

**IMPLEMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS EN LA UNIDAD DE
CONTROL DE PRODUCCIÓN E INGENIERÍA EN ECO PETROL S.A. COMO
HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE CONOCIMIENTO.**

ING. CARLOS EDUARDO SARMIENTO COLMENARES

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Línea De Investigación Gestión Tecnológica En Producción

BOGOTÁ D.C. MAYO DE 2007

**IMPLEMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS EN LA UNIDAD DE
CONTROL DE PRODUCCIÓN E INGENIERÍA EN ECO PETROL S.A. COMO
HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE CONOCIMIENTO.**

ING. CARLOS EDUARDO SARMIENTO COLMENARES

Asesor:

DR. ALBERTO GARCÍA ARANGO
Profesor Titular de la Universidad de los Andes

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Línea de Investigación Gestión Tecnológica en Producción

BOGOTÁ D.C. MAYO DE 2007

Mis más sinceros agradecimientos a:

ECOPETROL S.A.
Alberto García Arango
Wilson Flórez
Rafael Enóc Ospino
Javier Durán Serrano
Juan Pablo Padilla
Jaim e Antonio Castro

Especialmente a:

Mi esposa Viviana
Mis hijos Juan Pablo y Carlos Mario

CONTENIDO

	Página
LISTA DE TABLAS.....	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE ANEXOS	8
GLOSARIO.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
RESUMEN	12
1. OBJETIVOS.....	14
1.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO.....	14
3. ALCANCE.....	15
4. MARCO TEÓRICO.....	15
4.1. CONOCIMIENTO	15
4.2. GESTIÓN DE CONOCIMIENTO.....	17
4.3. REDES SOCIOTÉCNICAS.....	17
4.4. APRENDIZAJE Y OBSTACULOS DEL APRENDIZAJE.....	18
4.4.1. Obstáculo Restringido por el rol.	19
4.4.2. Obstáculo Restringido por la audiencia.....	19
4.4.3. Obstáculo Restringido supersticioso o por el modelo.	19
4.4.4. Obstáculo Restringido ambiguo o por información.	19
4.4.5. Obstáculo Restringido superficial.	19
4.4.6. Obstáculo Restringido Fragmentado.	19
4.4.7. Obstáculo Restringido Oportunista o por la organización.	20
5. METODOLOGÍA	21
6. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	23
6.1. SOBRE ECOPETROL S.A.	23
6.1.1. Generalidades de la Unidad de Control de Producción e Ingeniería.	24
6.2. ENTREVISTAS AL PERSONAL.	27
6.2.1. Análisis de Causa Raíz (ACR)	28
6.3. IDENTIFICACIÓN DE LA RED DE CONOCIMIENTO	29
6.3.1. Descripción de las Herramientas Disponibles.....	31
6.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS OBSTACULOS DE APRENDIZAJE Y SOLUCIONES	33
6.5. SOBRE EL ICP Y LA POLÍTICA DE GESTION DE TECNOLOGÍA Y CONOCIMIENTO DE ECOPETROL.....	34
6.5.1. Política Gestión de Tecnología y Conocimiento.....	35

6.5.2.	Lecciones Aprendidas (LA)	37
6.5.2.1.	Uso de las Lecciones Aprendidas.....	38
6.5.2.2.	Generación y Registro de una Lección.....	38
6.5.3.	Guía de Implementación de un Ciclo de Aprendizaje Sistemático en Prácticas Claves en Ecopetrol S.A.	38
6.6.	PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS EN LA UNIDAD DE CONTROL DE PRODUCCIÓN.....	40
6.6.1.	Caracterización de la Práctica.	41
6.6.2.	Definición del Contexto de la Generación de LA.	41
6.6.3.	Método a Seguir en las Sesiones.	41
6.6.4.	Seguimiento de LA y Ajuste de la Práctica.....	42
6.6.5.	Líder para la Implementación del Ciclo de Aprendizaje.....	42
6.6.6.	Poner en Común el Ciclo de Aprendizaje Sistemático a Implementar... 42	
6.7.	RESULTADOS	42
6.7.1.	Análisis de la Red Social.....	42
6.7.2.	Generación de Lecciones Aprendidas.	44
7.	BENEFICIOS ESPERADOS	44
8.	CONCLUSIONES.....	45
9.	RECOMENDACIONES	46
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	47
	ANEXOS.....	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Construcción de la red(fuente: elaboración propia).

Tabla 2: Tabulación obstáculos.(fuente: elaboración propia).

Tabla 3: Métricas de las redes sociotécnicas.(fuente: UCINET).

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Diagrama de la metodología de trabajo.(fuente: elaboración propia).
- Figura 2:** Red Control de Producción e Ingeniería.(fuente: UCINET).
- Figura 3:** Red ordenada.(fuente: UCINET).
- Figura 4:** Red sin Herramientas.(fuente: UCINET).
- Figura 5:** Red sin unidades de soporte.(fuente: UCINET).
- Figura 6:** Evolución del Portal de Lecciones Aprendidas en la Intranet de ECOPETROL S.A. (fuente: Portal de lecciones aprendidas, antena.icp).
- Figura 7:** Ciclo P.H.V.A. (fuente: Pérez C. M.).
- Figura 8:** Guía de implementación (fuente: elaboración propia.).
- Figura 9:** Red con Lecciones Aprendidas.(fuente: UCINET).

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Entrevista Redes Sociotécnicas. (fuente: elaboración propia).

Anexo 2: Entrevista Obstáculos de Aprendizaje. (fuente: elaboración propia).

Anexo 3: Lineamientos Para la Generación, Registro, Divulgación y uso de Lecciones Aprendidas en Actividades y Proyectos.

Anexo 4: Guía de Implementación de un Ciclo de Aprendizaje Sistemático en Prácticas Claves en ECOPETROL S.A.

Anexo 5: Elaboración de Lecciones Aprendidas, ejercicio en campo.

GLOSARIO

Aceite: Para este documento, lo relacionamos con Crudo ó Petróleo

Asegurar Conocimiento: Buscar que lo que hoy se hace, mañana pueda reproducirse, mejorarse o adaptarse en otros contextos, sin partir nuevamente de cero.

Bapd: Barriles de aceite por día.

BDP: Base de Datos Petrolera.

Bombeo Mecánico: Método de producción artificial de crudo, debido a que la presión en el yacimiento no es suficiente para hacer llegar de forma natural el crudo a superficie.

BSW: Medida de la fracción de sólidos y agua en el petróleo.

Bwpd: Barriles de agua por día.

Dinagrama: Registro que mide la carga que soporta la barra lisa para analizar el funcionamiento de la bomba de subsuelo.

GRM: Gerencia Regional Magdalena Medio.

HSEQ: Health-Safety-Environment-Quality.

ICP: Instituto Colombiano del Petróleo.

Inyectividad: Índice o medida de la inyección de fluido al yacimiento.

Lección Aprendida: Buena práctica o enfoque innovador capturado y compartido para promover su réplica. También puede ser una práctica adversa capturada y compartida para evitar su repetición.

Pozo Productor: Pozo utilizado para producir petróleo, agua y gas.

Pozo Inyector: Pozo utilizado para inyectar fluido (agua o gas) para ayudar a producir petróleo.

Producción Diferida: Producción de petróleo dejada de obtener por la parada de pozos.

Reacondicionamiento: Similar a Workover

Sonolog: Registro acústico para medir el nivel de fluido dentro del pozo.

Variileo: Actividad de mantenimiento del equipo instalado dentro del pozo.

Workover: Actividad de mantenimiento del equipo instalado dentro del pozo.

INTRODUCCIÓN

ECOPETROL S.A. está en un proceso de cambio, reorganización y ajuste de sus actividades, objetivos y alcance, adaptando su estructura y funciones según los estándares del mundo actual, por ejemplo Sistemas de Gestión integral, Certificados de Calidad a nivel nacional y mundial, todo bajo el esquema de competitividad. Estos cambios se deben dar a todo nivel dentro de la empresa, especialmente en las áreas operativas, donde se encuentra “LA PRODUCCIÓN DE CRUDO”.

Las áreas operativas, conformadas por las Superintendencias de Operaciones dentro de la Vicepresidencia de Producción de ECOPETROL S.A. tienen una organización administrativa conformada por dos Departamentos, el de Producción y el de Mantenimiento, a su vez cuenta con organismos de soporte en Contratación y HSEQ, suministrados por el corporativo ubicado en Bogotá.

El Departamento de Producción es el responsable de la producción de crudo (petróleo) y gas, está encargado de la operación de las estaciones de recolección y tratamiento, hace la planeación y ejecución de trabajos de mantenimiento de subsuelo (trabajos de varilleo, workover o reacondicionamiento), el tratamiento de aguas industriales, entre otras.

El *personal* que está dentro de estas actividades, genera información, conocimiento y experiencia, que a largo plazo constituye una ventaja competitiva para la organización (Johnson & Scholes 2001) y las *herramientas* ya sean tecnológicas o no, constituyen los fundamentos para el óptimo desarrollo de las actividades propias y adicionales de todas las áreas de la empresa, como la Unidad de Control de producción e Ingeniería dentro del Departamento de Producción en la operación de un campo petrolero.

