



EXPANSIÓN TECNOLÓGICA EN TELEMETRÍA PARA OPERACIONES DE PRODUCCIÓN PETROLERA

Isabel Cristina Salas Rivero
Universidad Rafael Belloso Chacín. Venezuela

RESUMEN

La investigación realizada gira en torno a una consulta al personal experto dentro y fuera de PDVSA con el fin de determinar las mejores alternativas para un proyecto de migración de la plataforma portadora en transmisiones inalámbricas de alto ancho de banda. El objetivo general que orienta el escrito es desarrollar un plan de expansión tecnológica en telemetría apalancado con nuevas tecnologías y tendencias de negocios actuales para operaciones en producción petrolera en occidente, las variables de la investigación son telemetría vista como rama de la ingeniería que analiza integralmente la transferencia de datos electrónicos, y operaciones de producción petrolera, definida como el conjunto de actividades que integran la logística completa relacionada con la extracción, recolección, separación y despacho del crudo que se encuentran en los yacimientos. La investigación es de tipo descriptiva y aplicada según las definiciones de Hernández, Fernández y Baptista (1991) y el diseño de la misma es no experimental transaccional; la población esta compuesta por siete tecnologías inalámbricas, la herramienta utilizada para la recolección de datos fue el SATEC, la cual adicionalmente realiza la síntesis y proyección de los datos colectados. Los resultados arrojados por el SATEC fueron sometidos a los procedimientos de gestión tecnológica y normalización, obteniéndose como interpretación primaria la selección de las tecnologías WLL, LMDS y 3G; según las tablas que resumen el estado de las brechas tecnológicas y los riesgos son estas las alternativas con mayor beneficio potencial para PDVSA. El capítulo final resume una exposición de la topología, la disciplina de servicios, la arquitectura recomendada y los argumentos que sustentan las especificaciones propuestas por el autor, adicionalmente se presenta un cronograma tentativo con los razonamientos de naturaleza ordinal y un estudio basado en el modelo matemático creado por el autor para proyectar los costos asociados a la redundancia y confiabilidad del sistema.

Palabras Claves: Gestión Tecnológica, Inalámbrica, Telemetría, SATEC.

ABSTRACT

The made investigation this based one a consultation to the expert personnel inside of and outside of PDVSA with the purpose of determining the best



alternatives for a project of migration of the carried platform in wireless transmissions of high bandwidth. The main objective that guides the text is to develop to plan of technological expansion in telemetry with new technologies and tendencies of current business for operations in oil production in occident, the variable of the investigation plows telemetry seen ace branch of the engineering that analyzes the transfer of electronic it dates, and oil production operations of defined ace the group of activities that is integrated the it completes logistics related with the extraction, gathering, separation and dispatch of the oil that it plows in the locations. The investigation is of descriptive and applied type according to Hernandez, Fernandez and Baptista's definitions (1991) and the design of the same one is not experimental traverse; the population this compound for seven wireless technologies, the tool used for the gathering of data was the SATEC, it which additionally does the synthesis and projection of the collected data. The results hurtled by the SATEC were subjected to the procedures of technological management and normalization, obtaining you as primary interpretation the selection of the technologies WLL, LMDS and 3G; according to the charts that summarize the state of the technological breaches and the risks are these alternatives with more benefit potential for PDVSA. The final chapter summarizes a briefing of the topology, the discipline of services, the recommended architecture and the arguments that sustain the specifications proposed by the author, additionally a tentative chronogram is presented with the ordinal nature of reasoning and a study based on the mathematical pattern created by the author to project the costs associated to the redundancy and dependability of the system.

Key Words: Technological management, Wireless, Telemetry, SATEC

INTRODUCCIÓN

El presente artículo tiene como objeto exponer de una forma razonada, cómo las principales tecnologías de transmisión inalámbrica de datos pueden ser evaluadas, contrastadas y expuestas bajo la óptica de las necesidades insolutas de las redes telemétricas de PDVSA. Los aspectos más relevantes de la investigación realizada son los relacionados a la novedad de algunas de las tecnologías consideradas, la herramienta utilizada para recolectar la información y el tratamiento dado a los resultados obtenidos, ya que incluye múltiples recomendaciones sobre la forma de hacer la migración, la cronología más adecuada y algunas consideraciones de costos importantes para la definición de especificaciones e ingeniería de detalle.

