

Por último, con el fin de homogeneizar a nivel semántico el esquema de datos de SITEA, anteriormente se trabajó en la confección de una Ontología Militar Argentina (OMA). Esta se modeló en base a los enfoques de otras internacionales (JC3IEDM y BML) con el fin de aunar conceptos y dejar a SITEA listo para interoperar con otros sistemas. Considerando que MILK propone la definición de un lenguaje de consulta único asociado al dominio, se profundizará OMA de modo de lograr la completitud de conceptos específicos para nutrir a MILK.

## RESULTADOS Y OBJETIVOS

El principal resultado esperado es la construcción de un marco de trabajo completo para ArIES que permita al equipo integrado de desarrollo evolucionar el producto SITEA de manera flexible y escalable respecto a los datos. Esta vista arquitectónica complementará a la vista FISICO2, poniendo foco en los flujos, persistencia y recuperación de información dentro del ámbito del SITEA.

ArIES evolucionará e integrará esfuerzos de investigación ya comenzadas, incluyendo MILK, AAA, OMA y SGBD distribuidos.

Se espera que en el mediano plazo se incorpore en forma completa una porción del lenguaje MILK para operar con el SITEA. Su operatoria debe escalar a los grandes volúmenes de datos y al mismo tiempo ser amigable para los usuarios.

Algo similar se espera para el paradigma de Agentes. Se implementará en forma completa una parcialidad de procesos que deben escalar y mejorar la performance del sistema. Este es el cambio más importante sobre el *framework* implementando hasta el momento.

Por otra parte, se espera poder relacionar los datos con la mayor transparencia posible entre los diferentes gestores de bases de datos, orientando los esfuerzos hacia la escalabilidad en general y, en particular la escalabilidad horizontal. Se pretende garantizar la consistencia de los datos en el mayor nivel posible, teniendo en cuenta la persistencia políglota, con distintos motores de bases de datos.

Respecto a AAA, se espera obtener una mejora en la capacidad de brindar seguridad a los servicios, así como en la transparencia de la asignación de recursos. Estos se desprenden de las ventajas que trae implícitas el producto OpenLDAP.

Por otro lado, se pretende que el uso de la herramienta de AAA, con la implementación OpenLDAP, se integre a SITEA mejorando la

usabilidad y rendimiento, identificando de manera holística a los usuarios y permitiendo agregar información de contexto.

### FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El proyecto ArIES tiene la particularidad de estar fundado sobre tres proyectos de investigación certificados por el Ministerio de Defensa de la Nación: SITEA, SINAPSIS y REDES. Todos cuentan con asignación presupuestaria vía PIDDEF, en el cual exige tener un becario con fines formativos.

ArIES cuenta de manera directa con dos becarios PIDDEF, que llevan a cabo sus estudios de grado y posgrado basados en la beca y, además un alumno de la Escuela Superior Técnica, que se desempeña como investigador auxiliar.

Los recursos del CIDESO en general y, los de ArIES en particular, además, cuentan con clasificaciones dentro del régimen de RPIDFA (Régimen para el personal de Investigación y Desarrollo de las Fuerzas Armadas) y dentro del Régimen de Categorización de Investigadores del Ministerio de Educación de la Nación.

En ArIES se espera lograr la profundización de los perfiles investigadores de los recursos humanos involucrados y, potencialmente, lograr incorporar nuevos recursos a través de los métodos de financiamiento disponibles en el CIDESO.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. Clay, «Network Centric Operations: Background and Oversight Issues for Congress.,» CRS Report for Congress, 2007.
- [2] A. J. M. Repetto, «Framework de Interoperabilidad para Sistemas de Comando y Control,» de *XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, San Salvador de Jujuy, 2010.
- [3] M. Gilman y A. Tamburri, «Explotación de Información de Alto Valor para la Mitigación de Vulnerabilidades en Operaciones Militares Basadas en Redes,» de *XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, La Plata, Buenos Aires, 2012.
- [4] A. J. M. Repetto, «Optimizing Network Performance in Simulation Games Using P2P,» de *Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference*, Orlando, FL, 2011.
- [5] F. G. Moreno, «Implementando Persistencia en Base de Datos,» de *Desarrollando una aplicación Spring Framework MVC v3 + JPA paso a paso*, Valencia, Universidad de Valencia.
- [6] M. R. Baijal, M. K. Arora y S. K. Ghosh, «A GIS Assisted Knowledge-Based Approach for Military Operations,» *GIS Development*, vol. 6, nº 10, pp. 21-24, 2002.
- [7] S. Migani, C. Vera, C. Correa y L. Romera, «Generando datos XML a partir de bases de datos relacionales,» de *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2012.
- [8] E. A. Brewer, «Towards Robust. Distributed Systems,» 2000.
- [9] H. Chu, «MDB: A Memory-Mapped Database and Backend for OpenLDAP,» Symas Corp, 2008.