RESUMEN

Actualmente la información, la experiencia y el conocimiento que se genera en una organización, tienen un valor incalculable y se convierte en una ventaja competitiva en la operación de un campo petrolero. El problema de pérdida de conocimiento por la rotación del personal, ya sea por traslado, jubilación o mejores ofertas de trabajo, se presenta en la empresa a todo nivel, ECOPETROL S.A. ha definido una política de Gestión de Tecnología y Conocimiento que pretende entre varios objetivos, minimizar este problema, que condena de alguna forma al personal nuevo a repetir los errores del pasado, afecta la toma de decisiones, el desempeño individual y la mejora de los procesos como el programa de reducción de fallas en pozos con bombeo mecánico y que se refleja de una u otra forma en una pérdida de esa ventaja competitiva frente a otras compañías petroleras.

Con este trabajo de investigación, se quiere implementar las Lecciones Aprendidas como herramienta para la gestión de conocimiento que se genera en los análisis de pozos en la Unidad de Control de Producción e Ingeniería; de acuerdo con los lineamientos generales de la política y del programa de gestión de conocimiento de ECOPETROL S.A. Con la implementación de lecciones aprendidas, se logra minimizar la pérdida de conocimiento por la rotación de personal en la Unidad de Control e Ingeniería. El personal con menos experiencia puede contar con una herramienta muy poderosa para el desarrollo del conocimiento, rapidez de razonamiento en el análisis de los pozos, mejorar la toma de decisiones, el desempeño individual, reducción en los tiempos de respuesta en los análisis de los pozos, encontrando soluciones adecuadas a cada caso particular.

Para medir el impacto de las lecciones aprendidas en la mejora de los procesos en la unidad de control e ingeniería, se validaron los resultados en un pozo que pertenece al grupo de pozos que presentan alta frecuencia de fallas por año (artículos de la *Society Petroleum Engineers*, definen como frecuencia normal 1.04 fallas por año por pozo) este pozo presentaba 6 fallas y al momento de hacer la evaluación llevaba 3 meses trabajando en forma continua, lo que se traduce en una frecuencia esperada de 4 fallas por año, la reducción de dos fallas corresponde aproximadamente a un ahorro esperado de U\$ 16.000 al año.

Otro beneficio obtenido, es que en los talleres para generar las lecciones aprendidas, se afianza el trabajo en grupo y se promueve la cultura de compartir y usar el conocimiento derivado de la experiencia para que “se repita lo bueno y no vuelva a ocurrir lo indeseable”. Las Lecciones Aprendidas sirven para mejorar la toma de decisiones, la operación de los procesos, el desempeño individual y el de los equipos de trabajo. Si las lecciones no se usan (o aplican), la empresa no aprende como organización.

Dentro del análisis de la Unidad de Control de Producción e Ingeniería, se pudo establecer la relación de cada uno de los actores, el flujo de información y conocimiento, en el desarrollo del análisis de los pozos productores e inyectores en la Unidad de Control e Ingeniería, en un campo petrolero, se verificó también, que aunque

la red es sólida en la transmisión de datos e información para el cumplimiento de las funciones y actividades, el flujo de conocimiento entre los integrantes de la Unidad de Control e Ingeniería era débil, de ahí que la implementación de las Lecciones Aprendidas es la forma de permitir esa transmisión y minimizar la pérdida de conocimiento y mejorar la capacitación de los ingenieros.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar una metodología para el aseguramiento del conocimiento en el desarrollo de las actividades de análisis de pozos productores e inyectores en la Unidad de Control de Producción e Ingeniería en la operación de un campo petrolero, en las Superintendencias de Operaciones De Mares y La Cira – Infantas en ECOPETROL S.A.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar y analizar las teorías y trabajos existentes sobre conocimiento organizacional.

Analizar y evaluar modelos, herramientas y criterios de gestión de conocimiento, disponibles en la empresa.

Definir estrategias de gestión de conocimiento que permitan mejorar y facilitar el desempeño del personal de la unidad e Control de Producción e Ingeniería.

2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO

El enfoque actual, de la economía no centra su atención en los llamados “activos tangibles” (edificios, laboratorios, máquinas, etc.) sino en los “activos intangibles” (manejo de la información, conocimiento y experiencia de las personas vinculadas a las organizaciones, procesos claves, conocimiento acerca de los clientes y de las características del mercado y de los proveedores, entre otros.) lo cual ha convertido al conocimiento en el más importante recurso y factor de producción (Drucker 1997).

El problema de pérdida de conocimiento por la rotación del personal, ya sea por traslado, jubilación o mejores ofertas de trabajo, se presenta en la empresa a todo nivel, ECOPETROL S.A. ha definido una política de Gestión de Tecnología y Conocimiento que pretende entre varios objetivos, minimizar este problema, que condena de alguna forma al personal nuevo a repetir los errores del pasado, afecta la toma de decisiones, el desempeño individual y la mejora de los procesos como el programa de reducción de fallas en pozos con bombeo mecánico y que se refleja de una u otra forma en una pérdida de ventaja competitiva frente a otras compañías petroleras.

En todo momento la Unidad de Control, tiene una relación muy estrecha con la información y las actividades de la producción de crudo (Extracción, Recolección, Tratamiento y Optimización). Por esta razón, se ha convertido en “un actor principal” en cuanto a la recopilación, actualización, manejo y suministro de información a todos

los niveles de la organización, desde el personal de Campo hasta la Presidencia de la Empresa, además están estrechamente relacionados con los Índices de Gestión.

Garantizar que la información, la experiencia y el conocimiento que se genera en la operación de un Campo Petrolero a nivel de la Unidad de Control de Producción no se pierdan, por la alta rotación de personal, y sea de fácil acceso, es indispensable, ya que permitiría que el trabajo fluya fácilmente, que exista menos desgaste del personal, un mejor aprovechamiento de las herramientas disponibles y claro fortalecer el conocimiento en una actividad catalogada como estratégica dentro de la empresa.

3. ALCANCE

Con este trabajo de investigación se busca proponer e implementar una metodología para la generación de LA. mediante el análisis de las condiciones que facilitan el flujo de conocimiento y el aprendizaje en la Unidad de Control de Producción e Ingeniería, que esté de acuerdo con los lineamientos de la política de gestión de conocimiento y tecnología de ECOPETROL S.A.

El diagnóstico se hará buscando los puntos claves de la gestión de conocimiento que son tenidos en cuenta y los que no. De esta forma se pretende dar recomendaciones que repercutan en la organización y generen impacto.

La metodología para la gestión de conocimiento tendrá como base el estudio mencionado y buscará la forma de definir con que herramientas de gestión cuentan, cómo las utilizan y que se debe mejorar o implementar, para mejorar la gestión del conocimiento en esta unidad.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. CONOCIMIENTO

En el concepto de conocimiento, se encuentran dos clases, el conocimiento explícito y el conocimiento tácito. El conocimiento explícito es el más fácil de transmitir y expresar o codificar y se puede compartir a través de diferentes métodos. De otro lado, el conocimiento tácito, es sumamente personalizado y su transmisión y documentación o codificación es muy compleja.

Teniendo en cuenta que existen dos clases de conocimiento, tácito y explícito, Nonaka 1995 menciona cuatro formas básicas en que se puede crear o transformar el conocimiento en una empresa, las cuales funcionan en una iteración dinámica “Espiral de Conocimiento”

De tácito a tácito: (Socialización), cuando una persona comparte su conocimiento tácito con otra persona, mediante la observación, imitación y la práctica, es decir existe asimilación del conocimiento y llegan a formar parte de su propia base de conocimiento.

De explícito a explícito: (Combinación), donde se comparte información explícita, es decir codificada, fácil de transmitir y transformar.

De tácito a explícito: (Externalización), cuando el conocimiento interior, es decir lo que se tiene por experiencia, aprendizaje, intuición, etc., se logra transmitir o compartir convirtiéndolo en explícito.

De explícito a tácito: (Internalización), en la medida que el conocimiento explícito se extiende por la empresa, otros lo interiorizan y lo utilizan para ampliar o extender su base de conocimiento tácito.

El conocimiento común es el conocimiento que los empleados adquieren haciendo las tareas de la organización (Know How) es el que puede dar ventaja competitiva, para Dixon N. 2000, existen 5 categorías de transferencia de conocimiento en la organización:

- *Serial:* Aplica a un equipo que hace una tarea y el mismo equipo repite la tarea en un nuevo contexto (Conocimiento colectivo).
- *Cercana:* Transferencia de un equipo fuente a uno receptor que hace una tarea rutinaria similar en un contexto similar pero en otro lugar. (compartir mejores prácticas).
- *Lejana:* Transferencia de conocimiento de un equipo fuente a uno receptor cuando el conocimiento corresponde a tareas no rutinarias o críticas.
- *Estratégica:* Transferencia de conocimiento muy complejo de un equipo a otro, separados en espacio y tiempo. Crea impacto en muchas áreas.
- *De experto:* Transferencia de conocimiento acerca de una tarea que no es frecuente.

Un ejemplo de transferencia de conocimiento tipo *serial* son las **lecciones aprendidas** (LA), su objetivo es promover que se comparta y use el conocimiento derivado de la experiencia para que “se repita lo bueno y no vuelva a ocurrir lo indeseable”. Las condiciones y lineamientos de este tipo de transferencia de conocimiento son:

- El equipo que genera el conocimiento (lección aprendida), debe ser el mismo quien actúa sobre él para mejorar la tarea.
- Los miembros deben formar un verdadero equipo para cumplir un objetivo global común.