Las áreas tecnológicas evaluadas fueron siete, las cuales fueron seleccionadas en base al criterio experto del autor en cuanto a la factibilidad



del despliegue cercano (temporalmente hablando) dentro del territorio nacional. De hecho las tecnologías WLL, Microondas, WAP y VSAT ya cuentan con cobertura y servicios en operación con diversos niveles de experiencia, situación que asegura la existencia de conocimiento de causa por parte de los profesionales que fungieron como fuente primaria de información. Los desarrollos restantes 3G, *Bluetooth* y LMDS aún no se hallan en fase de explotación comercial, sin embargo en los tres casos se prevé un inicio de operaciones en el transcurso del año 2002, siempre que el calendario de habilitaciones administrativas de CONATEL se mantenga invariante.

La herramienta principal de recolección de información fue un sistema de apoyo al proceso de gerencia de tecnología (SATEC) que consiste en un software que opera en línea en el que cada una de las alternativas evaluadas constituye un evento sobre el que se colecta información en forma de ítems o preguntas estructuradas de respuestas cerradas y algunos comentarios explicativos en formato alfanumérico, para la aplicación del mismo se seleccionaron cuarenta profesionales de las unidades de comunicaciones y automatización de PDVSA, así como el personal de los departamentos técnicos de grandes empresas operadoras de servicios de comunicaciones y líderes tecnológicos como Procedatos, Telcel, CANTV, Halliburton, Schlumberger, Baker y British Petroleum.

El SATEC genera reportes que consolidan sistemáticamente todos los ítems recabados, tomándolos como argumento el investigador plantea las topologías y arquitecturas que podrían aprovechar los beneficios potenciales que ofrecen una plataforma conjunta que incluya el *backbone* SDH existente, enlaces troncales LMDS, conexiones de última milla WLL y servicios de despliegue de datos en tiempo real sobre 3G. Posteriormente se propone un plan de migración por etapas y la cronología que inicialmente podría utilizarse, el tratamiento estadístico de las posibles repercusiones de la disponibilidad de cada una de estas tecnologías dentro del ambiente operativo de PDVSA motivo al desarrollo de un modelo matemático que permitiera estimar el alza en los costos de la introducción de sistemas redundantes para aumentar la disponibilidad de los servicios de transmisión de datos.

MÉTODO

Al tomar en cuenta los medios de recolección de datos, los cuales están supeditados a los objetivos específicos que plantea la investigación resulta evidente que por la naturaleza no documental de las fuentes de información y la condición de proyecto factible como la define Balestrini (1998).



El procedimiento de investigación se guiará principalmente por los requerimientos propios del SATEC, que es una herramienta de apoyo al proceso de gerencia de tecnología, el cual permite la búsqueda, validación y registro de información relevante, para facilitar y apoyar la toma de decisiones durante el proceso de adopción de tecnologías en Petróleos de Venezuela, con el que se persigue apalancar el plan de negocio tecnológico de la corporación, al realizar el análisis de posicionamiento tecnológico y competitivo, la evaluación de tecnologías adoptables, jerarquización de los proyectos tecnológicos y el registro de las lecciones aprendidas y mejores prácticas que resultan a realizar estudios de inteligencia tecnológica y la evaluación de dichas tecnologías.

Este software a su vez será cargado mediante los datos colectados a través de instrumentos como entrevistas personales estructuradas aplicadas a un grupo de cuarenta expertos, entrevistas no estructuradas aplicadas a expertos y proveedores, la búsqueda de información en línea en páginas de entes no parcializados como universidades y revistas especializadas y el material impreso no documental como *data sheets* y manuales de operación y mantenimiento de los dispositivos electrónicos.

Partiendo de la premisa de que la presente investigación pretende crear criterios y procedimientos permitiendo evaluar los beneficios reales aportados para PDVSA por cualquier tecnología del área de transmisión de datos, resulta evidente que la técnica de procesamiento de la investigación es crítica como medio e instrumento de medición para la detección temprana y oportuna de las áreas de desarrollo tecnológico más prometedoras.

Tomando como precedente la investigación realizada por Salas y Silva (1999) en la cual se desarrollaron procedimientos e instrumentos para evaluar tecnologías específicas correspondiente a las redes locales de datos ubicadas en las instalaciones de producción, los resultados de la mencionada investigación pueden ser migrados con relativa facilidad para adaptarlos a los factores claves del servicio telemétrico planteado en el plan de servicio de telecomunicaciones y adicionarle los parámetros de medición que haga posible estimar el grado de madurez de la tecnología evaluada.

Después de haber identificado las nuevas tecnologías inalámbricas disponibles en el mercado y hacer la medición de brechas tecnológicas y el impacto que implicaría la adopción de estas tecnologías dentro de la industria petrolera se procedió a analizar flujos de datos y topología de la red de control para luego hacer una selección de las opciones más viables que puedan ofrecer a la empresa una alta potencialidad y factibilidad de



implantación y finalmente se procedió a realizar una planificación de adopción de tecnologías.

RESULTADOS

El tema de la investigación gira en torno al uso de tecnologías de transmisión inalámbrica de datos, esta premisa crea la presunción de una gran uniformidad entre las opciones consideradas, sin embargo este prejuicio es absolutamente falso, ya que existen diferencias drásticas entre las características y aplicaciones potenciales de cada una de ellas, de hecho la mayoría de ellas no son mutuamente excluyentes y pueden formar parte complementaria de una gran solución de comunicaciones.

La variedad expuesta anteriormente no impide el agrupar las opciones evaluadas en subconjuntos de acuerdo a las aplicaciones a las cuales están orientadas, desde este punto de vista definimos como enlaces de última milla a aquellos medios de transmisión diseñados para ser desplegados sobre grandes zonas o áreas de cobertura, soportan topologías tipo estrella, árbol o anillo y poseen características de operación distribuida y gran flexibilidad para la administración de terminales, dentro de esta categoría se agrupa 3G, WLL y *Bluetooth*.

Los enlaces troncales son medios de transmisión de datos orientados a la alta densidad de flujo, la cual apoya mediante anchos de banda nominales multimegabit y latencias inferiores a los 100 milisegundos, las características de enrutamiento, soporte de redundancia y flexibilidad en la configuración de protocolos, indican un diseño orientado a aplicaciones de misión crítica, dentro de este grupo de incluyen la tecnología LMDS y los enlaces microondas.

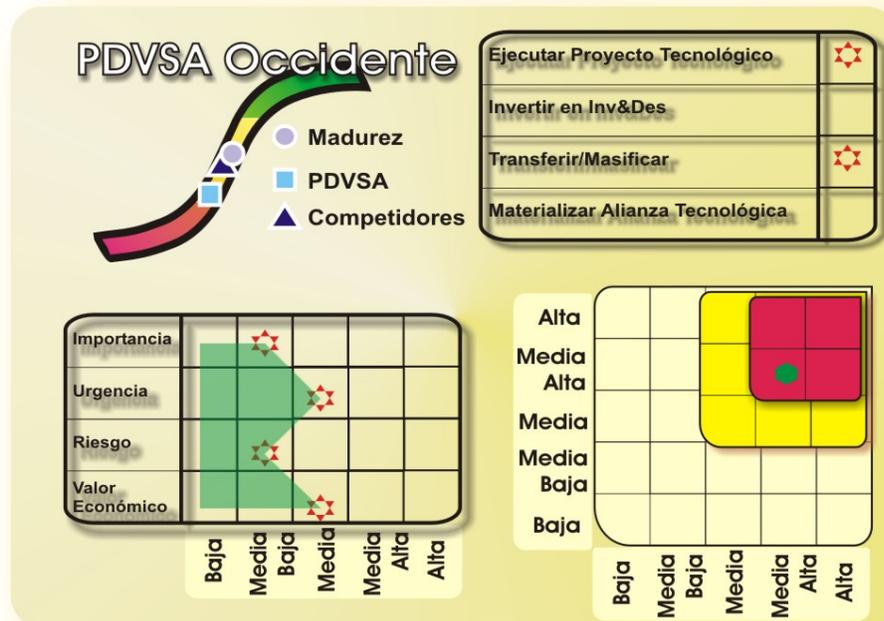
Finalmente algunas tecnologías no son susceptibles de incluirse en ninguno de los grupos mencionados, en el caso de VSAT porque representa una solución de topología independiente de la clasificación planteada, y el WAP es realmente un protocolo diseñado para encapsulamiento de paquetes de datos IP para ser transmitidos a través de redes inalámbricas de bajo ancho de banda como los sistemas de telefonía celular.

Se expondrán los resultados arrojados por el SATEC de acuerdo al grupo tecnológico, posteriormente se planteará la propuesta desarrollada por el autor partiendo de las interpretaciones anteriores, así como los detalles de ingeniería conceptual que pueden ser utilizados como punto de partida para un proyecto general de migración tecnológica.

ÚLTIMA MILLA

Bluetooth: La madurez de esta tecnología se halla en el segmento medio de la etapa de comercialización, según los expertos los competidores se hallan en el mismo grado de dominio al que corresponde la madurez tecnológica, ubican a PDVSA en un punto medio entre la etapa de desarrollo embrionario y el inicio de la etapa comercial atribuible al hecho de que no es necesario algún tipo de transferencia tecnológica especial para explotar los beneficios comerciales que ofrece este modelo de dispositivos móviles. El autor se inclina por recomendar la ejecución de un proyecto tecnológico para verificar los beneficios reales que pueda aportar el uso masivo de esta tecnología dentro de las actividades típicas del personal de exploración y producción, cibernética y otras dependencias estratégicas.