- Cuando la efectividad de cada miembro depende de la efectividad de los otros miembros, entonces la transferencia serial puede trabajar para incrementar la productividad del equipo.
- Reuniones efectivas: deben tener puntualidad, brevedad, participación.
- Debe existir un líder o facilitador. (Dixon N. 2000)

4.2. GESTIÓN DE CONOCIMIENTO

Según Nonaka 1995, la gestión de conocimiento es la capacidad de la empresa para crear conocimiento nuevo, diseminarlo en la organización e incorporarlo en productos, servicios y sistemas. Pero existen otras definiciones como O'Dell que considera la la gestión de conocimiento como la estrategia de conseguir el conocimiento correcto para la gente adecuada en el momento oportuno, y convertir la información en acción de manera que lleve a mejorar una tarea o acción, (Barón, 2003).

De lo anterior se desprende, que gestión de conocimiento no tiene definición única, pero en general se refiere a la administración del conocimiento como una forma de agregar valor a la empresa y al mismo tiempo, una herramienta estratégica que proporciona ventaja competitiva. En otras palabras, el capital intelectual llamado también *recursos intangibles*, manejados de forma adecuada, generan valor y permiten a la empresa ser más competitiva en el entorno.

4.3. REDES SOCIO TÉCNICAS

Las redes sociotécnicas pueden ser de varios tipos, podemos encontrar de tipo tecnológico, informacional o de conocimiento. Una buena estructura en este tipo de redes es indispensable para que los trabajadores conozcan el trabajo de sus compañeros y que la información que se comparte sea útil, para llegar a entender las habilidades y conocimientos de una persona determinada (Cross, R., Bogartti, S.P. & Parquer, A. 2002).

La modalidad de hacer encuestas, es uno de los medios más prácticos para determinar la estructura de las redes sociotécnicas dentro de una organización. Para realizarlas, es necesario, como primer paso, identificar la red informal en la cual la buena comunicación y relación entre sus integrantes, tenga un impacto favorable para la estrategia y las operaciones de la organización. El esquema, llamado sociograma, se realiza con la información de las encuestas, donde se podrá mostrar con claridad las relaciones entre los empleados en ese momento. (Cross, R., Bogartti, S.P. & Parquer, A. 2002).

El análisis de redes sociotécnicas es de gran utilidad pues permite evaluar la forma en la que se integra la experiencia de un equipo, la forma en que se accede a la experiencia de otros dentro y fuera de la organización (Cross, R., Prusak, L & Parker, A. 2002).

Existen algunas medidas sobre las redes, cuyo análisis permite conocer algunas propiedades que describen cualidades o características de la red y permite hacer inferencias sobre la manera en que se integran las personas y objetos intermedios para facilitar el flujo de información y conocimiento.

La CONECTIVIDAD de una red describe la forma en que la información originada en un evento pueda llegar a otro (Faust & Wasserman 1999). Para medir esta conectividad, se utilizan las medidas asociadas al grado de la red (Hanneman 2001).

Grado promedio: Ilustra la distribución del grado o de los enlaces entre actores. *Centralidad:* Compara la variabilidad del grado de los actores como un porcentaje relativo a una red modelo perfecta. *Heterogeneidad:* Muestra de forma comparativa, las posibilidades de acceso a la información y la toma de decisiones: Poder. *Rango:* Muestra en la red, quien tiene el mayor y menor número de conexiones o lazos.

Las medidas de ALCANCE y DISTANCIA promedio, miden la posibilidad de acceder a otros nodos y la cercanía que existe entre ellos (Faust & Wasserman, 1999)

La capacidad de MEDIAR entre actores y de establecer un quiebre entre ellos, también es otra manera de acceder al poder y a la información (Hanneman, 2001)

La DENSIDAD mide la proporción de lazos posibles en la red. Es una medida del número de eventos promedio a los cuales cada par de actores pertenece (Faust & Wasserman, 1999).

4.4. APRENDIZAJE Y OBSTACULOS DEL APRENDIZAJE

Para Reyes y Sarama, 1998, aprender es el proceso mediante el cual se entran las distinciones a nuestras acciones, y que el proceso de aprender se relaciona con dos factores: *conocer* que se define como un juicio hecho por un observador en un dominio de acción, con un determinado criterio. Y *entranar* que para los autores significa que la persona asocia la nueva distinción a una experiencia propia y realiza luego la acción en forma natural sin estar conciente de ello, es decir en forma transparente.

Argyris y Shon afirman que solo se da un aprendizaje cuando hay un cambio en el comportamiento y éste puede ser repetido (Kim, 1993).

Para Espejo et al, 1996, El aprendizaje se manifiesta por la acción exitosa en una situación, más que por acumular información sobre ellas.

Kim 1993, concluye que el aprendizaje individual está ligado al organizacional, es decir una organización solo puede aprender a través de sus miembros pero no depende de un miembro específico. Menciona también que los modelos mentales de cada individuo, contribuyen a formar los modelos mentales compartidos de la organización y al aprendizaje. En su modelo de aprendizaje llamado OADI-SMM, menciona siete obstáculos que no permiten que los ciclos de aprendizaje a nivel individual u organizacional se cierren.

Los autores March y Olsen identificaron cuatro obstáculos y el autor Daniel Kim tres más que impiden el aprendizaje organizacional.

4.4.1. Obstáculo Restringido por el rol.

Se lleva a cabo el aprendizaje conceptual pero no se convierte en operacional. Los individuos no toman acciones debido al rol que desempeñan, aunque tienen el concepto de forma abstracta de cómo hacerlo. El individuo está en capacidad de hacerlo pero en la práctica es ineficiente. Puede existir baja motivación por sobrecarga de trabajo o intereses opuestos. (Espejo et al, 1996).

4.4.2. Obstáculo Restringido por la audiencia.

Se lleva a cabo el aprendizaje individual y hay un cambio individual, pero la organización no cambia sus comportamientos y no emprende ninguna acción. No hay buena recepción entre el individuo y los demás miembros de la organización, existen brechas en la comunicación. (Espejo et al, 1996).

4.4.3. Obstáculo Restringido supersticioso o por el modelo.

No existe una conexión clara entre las acciones individuales u organizacionales y la respuesta del entorno. Se da un aprendizaje operacional pero se inhibe el aprendizaje conceptual, hay ausencia de teorías. Se cree que haciendo las cosas como siempre se están haciendo bien sin saber por qué. (Espejo et al, 1996).

4.4.4. Obstáculo Restringido ambiguo o por información.

Existe un aprendizaje operacional pero no hay aprendizaje conceptual. Se genera cuando hay fallas en la medición y control de los resultados de las acciones, porque no son cuantificados o medidos. Existe una mezcla de información y supuestos o no hay información. (Espejo et al, 1996).

4.4.5. Obstáculo Restringido superficial.

El individuo resuelve un problema pero se le olvida o no sabe como codificar el aprendizaje para aplicarlo posteriormente, no solo el individuo no aprende, la organización tampoco aprende. (Kim, 1993).

4.4.6. Obstáculo Restringido Fragmentado.

Se presenta cuando los individuos aprenden y cambian sus modelos mentales individuales, pero los modelos mentales de la organización no cambian, es decir no se convierten en parte de la organización. Ocurre en organizaciones donde el conocimiento no es distribuido libremente y se usa para asegurar relaciones de poder o influencia. También porque los demás individuos no están dispuestos o no son capaces de adaptar sus propios modelos mentales. (Kim, 1993).

4.4.7. Obstáculo Restringido Oportunista o por la organización.

Ocurre cuando las organizaciones son basadas en acciones individuales o de un equipo en particular y no de los modelos mentales de la organización. (Kim, 1993). Ocurre cuando la organización nombra un equipo para trabajar en un proyecto, pero el equipo de trabajo cuenta con unos modelos compartidos que no concuerdan con los de la organización. (Espejo et al, 1996).

Los autores Espejo et al. han propuesto tres pasos para minimizar los obstáculos definidos:

- Reducir los patrones defensivos: Se refiere a que las virtudes sociales como la honestidad, el respeto entre otros, en muchos casos lleva a que las personas se comporten de una forma tal que no molesten a los demás, cerrando la comunicación y tratando de intervenir lo menos posible en las acciones de otras personas, esto lleva a patrones defensivos en la organización que son pasados por alto. Se propone entonces que la interpretación de estas virtudes sociales cambien a un estado en donde las personas se respetan mutuamente pero existe un ambiente en el que están dispuestos y abiertos a retar y cuestionar estas virtudes sociales sin inhibiciones. Argyris 1990.

Espejo et al. reconoce que rediseñando las interacciones con el entorno mediante productos nuevos o mercados nuevos, ensayando nuevas actividades individuales u organizacionales, procesando nueva información o haciendo rotación de trabajos, se pueden reducir estos patrones defensivos.

- Desarrollar disciplinas para una organización: Los autores anteriores enumeran 5 disciplinas de Senge 1992, que si se llevan a cabo representan un factor de éxito para la construcción de una organización que aprende y se logra pasar de un proceso de aprendizaje individual a uno organizacional.
 - Maestría personal: Consiste en reconocer las capacidades propias pero también la de los demás, ayuda a establecer una visión personal y de la organización.
 - Modelos mentales: Son imágenes de cómo se entiende y como se actúa en el mundo, se deben compartir, es decir se dar una comunicación para crear nuevos modelos.
 - Construcción de una visión compartida: Es necesario que los individuos de una organización, descubran que pueden construir una visión compartida y no que les sea impuesta sino porque así lo desean.
 - Aprendizaje en equipo: El aprendizaje comienza con el diálogo y supone la eliminación de supuestos para entrar en un proceso de pensamiento conjunto.
 - Pensamiento sistémico: El fundamento teórico de esta disciplina es que las personas y las organizaciones deben ser vistas como sistemas, que se deben analizar como un todo, esta disciplina reúne a las demás u y requiere de las demás.