Brechas y Alertas Tecnológicas Bluetooth

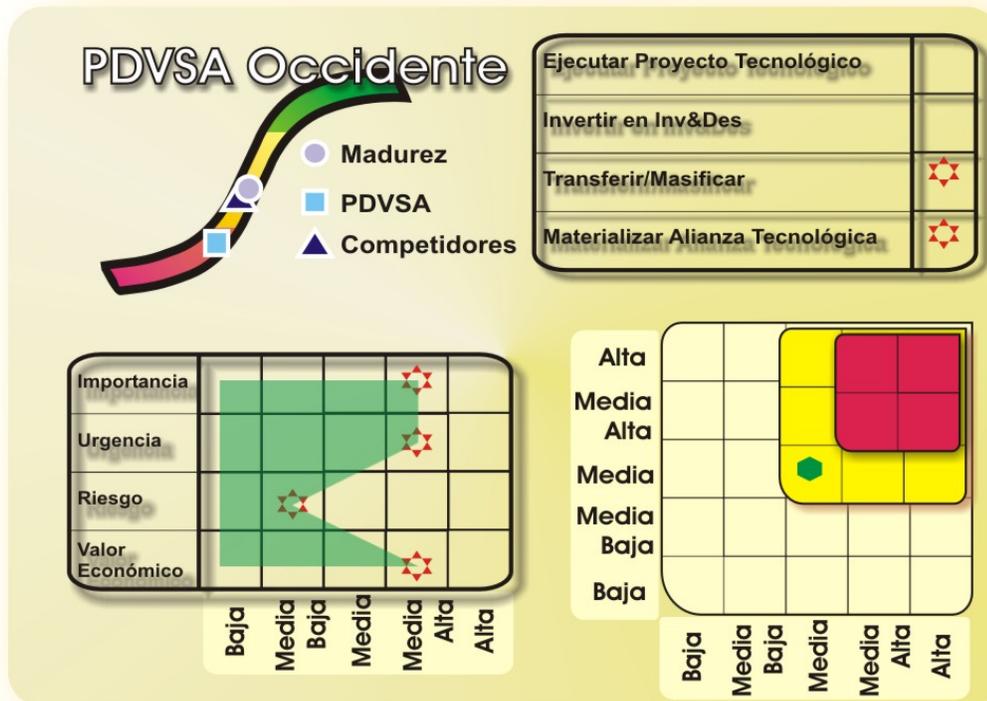


WLL: El posicionamiento relativo de la madurez tecnológica y de los competidores líderes se encuentra aproximadamente en el primer cuarto de la etapa de comercialización, por un lado los productos de los fabricantes se hallan en su mayoría en una primera etapa de evolución, y por otro lado las empresas proveedoras de transporte de servicio de datos aun se encuentran en el desarrollo de los centros de conmutación, enlace redundante y creación de servicio de valor agregado. PDVSA se ubica al final de la fase

embrionaria, puesto que aun no ha iniciado ningún tipo de aplicación que represente de alguna manera un beneficio real para la empresa.

La existencias de empresas dedicadas exclusivamente a proveer servicios de transporte de datos crea la opción de materializar alianzas tecnológicas como mecanismo más veloz para beneficiarse de la comunidad de conocimientos de cada una de ellas. El hecho de que estas empresas se encuentren en plena expansión de sus operaciones comerciales crea la posibilidad de influir en los programas de crecimiento de las mismas para adecuarlos a las necesidades específicas de PDVSA.