- Estructuras efectivas para resolver problemas: Espejo et al. incorpora esta disciplina y se refiere a los roles y recursos que constituyen las relaciones en una organización que son efectivas ante los retos.
- Usar la intuición y las capacidades a través de los dos pasos anteriores para superar obstáculos específicos de aprendizaje.

En conclusión, se deben reducir los patrones defensivos y seguir las seis disciplinas e ir al tercer y último paso, es importante recalcar que este proceso es un ciclo que debe tener retroalimentación.

5. METODOLOGÍA

Para la selección de la metodología, se revisaron algunos modelos de investigación, muchos basados en el método científico que es el procedimiento para obtener conocimiento. Se analizaron la Metodología de la Investigación Social de la Confederación Nacional de Escuelas Particulares CNEP de México (Zamarripa, M, 2003) y el Estudio de Casos (Yin, 2002).

La Metodología de la Investigación Social, se basa en el documento de Tabaré Fernández y Pedro Ravela (1998), sobre aspectos prácticos de la investigación para educadores, es especialmente útil para realizar el análisis de problemas. La metodología se basa en el “control empírico” de los argumentos teóricos y la validez del diseño de investigación como la confiabilidad de los datos y los registros recolectados, esto quiere decir que se puede verificar la validez de los datos y someter a crítica los análisis e interpretaciones realizadas. Tiene cinco etapas sucesivas:

- Construcción del problema.
- Diseño metodológico.
- Trabajo de campo: recolección, registro y almacenamiento de datos.
- Organización, análisis e interpretación de la información.
- Comunicación de hallazgos.

El Estudio de Casos, es una investigación empírica que estudia el fenómeno que ocurre y es relevante en la actualidad, dentro de un contexto real en el que los límites entre el fenómeno y el contexto no son claros. Como estrategia de investigación, es un método integrado que cubre desde el diseño, la recolección de datos y el análisis de una investigación, logrando así que sea una actividad de comprensión. (Yin, 2002).

Para el desarrollo de la investigación de este proyecto, se realizó una adaptación de la combinación de los dos métodos descritos anteriormente, a continuación se describen los pasos o etapas que se definieron, ver figura 1:

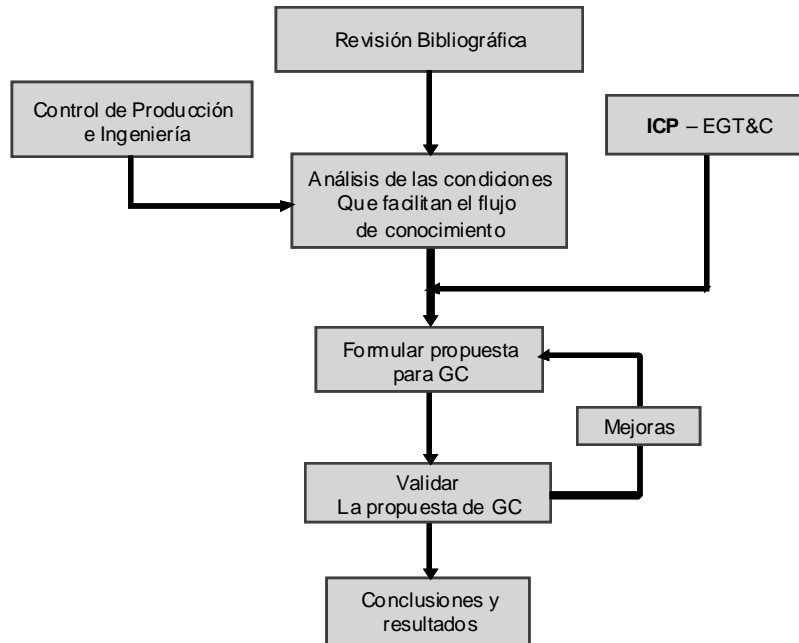


Figura 1: Diagrama de la metodología de trabajo.(fuente: elaboración propia).

1. El proceso primero debe comprender la misión, visión y naturaleza de la empresa, también los objetivos y funciones de la Unidad de Control de Producción e Ingeniería en la operación de un campo petrolero.

2. El siguiente paso es el levantamiento de la información sobre el modo de operación de esta unidad, para determinar sus canales, detonadores y fuentes de conocimiento, determinar además los obstáculos que se puedan presentar en el aprendizaje.

El levantamiento de información se hará con el personal profesional que pertenece a la Unidad de Control de Producción e Ingeniería del Departamento de Producción de los Campos petroleros ubicados en la cuenca del Magdalena Medio en el Departamento de Santander. Se hará por medio de entrevistas, que cumplirán con lo que indica el método científico: planeación, ejecución, control y cierre [1].

3. se hará un inventario de las herramientas tecnológicas con que cuenta la Unidad de estudio, estas herramientas, son todos los software y hardware útiles o que agregan valor a la empresa con su utilización.

4. Se solicitará información al Equipo Empresarial de Gestión de Tecnología y Conocimiento de ECOPETROL S.A. (EEGTC), liderado por la Ing. Sonia Helena Castro en el ICP, sobre la política, procesos, programa y herramientas con que cuenta la empresa para la gestión del conocimiento.

Con este diagnóstico, se busca identificar: Procesos, actividades o áreas que permiten la creación del conocimiento, con esto se determinan las fuentes de conocimiento y su

ubicación y establecer las herramientas tecnológicas con las que se cuenta para la buena difusión del conocimiento.

Se identificarán los obstáculos que se pueden presentar en el proceso de aprendizaje de la propuesta para la implementación de LA en la unidad de Control e Ingeniería, y se propondrán soluciones.

5. Con lo anterior, se hará la implementación de lecciones aprendidas para la gestión del conocimiento en la Unidad de Control e Ingeniería, en las actividades de mantenimiento, optimización y diseño en los pozos de un campo petrolero, de acuerdo con los lineamientos generales de la política y del programa de gestión de conocimiento de ECOPETROL S.A., con su respectiva aplicación y resultados.

6. Conclusiones y Recomendaciones.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1. SOBRE ECO PETROL S.A.

ECOPETROL S.A. es una sociedad pública por acciones, del estado colombiano, dedicada exclusivamente a buscar, producir, transportar, almacenar, refinar y comercializar hidrocarburos. Es una empresa financieramente sólida, con utilidades promedio en los últimos 5 años superiores a 1.2 billones de pesos. Sus exportaciones en el mismo periodo ascendieron a 1.981 millones de dólares. (Castro 2005)

Su Misión es “Maximizar el valor de los accionistas en forma sostenible mediante la gestión eficiente, rentable y segura de la cadena productiva del petróleo, gas, sus derivados y combustibles alternativos, en Colombia y Latinoamérica, asegurando una propuesta competitiva al cliente y a sus socios, brindando oportunidades atractivas de desarrollo a su personal, y actuando con responsabilidad social y ambiental”.

En su Visión “ECOPETROL S.A. será reconocida como empresa líder en Colombia y Latinoamérica, en el negocio integrado del petróleo, gas, sus derivados y combustibles alternativos, apoyada principalmente en la capacidad y compromiso de su equipo humano”.

Todas las áreas de negocio y las actividades de soporte e investigación permiten a ECOPETROL S.A. lograr sus objetivos. El área de Exploración es el primer eslabón de la cadena, encontrar petróleo, además de ser una mezcla de sueños, conocimiento y mucha imaginación, exige preparación para manejar riesgo e incertidumbre. Las modalidades de exploración son: en forma directa, con participación de riesgos, en donde participa con terceros y la última en forma asociada con contratos firmados antes de la escisión hecha mediante el decreto 1760 de 2003.

Sacar el petróleo es una aventura que se desarrolla en medio de zonas selváticas, desérticas, húmedas y lluviosas, bajo diferentes condiciones geográficas en las que se

atraviesan montañas, ríos, mares, grandes ciudades y pequeños pueblos. Para tomar esta decisión, se debe tener en cuenta la estrategia más rentable, en la que se evalúan volúmenes de producción, número de pozos, facilidades de superficie, etc. Una vez descubierto un campo, en su etapa de producción es indispensable crear la infraestructura de transporte adecuada para evacuar el crudo y, hacer la entrega final para refinación o exportación.

Los componentes que aseguran la continuidad de la operación y la viabilidad de la gestión en todas sus actividades son los que constituyen la función de las áreas de soporte. En la última década, el negocio del petróleo en el mundo ha marcado una tendencia que privilegia, como ventaja competitiva, el buen desempeño de estas áreas en factores como la responsabilidad social con los trabajadores, las comunidades del entorno y el medio ambiente, así como la optimización de los recursos económicos, tecnológicos y administrativos. En ECOPEPETROL S.A. estas áreas intervienen a lo largo de toda la cadena productiva desde un nivel estratégico ubicado en Bogotá y otro nivel operativo y de apoyo con presencia en los centros de operación distribuidos en el territorio nacional.