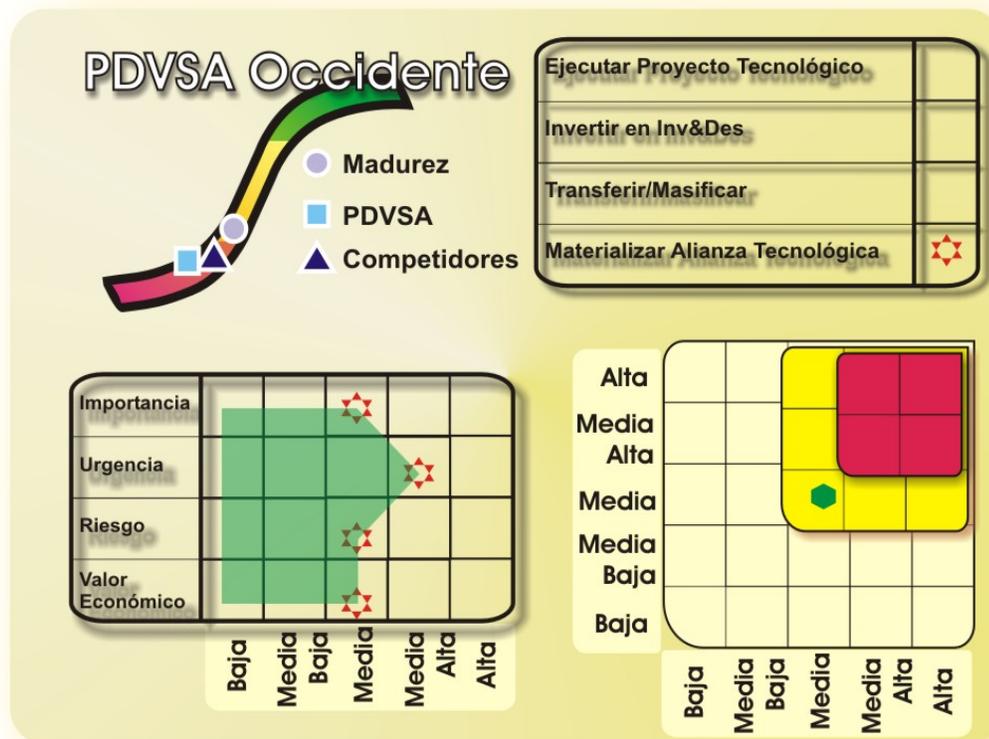
Brechas y Alertas Tecnológicas WLL



3G: La madurez de esta tecnología apenas se encuentra en el principio de etapa de explotación comercial en virtud de que sólo una operadora ha comenzado a prestar servicio dentro de las áreas metropolitanas de Japón; consecuentemente los competidores y en mayor grado aun PDVSA se encuentra en las fases incipientes del dominio, ya que carece de experiencias de primera mano en este sentido.

El cuadro planteado descarta cualquier posibilidad inmediata de masificación, ya que implica riesgos inaceptables al considerar los costos de esta tecnología, sin embargo el gran potencial que ofrecen obliga a realizar una alianza tecnológica con los primeros proveedores que inicien operaciones en el territorio nacional con el fin de explorar, las posibilidades reales de despliegue de información en tiempo real en forma ubicua.

Brechas y Alertas Tecnológicas 3G

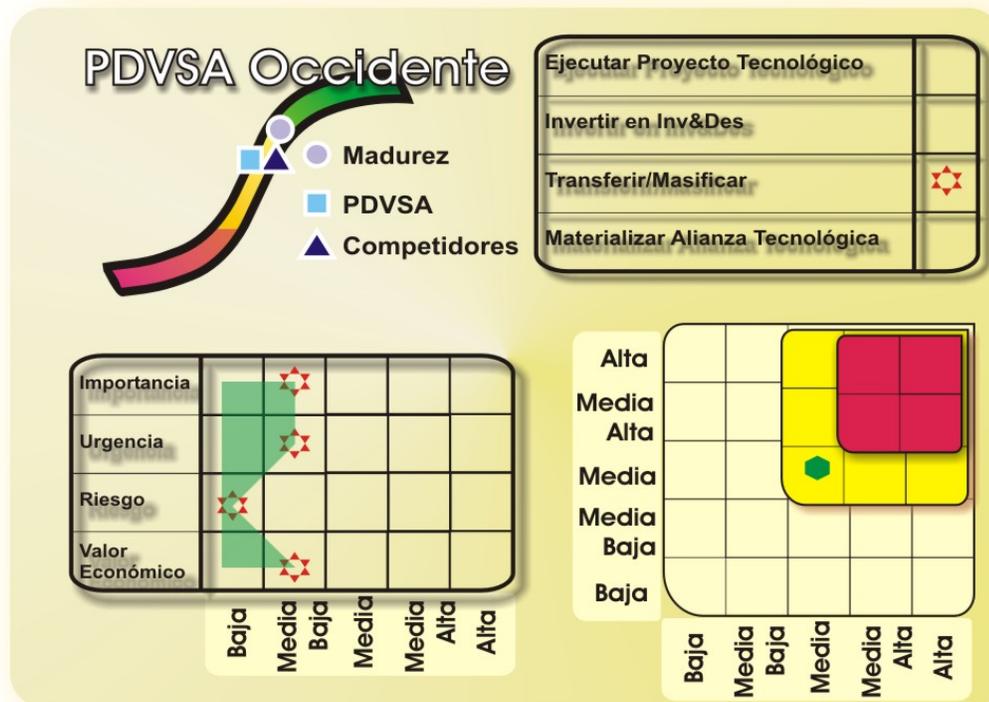


ENLACES TRONCALES

Microondas: La mayoría de los expertos ubicaron a esta tecnología al final del período comercial, pero sin considerarla obsoleta puesto que aun ofrece beneficios que no son sustituidos o incrementados por ninguna otra tecnología. El nivel de dominio de PDVSA se equipara al de sus competidores, como consecuencia el autor no considera necesario

materializar ningún tipo de alianza tecnológica ya que existe una excelente base de conocimiento. La recomendación evidente es la masificación de estos enlaces para instalarlo en todos aquellos nodos para los que pueda representar una solución más adecuada que el LMDS.