ECOPEPETROL S.A. cuenta también con el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), que hacen parte del reducido porcentaje de científicos e investigadores que posee Colombia, que apenas alcanza el 1% de la participación a nivel de Latinoamérica, que a su vez ostenta el 1% en el entorno internacional. Sin embargo, el instituto se constituye en uno de los centros de investigación más importantes del país y entre los mejores de América Latina.

6.1.1. Generalidades de la Unidad de Control de Producción e Ingeniería.

En la operación de un Campo Petrolero, se necesita un equipo de personas con capacidades de trabajo extraordinarias, estas capacidades van desde el conocimiento técnico hasta el respeto por la naturaleza, el medio ambiente y sobre todo con una actitud positiva por la seguridad.

Dentro de este equipo está la Unidad de Control de Producción e Ingeniería, conformado por profesionales en Ingeniería de Petróleos. Están encargados principalmente de mantener trabajando los pozos del campo, ya sean pozos productores de crudo o gas o inyectores de agua o gas.

A continuación se numeran los objetivos y algunas funciones generales de esta unidad.

Objetivos.

- Analizar, plantear y desarrollar estrategias operativas con el fin de establecer las recomendaciones que nos permitan obtener un mejor beneficio de la infraestructura existente encaminados al sostenimiento de los niveles de producción.

- Evaluación y aplicación de nuevas alternativas tecnológicas ajustadas a las condiciones de operación de los campos de la Superintendencia De Mares encaminadas a mejorar la rentabilidad de nuestros campos.
- Generar información para realizar seguimiento, análisis y control a los procesos y certificar la calidad de los mismos

Funciones.

- Estudiar y controlar el comportamiento individual de los pozos productores mediante el análisis de la información suministrada, buscando darle solución a los problemas de producción; diseñando y optimizando los equipos de subsuelo y superficie o trabajando en conjunto con otras dependencias en la búsqueda de alternativas para mejorar la productividad de los pozos.
- Estudiar la factibilidad técnico-económica de ajustar los pozos a las nuevas condiciones de producción adecuando el equipo de extracción que se requiera y/o evaluando en conjunto con la división de Yacimientos y otras dependencias internas y externas para definir estrategias con el fin de incrementar producción.
- Elaborar y coordinar los programas preventivos y correctivos a los problemas encontrados, con el fin de mantener los niveles de producción.
- Definir alternativas para ajustar las capacidades instaladas a los aportes reales de los pozos productores.
- Analizar los Dinagramas y Sonolog y generar las recomendaciones necesarias para garantizar un adecuado funcionamiento del equipo de extracción instalado en los pozos.
- Revisar y analizar pruebas de producción, BSW, niveles, etc. y generar programas de medidas, muestreo y trabajos a realizar en el equipo de extracción.
- Hacer seguimiento de los programas de workover y varilleo en los pozos productores.
- Estudiar los diferentes tipos de bombas de subsuelo, varillas y tuberías; para definir las más convenientes a utilizar en los campos de la superintendencia, hacer seguimiento y evaluación.
- Analizar y revisar estadísticas diarias de producción por pozos, campos y estaciones de cada una de las áreas asignadas.
- Actualización de las bases de datos con la información de los pozos productores.

- Revisar y validar los informes que genera la unidad de estadística para otras entidades (p. Ej.: Ministerio de Minas, BDP, GYA, etc.) en lo referente a la producción en los campos de la Superintendencia.
- Participar en conjunto con la división de Yacimientos en la elaboración de los pronósticos de producción de aceite y gas, al igual que de los potenciales de los pozos.
- Coordinar con las dependencias operacionales y de servicios las actividades necesarias para mantener los niveles de producción de los campos a cargo.
- Estudiar la factibilidad técnico – económica de ajustar los pozos inyectoros a las nuevas condiciones, evaluando en conjunto con la división de Yacimientos y otras dependencias internas y externas alternativas para mejorar los perfiles de inyección, redefinir modelos etc.
- Elaborar y coordinar los programas preventivos y correctivos a los problemas encontrados, con el fin de mantener los niveles de inyección establecidos.
- Controlar los parámetros (caudal y presión) de los pozos inyectoros de las áreas sometidas a inyección en los campos de la Superintendencia De Mares.
- Analizar y elaborar estadísticas de la inyección por áreas para que en conjunto con la División de Yacimientos sean evaluadas y se generen las recomendaciones que permitan adecuar la inyección en dichas áreas.
- Evaluar los perfiles de inyección mediante la toma de registros para detectar inyecciones preferenciales, arenas de baja inyectividad, efectividad de los trabajos realizados en los pozos inyectoros etc. y plantear recomendaciones inmediatas para mejorar la inyección o estudiar alternativas para su optimización.
- Hacer seguimiento de los programas de reacondicionamiento en los pozos inyectoros.
- Actualización de las bases de datos de los equipos de subsuelo y superficie instalados en los pozos inyectoros, históricos de inyección, análisis de agua, etc.
- Revisar los reportes diarios de inyección, validar las medidas y establecer programas de seguimiento a los pozos inyectoros.
- Hacer seguimiento de los Programas de workover en los pozos inyectoros (limpiezas de arena, corrección de escape anular, cambios de tubería etc.)
- Realizar procedimiento Análisis de Causa Raíz (ACR) en pozos con trabajos repetitivos: Disminuir la frecuencia de trabajos de mantenimiento de subsuelo en

pozos detectados como críticos, buscando la realización de trabajos que proporcionen una solución más duradera a los problemas presentados.

- Recuperación de producción en pozos de bajo potencial: Realizar un estudio para evaluar técnica y económicamente la posibilidad de recuperar producción de aceite en pozos de bajo potencial y a sean activos, inactivos y/o en diferida.
- Monitoreo local en pozos de baja producción: Lograr un uso eficiente de los equipos de subsuelo y de superficie en pozos de baja producción, mediante la instalación de controladores lógicos programables (PLC).
- Control de parafinas mediante tratamiento químico o físico: Controlar la formación de parafinas en las líneas de superficie y subsuelo mediante la aplicación de tratamientos químicos y físicos.
- Estudio de bloqueo por formación de emulsiones fuertes: Disminuir las pérdidas por fricción ocasionadas por la formación de emulsiones fuertes
- Monitoreo remoto en pozos productores de alto potencial: Hacer un seguimiento permanente al funcionamiento de los sistemas de levantamiento artificial de los pozos de mayor producción, para reducir la producción diferida en los mismos y optimizar su sistema de bombeo.

6.2. ENTREVISTAS AL PERSONAL.

Las entrevistas, aunque eran preguntas previamente organizadas, no se limitó a ellas, existió una conversación libre, donde el profesional entrevistado pudo expresar de una forma cómoda sus opiniones. Por facilidad de comunicación, algunas se realizaron mediante *tele-conferencia*, que consiste en un diálogo entre dos o más personas por línea interna de la empresa. La Gerencia Técnica de Producción (GTP) fue la encargada de permitir la comunicación desde Bogotá hasta el Corregimiento de El Centro donde están ubicados los campos petroleros de la Gerencia Magdalena Medio (GRM). Otras se realizaron en el campo en forma personal y en grupo.

Se aplicaron dos entrevistas, la primera “Redes Sociales”, ver anexo 1. Tiene el propósito de permitir estructurar la red de la unidad de control e ingeniería, identificar las herramientas u objetos intermediadores y su función, adicionalmente, conocer algunos aspectos de la satisfacción del personal en su trabajo.

La segunda “Obstáculos de Aprendizaje”, es una herramienta para identificar los obstáculos que se presentan cuando el personal participa en un proceso de incorporación de una nueva actividad o rutina en su trabajo. De esta forma proponer estrategias dentro del proceso de implementación de LA para que el aprendizaje se dé lo mejor posible.

6.2.1. Análisis de Causa Raíz (ACR)

Uno de los resultados importantes de las entrevistas es el método de trabajo que se utiliza en el análisis de los pozos, su implementación viene desde el año 2002, se refiere al Análisis de Causa Raíz, es un proceso estructurado, consciente, enfocado y analítico que permite identificar las causas responsables de las fallas. También permite identificar la mejor solución para corregir la causa identificada y cómo realizar su seguimiento.

Según el estudio realizado por Martínez et al 2003 de la aplicación de la metodología ACR en pozos con bombeo mecánico, ha permitido identificar muy claramente cual es el tipo de problema ó problemas que presenta cada pozo, también cuales han sido las causas en cada uno de los problemas, lo cual ha facilitado la identificación de la solución más balanceada desde el punto de vista técnico – económico. La metodología de ACR comprende tres fases:

Fase 1: Análisis del problema. La primera etapa del proceso esta enfocada a una identificación clara y rigurosa del problema (la diferencia entre algo imaginado ó deseado y lo que realmente esta sucediendo). Posteriormente, la definición del problema esta enfocada a identificar los síntomas de la falla, el equipo que falló, la ubicación y el tipo de la falla. El Análisis del Problema es esencial para el éxito de la eliminación del problema.

Fase 2. Análisis de Causa Raíz del problema. Búsqueda metódica de la(s) causa(s) *del problema*. *Esta fase se divide en tres etapas.*

Análisis de todas las Causas Posibles. El objetivo de esta etapa es determinar tantas causas como sea posible del problema. El producto final de esta etapa es un listado de todas las Causas Posibles que puedan generar el problema identificado.

Validación de las Causas Posibles. El propósito de la validación es determinar cuál de todas la Causas Posibles tienen evidencias ó hechos que la soportan. El objetivo es eliminar información no verificable ó no lógicamente soportada e identificar las causa raíz más probables.

Identificación y verificación de la causa raíz. Aquellas causas que concuerdan con la definición del problema y lo verifican se convierten en Causas Raíz. El propósito de la verificación, es mantener un enfoque basado en hechos y asegurar que las causas remanentes estén conectadas con el problema.

Fase 3. Desarrollo de la solución. El objetivo es seleccionar la solución al problema más equilibrada (una que elimina la causa sin crear problemas nuevos/peores). Esta fase esta dividida en tres etapas.

Selección de Criterios. El objetivo es definir los factores específicos que deben ser satisfechos por la solución. Establecer claramente que es lo que se necesita solucionar y su grado de aceptación.

Consideración de todas las posibles soluciones a la causa raíz. El propósito de generar Soluciones Alternativas es asegurarse que se está analizando más ampliamente la solución al problema. Esta etapa se enfoca en buscar soluciones desde otros puntos de vista.

Selección de la mejor solución. La fase final en el proceso de solución de problemas operacionales es el desarrollo de la solución. El proceso de seleccionar la mejor solución involucra: especificar que es lo que se desea alcanzar, especificar los mínimos requisitos de la solución, evaluar y comparar los resultados y entender los riesgos y beneficios asociados con cada solución.

6.3. IDENTIFICACIÓN DE LA RED DE CONOCIMIENTO

El segundo resultado de la primer entrevista es la construcción de la red de conocimiento de la Unidad de Control e Ingeniería, mediante la utilización del software UCINET para el análisis de redes, con el propósito de evidenciar las relaciones entre las personas y los objetos intermediadores. En la tabla No. 1 se definieron estas relaciones.

	SOFT	SOFT	SOFT	SOFT	SOFT	SOFT	SOFT	ANÁL	UNID	ING	C	ING	C	ING	E	ING	E	ING	E	DINA	LABO	MTTO	MTTO	ICP	REU	COM
SOFTWARE DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOFTWARE MTTO SUBSUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SOFTWARE ADMON. OIL FIELD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOFTWARE MTTO SUPERFICIE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
SOFTWARE CONTRATACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
SOFTWARE ESTADÍSTICA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ BM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
UNIDAD DE ESTADÍSTICA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ING CONTROL PROD (LCI)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ING CONTROL PROD (LIS)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ING CONTROL RPOD (LLA)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INGENIERIA PROD (LCI)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INGENIERIA PROD (LIS)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INGENIERIA PROD (LLA)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DINAGRAMAS & SONOLOGS	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LABORATORIO DE CRUDO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
MTTO SUBSUELO	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
MTTO SUPERFICIE	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ICP	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
REUNIÓN OPERATIVA MTTO SUR	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COMPAÑÍAS DE SERVICIOS	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 1: Construcción de la red.(fuente: elaboración propia).

El número uno (1) significa que existe una relación en dirección (sentido) del elemento que se encuentra en la columna de la izquierda hacia el elemento que está en la fila superior de la tabla. Si la relación es de doble dirección (sentido), hay otro valor de uno (1) en el lado opuesto de la diagonal de ceros (cuadros azules) de la matriz.

La figura 2 es la red que arroja el software UCINET, los nodos *azules* representan los ingenieros de control, los nodos *verdes* son las herramientas, los nodos *rojos* son las unidades de apoyo y el nodo *amarillo* es la reunión operativa diaria, para entender más fácilmente las relaciones entre los nodos que representan al personal de Control e Ingeniería, se reordena la red la cual se puede observar en la figura 3. Así se puede analizar más fácilmente cada uno de los elementos e identificar con cuáles puede

existir un intercambio de datos, información o conocimiento y en que dirección o sentido. A todos los actores que se muestran, se deben analizar según la importancia que tienen en la manera como pueden afectar el flujo de información y de conocimiento en el desarrollo de las actividades de la Unidad de Control e Ingeniería.

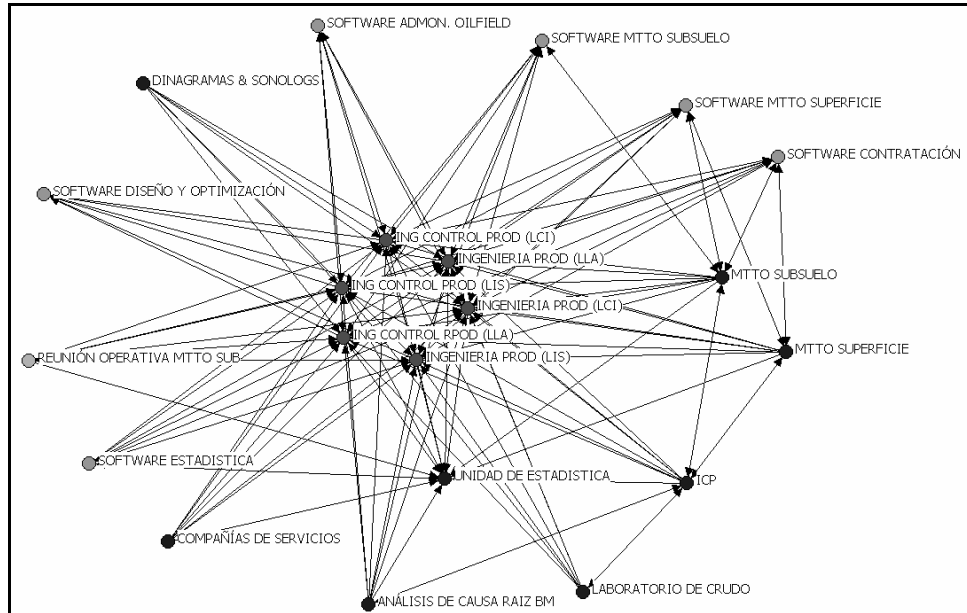


Figura 2: Red Control de Producción e Ingeniería.(fuente: UCINET).

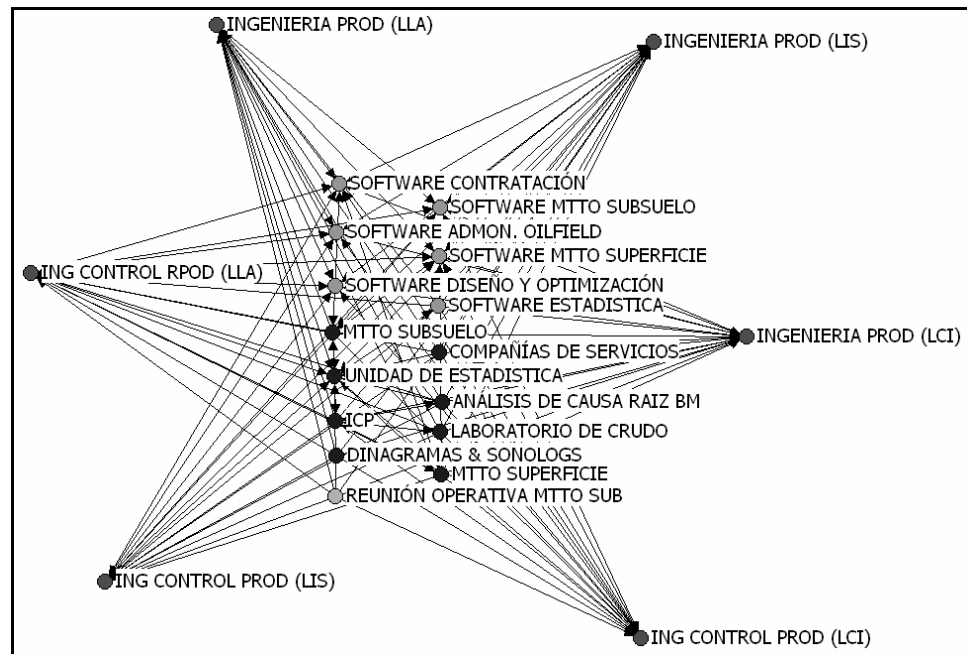


Figura 3: Red ordenada.(fuente: UCINET).

6.3.1. Descripción de las Herramientas Disponibles.

En muchos casos, las herramientas tecnológicas disponibles en las empresas, no se usan adecuadamente o no se aprovecha todo su potencial, al aprender a utilizarlas mejor, la herramienta proporciona una ayuda para desarrollar aun mejor las actividades o funciones del personal que las utiliza, en el caso de la Unidad de Control e Ingeniería, las herramientas disponibles, son cuidadosamente estudiadas y analizadas antes de su implementación, ya que en su mayoría son de carácter corporativo.

Según el personal entrevistado, cada software utilizado tiene funciones específicas, como manejo de bases de datos, análisis de datos, optimización de equipos y transacciones. A continuación se describen en forma general las herramientas tecnológicas utilizadas en la unidad de control e ingeniería.

Software de Contratación (ELLIPSE): Es el que se utiliza para desarrollar las compras y contratos en las actividades requeridas en las actividades de Control e Ingeniería, solicita datos e información y se realizan transacciones o pagos.

Software de Mantenimiento de Subsuelo (DFW): Por medio de este software, se solicitan los programas o trabajos a realizar en el equipo instalado bajo la superficie en los pozos, los programas pueden ser de tipo remedial o de optimización.

Software de Mantenimiento de Superficie (ELLIPSE): Por medio de este software, se solicitan los programas o trabajos a realizar en el equipo instalado sobre la superficie en los pozos, los programas pueden ser de tipo remedial o de optimización.