Brechas y Alertas Tecnológicas Microondas

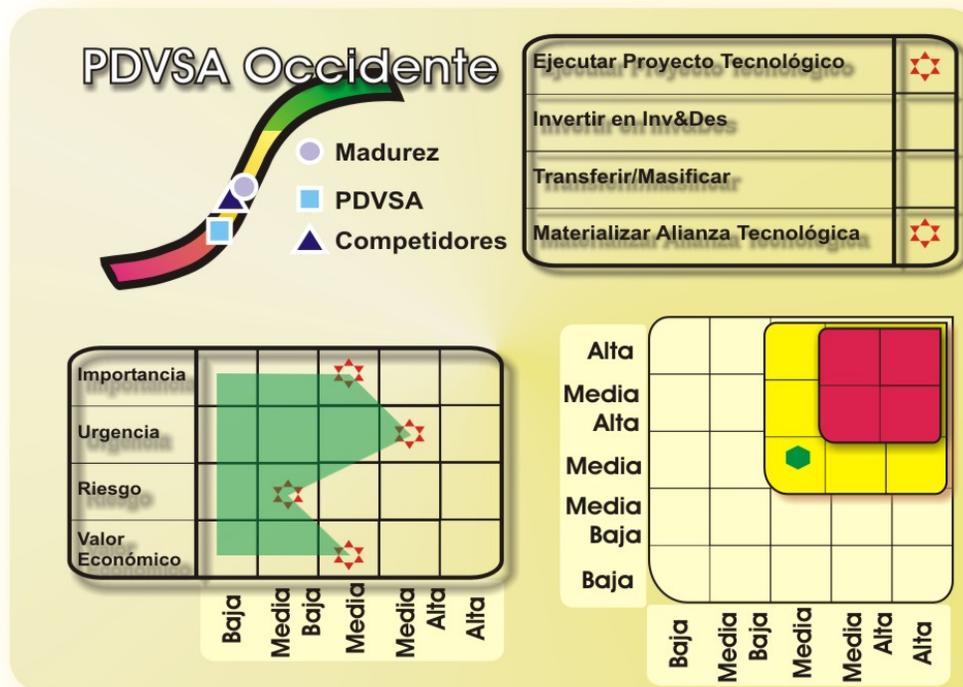


LMDS: Los expertos consideran que la madurez de esta tecnología se encuentra en el primer tercio de la fase comercial, ya que existen muchos otros países que han acumulado experiencia con esta tecnología, los competidores se hallan un poco por debajo de este nivel ya que a pesar de poseer equipos y sistemas de condiciones de prueba, aun no han comenzado actividades comerciales puesto que no se ha realizado la subasta de frecuencias y las correspondientes habilitaciones administrativas. PDVSA aun se encuentra al final del dominio incipiente, y carece de experiencias de campo con este tipo de tecnología punto multipunto.

El escaso dominio que existe en el LMDS motiva al autor para recomendar la ejecución de un proyecto tecnológico que brinde la

oportunidad de evaluar en forma extensiva las propiedades de este sistema. Por otro lado la innovadora característica de esta arquitectura, además de las altas frecuencias de trabajo hace como alternativa más adecuada el materializar una alianza tecnológica con algún proveedor de servicio líder en el área de comunicaciones de ondas métricas o semejantes.