Software de Diseño y Optimización en Bombeo Mecánico (CSBEAM): Es utilizado para hacer los análisis de los pozos, mediante simulación de las condiciones del equipo instalado, se puede variar los parámetros de diseño (Tasa de producción, diámetros de pistón, varillas y tubería, etc.) para hacer corridas, análisis de resultados y poder seleccionar el equipo más adecuado a instalar.

Software de Estadística (FIELDVIEW): Muestra información que maneja la Unidad de Estadística, referente a la producción del campo, producción por pozo, los pozos parados y los pozos que están trabajando y la producción diferida.

Software de Administración integral del campo (OFM): Como su nombre lo indica, tiene la información y los datos necesarios para realizar la administración integral de un campo petrolero, se utiliza a nivel de toda la empresa, se puede encontrar la información oficial de la producción de los campos, pronósticos de gas, aceite y agua, datos históricos, estados mecánicos de los pozos, mapas, simulación, etc.

De esta forma encontramos que las herramientas usadas por la unidad de Control e Ingeniería, aunque permiten la relación del personal, son repositorios de datos o herramientas para hacer análisis de datos o hacer simulaciones, no son medios eficaces para transmitir el conocimiento que genera el personal en el ejercicio de su función.

En la figura 4 se han eliminado los nodos de las herramientas y quedan las unidades de

apoyo. Las unidades de apoyo tienen la función de suministrar información de cada una de sus áreas al personal de control e ingeniería. Pero no permiten el intercambio de conocimiento del personal de la Unidad de Control e Ingeniería.

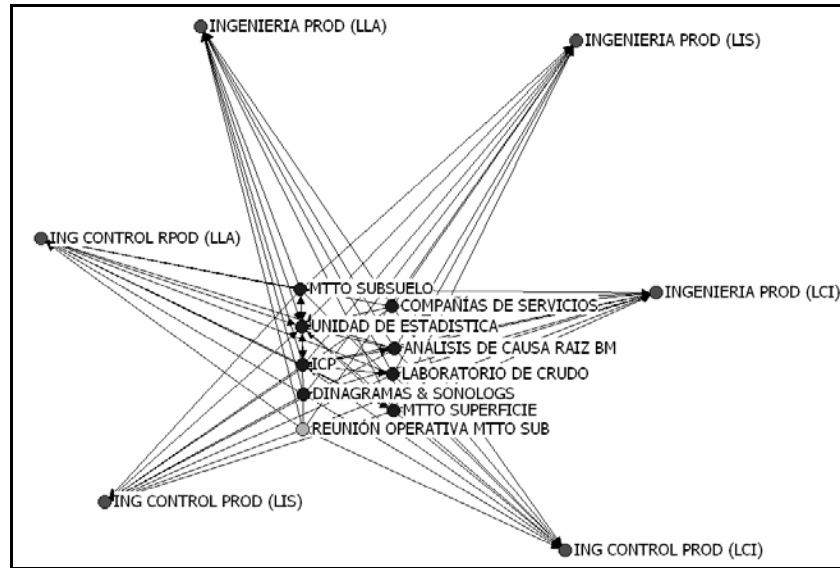


Figura 4: Red sin Herramientas.(fuente: UCINET).

La figura 5 muestra el nodo llamado “Reunión Operativa de Mantenimiento de Subsuelo” después de eliminar las unidades de apoyo. Esta reunión es un espacio de interacción con el personal de Mantenimiento de Subsuelo, donde se comparte información y experiencia del trabajo realizado en campo. No se identifica en esta reunión una relación de intercambio de conocimiento entre el personal de la unidad de Control de Producción e Ingeniería.

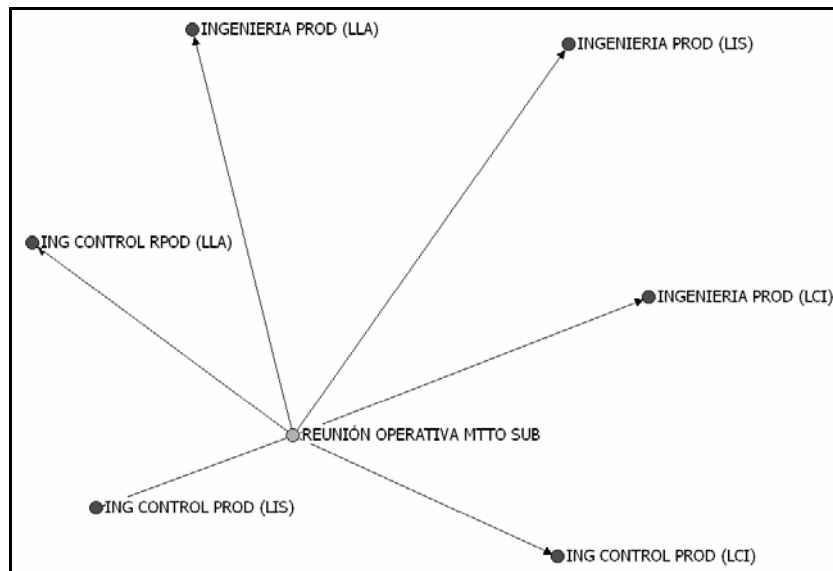


Figura 5: Red sin unidades de soporte.(fuente: UCINET).

Lo anterior demuestra que aun que la red sea bastante sólida para realizar las actividades o funciones y que existe transferencia de datos e información entre el personal, no sucede lo mismo con el conocimiento, es necesario un espacio es decir un objeto intermediador que permita el flujo de conocimiento entre ellos.

6.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS OBSTACULOS DE APRENDIZAJE Y SOLUCIONES

Con el objetivo de conocer los obstáculos en el proceso de aprendizaje de la propuesta para la implementación de LA en la unidad de Control e Ingeniería, se aplicó una segunda entrevista, donde se pregunto en forma directa si se presentaban o no los obstáculos de aprendizaje organizacional enumerados por Kim 1993. Con esta información se busca proponer al mismo tiempo, soluciones que permitan que el personal involucrado en este proceso logre incorporar esta nueva practica en forma natural a sus actividades y funciones.

Se encontró que los obstáculos se presentan también en el proceso de aprendizaje de las funciones del cargo de la Unidad de Control e Ingeniería.

En la tabla 2 se muestran los resultados de la entrevista 2. Se tabularon así: **1** quiere decir que el obstáculo si se da en la Unidad e Control de Producción e Ingeniería, **0** que no se da.

	ROL	AUDIENCIA	SUPERSTICIOSO	AMBIGUO	SUPERFICIAL	FRAGMENTADO	OPORTUNISTA
Juan Pablo	1	0	1	0	1	1	1
Heider	1	1	1	0	0	1	1
Sergio	0	1	1	0	1	1	0
Victor	1	1	1	1	1	1	0
Javier	0	1	1	0	1	1	0
Carlos	1	1	1	1	1	1	0
Ricardo	1	1	1	1	1	1	0
Manuel	0	1	1	1	1	1	1
Rocio	1	1	1	0	1	1	0
Juan Carlos	1	1	1	1	1	1	0
Jorge Andrés	1	1	1	0	1	1	0
TOTAL	8	10	11	5	10	11	3
%	73%	91%	100%	45%	91%	100%	27%

Tabla No. 2: Tabulación obstáculos.(fuente: elaboración propia).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se hará el ejercicio con los obstáculos que claramente se identificaron, es decir, los que obtuvieron mayor puntaje según las respuestas del personal entrevistado.

Obstáculo Restringido por el rol (73%): El personal manifestó que se presentaba este obstáculo cuando existe sobrecarga de trabajo, baja motivación, entonces aunque se conozca la forma de actuar ante determinada situación, prefieren no actuar. Para evitar esto, se debe adicionar dentro de la evaluación de desempeño objetivos encaminados al proceso de gestión de desempeño, en este caso la generación de las LA.

Obstáculo Restringido por la audiencia (91%): La empresa establece capacitaciones, pero como el personal no evidencia los beneficios en forma clara e inmediata, prefiere seguir trabajando como siempre lo ha hecho. Una ayuda eficaz es estructurar de forma adecuada el proceso de implementación de generación de LA, explicando claramente los beneficios y convencerlos de participar por decisión propia. Tener en cuenta las sugerencias y recomendaciones para mejorar la práctica de la generación de LA.

Obstáculo Restringido Supersticioso (100%): En algunas tareas o funciones repetitivas, por falta de conocimiento o teorías, se resuelve la situación como se ha venido haciendo o como se hizo la última vez, sin entender en el fondo el porqué. Este obstáculo es una de las bases de este proyecto, porque al implementar las LA en el análisis de los pozos productores o inyectores en un campo petrolero, el personal sabe que la situación o falla a la que se está enfrentando, fue resuelta por alguien más, puede entonces identificar qué condiciones se dieron, cuáles soluciones se propusieron y cuál es la mejor. Así se evita hacer las cosas por que hasta ahora así han funcionado sin saber su fundamento.

Obstáculo Restringido Superficial (91%): Es común que se presente cuando no se aplica de forma periódica lo que se aprende, o se aprende como su nombre lo indica de una forma superficial y se olvida fácilmente. Para evitar esto, dentro del proceso de implementación debe existir un mecanismo de revisión y retroalimentación. Establecer claramente al personal, las actividades que se desprenden de la implementación de LA.