Brechas y Alertas Tecnológicas LMDS

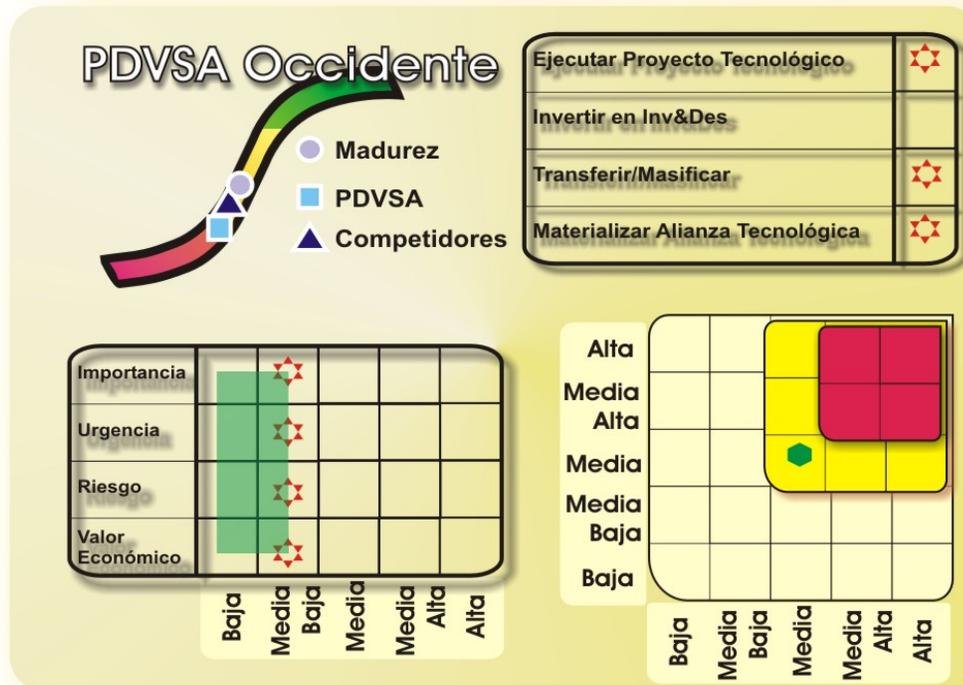


TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS

WAP: Esta tecnología es vista como en mitad de su ciclo comercial, sin embargo su ascenso a lo largo de la curva de evolución tecnológica es sumamente rápido ya que se piensa una vida útil relativamente corta, pero limitada de sus especificaciones. Los competidores se hallan en plena fase comercial en cuanto al nivel de dominio ya que todos ellos poseen servidores y servicios basados en esta tecnología, aunque no se han hecho de uso extensivo por sus usuarios, PDVSA no ha desarrollado físicamente ningún proyecto que incluya esta tecnología dentro de su plataforma de servicio.

La recomendación del autor es realizar una alianza tecnológica con proveedores de servicio de telefonía móvil para ejecutar en forma conjunta un proyecto tecnológico que permita evaluar la posibilidad de usar este protocolo como punto intermedio en la migración hacia la telefonía 3G, y de arrojar resultados positivos masificar de inmediato.

Brechas y Alertas Tecnológicas WAP

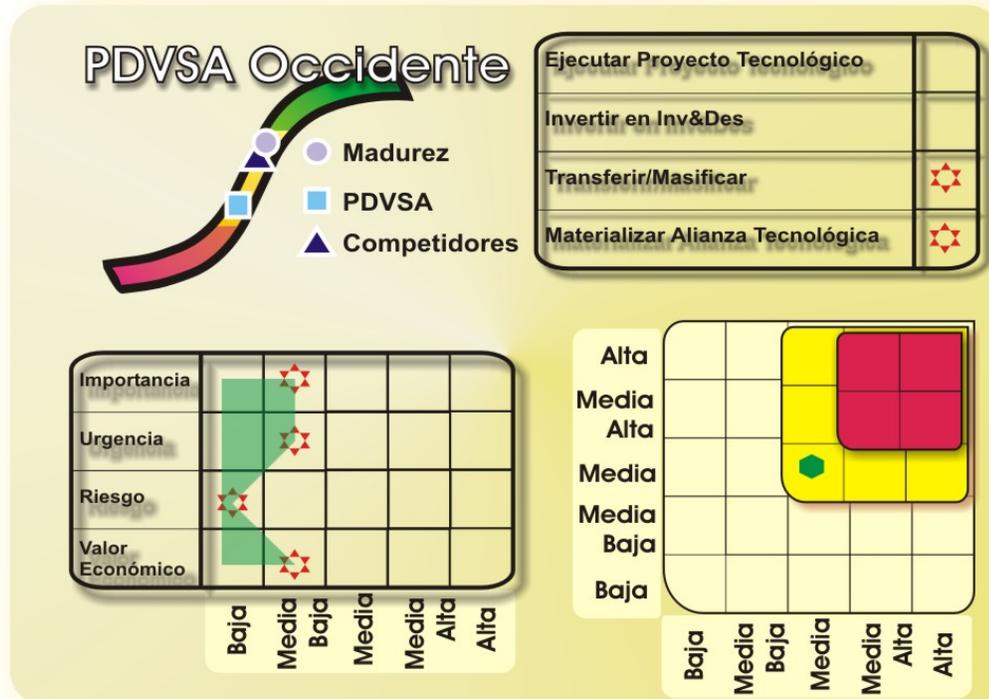


VSAT: Al igual que el enlace microondas los enlaces satelitales muestran una gran madurez que los ubica al final del período comercial, lo que representa una alternativa sólida y confiable, además de una vida útil relativamente prolongada. Los competidores muestran un elevado nivel de dominio en el uso y aplicación de esta tecnología en operaciones petroleras. PDVSA se halla bastante rezagada al carecer de experiencias significativas en el uso de enlaces satelitales como dispositivos del monitoreo de posos.

El rezago de PDVSA con respecto a sus competidores plantea como mejor alternativa la materialización de una alianza tecnológica que permita beneficiarse de las experiencias acumuladas por los competidores, además de hacer posible una segunda etapa de masificación inmediata si las

circunstancias así lo requieren, ya que el despliegue de las anteriores es sumamente rápida y altamente tolerante a las condiciones ambientales adversas.

Brechas y Alertas Tecnológicas VSAT



CONCLUSIONES

Las operaciones de exploración y producción de PDVSA pueden beneficiarse sensiblemente con la inclusión extensiva de tecnologías inalámbricas dentro de su plataforma telemétrica de campo, permitiendo extender el control de variables de fondo de pozo y colocando esta información en forma ubicua para disponibilidad en tiempo real de la misma.

El SATEC indicó como tecnologías más favorables en cuanto a las oportunidades y beneficios, todas las de ultima milla y la tecnología troncal LMDS debido a que no son mutuamente excluyentes.

Las estrategias de gestión tecnológica demuestran ser sumamente eficaces como herramientas de contraste entre desarrollos electrónicos



asociados a disciplinas altamente especializadas de la transmisión y conmutación de paquetes de datos.

El tendido de enlaces de última milla de gran ancho de banda puede ser cubierto satisfactoriamente mediante celdas basadas en tecnología WLL, mejorando las capacidades de muestreo intensivo de variables.

Los enlaces troncales de los niveles jerárquicos medios y altos entre nodos separados a distancias de hasta 3000m son susceptibles de ser soportados por la tecnología LMDS ofreciendo soporte nativo de arquitecturas tipo árbol de uso frecuente en áreas de alta densidad de variables de campo.

El backbone del sistema telemétrico soportado en tecnologías SONET/SDH es completamente compatible con el sistema inalámbrico propuesto, por lo que no se requiere de tandem's o gateway's para la interconexión.

Es posible crear una plataforma ubicua de visualización de datos que permita a los usuarios potenciales el disponer de dispositivos móviles de consulta que ofrezcan capacidades de despliegue gráfico de datos en tiempo real.

La disponibilidad global del sistema se ve mejorada principalmente al enfocar los recursos para implantación de dispositivos redundantes tipo hot swap en los enlaces de tecnología LMDS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfonzo, A. y Estrada, M. (1999). Adopción de Tecnologías de Explotación en PDVSA E&P: Una Estrategia de Aprendizaje Acelerado. Publicación Interna PDVSA E&P.

Alfonzo, A. y Romero, J. (1999). Evaluación de Oportunidades Tecnológicas en PDVSA E&P en el Área de Manejo de Fluidos.

Moody, P. (1991). Toma de Decisiones Gerenciales. Editorial McGraw-Hill Interamericana, S. A. Colombia.

Napolitano, J. (2000). Obtenido en la red mundial. Disponible en: http://www.geocities.com/~en_la_red/fuzzylogics.html.



II Seminario Gerencia de Tecnología. (1994). Transferencia de Tecnología (Entrega de Productos Técnicos). Bucaramanga.

PDVSA. (1997). Centro de Formación de Equipos de Alto Desempeño: Una Experiencia de Aprendizaje Tecnológico.

PDVSA. (1998). Gestión Tecnológica Exploración Progreso.

PDVSA. (1998). SIPEP versión 2.0. Adiestramiento. Puntos Focales.

PDVSA. (1999). Manual de Procedimientos Operacionales "Proceso de Gerencia de Tecnología".

PDVSA, (2001). Jornadas de Nuevas Tecnologías. San Tomé.

Quintas, A., Lefreres, J. y Jones, H. (1997). The Leading Provider of Enterprise Knowledge Management Software.

Rodríguez, P., Greaves, R., Meléndez, H. y Rivero, M. (1998). 1er Encuentro Técnico de PDVSA E y P: Gestión Tecnológica de Producción.

Saputelli, L. y Ungredda, A. (1999). Knowledge Communities Help to Identify Best Operating Practice. Official Publication of the Society of Petroleum Engineers. Journal of Petroleum Technology.

Soto, Arístides (2001). Metodologías para la incorporación de nuevas tecnologías en proyectos de explotación petrolera.