Obstáculo Restringido Fragmentado (100%): Se presenta el conocimiento fragmentado, es decir, los individuos aprenden pero la organización no. Si los individuos se van de la organización esta también pierde conocimiento. La pérdida de conocimiento es un problema a nivel de toda la empresa debido a la alta rotación del personal. Las LA ayudan a minimizar la pérdida de conocimiento si el personal se va, ya sea por traslado, jubilación o mejores propuestas de trabajo.

6.5. SOBRE EL ICP Y LA POLÍTICA DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA Y CONOCIMIENTO DE ECOPETROL.

El otro aporte al proyecto es del Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), es un centro especializado en proveer soluciones tecnológicas para la industria petrolera en las áreas de exploración y producción de petróleo y gas, refinación y transporte. Su principal objetivo es brindar a ECOPETROL S.A. soluciones técnicas innovadoras y de calidad, que le generen valor agregado. El Instituto cuenta con un equipo de investigadores del más alto nivel y una avanzada infraestructura tecnológica.

En ECOPETROL S.A. la gestión de tecnología y conocimiento incluye las actividades que buscan mejorar el uso de esta en la operación del negocio, así como desarrollar,

mantener y explotar las capacidades que generan ventajas competitivas a la empresa. Ha confiado a ICP la formulación de planes y estrategias de acción que apunten a aprovechar ese valioso capital de la empresa “el conocimiento”, que se debe fortalecer con acciones tangibles y aplicables. (ICP 2005)

Asegurar el conocimiento y la tecnología requeridos por el negocio, lograr el desarrollo de las competencias requeridas en su personal y apoyar los procesos y la toma de decisiones con información de calidad, son los objetivos de ECOPETROL S.A. en la perspectiva de aprendizaje. De esta manera se reconoce desde la alta dirección, el valor del conocimiento como recurso estratégico que apalanca la operación para el cumplimiento de los objetivos del negocio. (Castro. S. 2005).

6.5.1. Política Gestión de Tecnología y Conocimiento

La iniciativa para el aseguramiento del conocimiento surgió basada en la siguiente política corporativa la cual fue divulgada el día 8 de Septiembre de 2004: “La tecnología y el conocimiento se emplean en ECOPETROL S.A. para maximizar el beneficio en la cadena de valor. Su gestión debe contribuir al mejoramiento permanente de la operación, a generar y mantener las ventajas competitivas que requiere la Empresa para afianzarse en el mercado nacional y posicionarse en el internacional”. (Iris Intranet ECOPETROL S.A. 2007).

Como parte de esta declaración general de política, ECOPETROL S.A. pretende incorporar y fortalecer en la cultura del día a día, los siguientes principios: (Castro. S. 2005)

- Asegurar la tecnología, el conocimiento y la información de manera sistemática y eficaz.
- Incrementar las competencias individuales, orientadas al cumplimiento de las metas.
- Capitalizar el conocimiento especializado de su personal: buscarlo, conocerlo, utilizarlo.
- Construir alianzas con los mejores para complementar las capacidades tecnológicas, manejando adecuadamente los aspectos de propiedad y confidencialidad.
- Aprovechar la tecnología disponible y desarrollar solamente lo que no esté en el mercado y represente una necesidad estratégica.
- Monitorear sistemáticamente el entorno tecnológico y visualizar oportunidades para cada negocio.
- Trabajar “transversalmente” en equipo para resolver problemas comunes y acelerar el aprendizaje colectivo.

- Asegurar las lecciones aprendidas: generarlas, compartirlas e incorporarlas sistemáticamente.

La Dirección General de Operaciones es la responsable por los resultados de la gestión de la tecnología y el conocimiento, mientras las Vicepresidencias operativas (negocios) lo son por su ejecución, con la facilitación y orientación del ICP y con el apoyo fundamental de otras direcciones de soporte como Informática, Gestión de Proyectos y Responsabilidad Integral.

Para facilitar el aseguramiento de la gestión de la tecnología y el conocimiento, la política establece los siguientes mecanismos formales de interacción entre los diversos actores comprometidos: (Castro. S, 2005)

- Foros para la actualización del entorno tecnológico.
- Sesiones de trabajo dentro de la estructura de control de gestión (reuniones sistemáticas).
- Talleres tecnológicos operativos para discusión y solución de problemas específicos de negocio.
- Eventos de trabajo para la transferencia de conocimiento, como reuniones a nivel de expertos y jornadas tecnológicas.
- Equipo Empresarial de Gestión de Tecnología y Conocimiento (EEGTC), constituido por representantes de negocios y direcciones corporativas y de soporte, liderado por el ICP, para la elaboración de lineamientos e instructivos, comunicación de conceptos, métodos y alcance de programas y planes, promoción de las herramientas de soporte de la gestión de conocimiento, enlace entre el vicepresidente o director y los niveles de colaboración para la planeación, seguimiento, reporte y evaluación de resultados con referencia a las metas, estandarización de métodos y prácticas, canalización de prioridades.

El programa empresarial de gestión de tecnología y conocimiento en ECOPETROL S.A. está soportado por unos portales (herramienta tecnológica) que iniciaron su desarrollo en 1999 por iniciativa del ICP. Hoy en día son parte de la estrategia del programa y también son una medida del dinamismo y evolución de ECOPETROL S.A. en la cultura de la gestión del conocimiento.

Tecnológicamente estos portales se soportan en “Framework, Internet Information Services 5.x, autenticando sus usuarios sobre el directorio activo de Windows 2000 server de la red nacional de datos, y el manejo de datos es a través de SQL*Server 2000” (Martínez, J, Dirección de Informática de ECOPETROL S.A.).

En la actualidad la empresa cuenta con 6 portales de soporte a la gestión de conocimiento en su Intranet: Páginas Amarillas, Lecciones Aprendidas, Redes de

Trabajo, Foros Tecnológicos, Consultas Técnicas y Oferta de Capacitación. Para efectos del desarrollo de esta tesis, solo se ampliarán los conceptos del módulo de Lecciones aprendidas. (Castro. S, 2005).

6.5.2. Lecciones Aprendidas (LA)

Su contenido es administrado por un facilitador-editor a quien llega la información sobre las lecciones aprendidas a través del mismo portal o vía correo electrónico, y este se encarga de organizarla y publicarla previa autorización de los generadores del contenido.

Posee 2 alternativas de búsqueda: por palabra clave y por categorías, las cuales se van construyendo en la medida que el flujo de temas de lecciones aprendidas así lo exija. Actualmente cuenta con 16 categorías relacionadas con las operaciones e la cadena de valor del negocio y otras transversales como administración y gestión, equipos industriales, HSEQ, laboratorios y plantas piloto, mantenimiento, medición y control de procesos, paradas de planta, planeación, proyectos, tecnologías de información, todas.

Permite acceder a 2 niveles de contenido. En el primero se presenta un mensaje o introducción de la lección y en el segundo un resumen de su historia (qué pasó, o qué estuvo bien y qué mal, causas raíces, lecciones aprendidas expresadas como recomendaciones orientadas a la acción, descriptores, contactos, y encuesta de recomendación a diligenciar por el visitante).

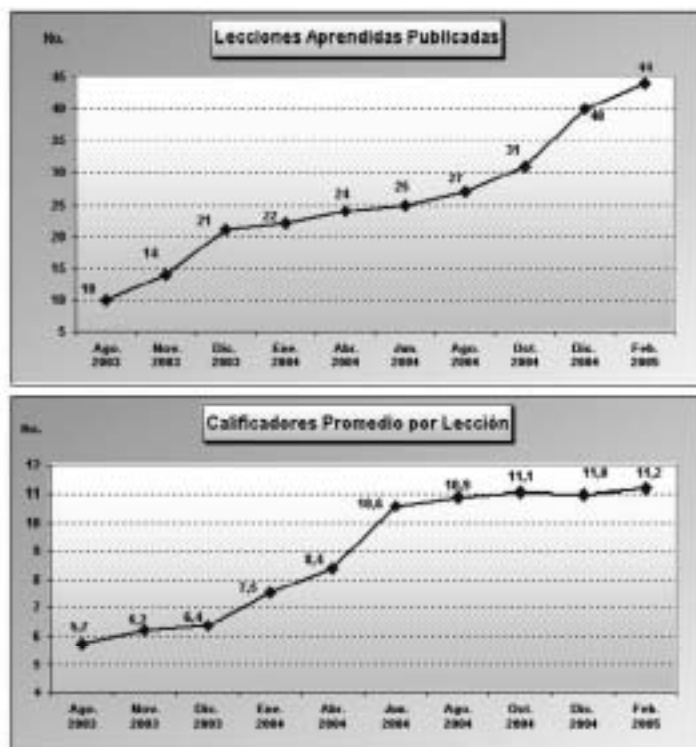


Figura 6: Evolución del Portal de Lecciones Aprendidas en la Intranet de ECOPETROL S.A. (fuente: Portal de lecciones aprendidas, antena.icp).

El portal de lecciones aprendidas ha recibido más de 15000 visitantes, y su nivel de consulta crece a una tasa promedio de 6% mensual. A mayo de 2005 tenía 45 lecciones aprendidas publicadas en diversas categorías, destacándose en número aquellas relacionadas con los temas clave del programa empresarial de gestión de tecnología y conocimiento como mantenimiento y confiabilidad, paradas de planta, HSE, y proyectos. El nivel de consulta promedio por lección se acerca a 200 visitantes. Las más consultadas superan los 600 visitantes y su calificación sobre la recomendación de sus contenidos es mayor al 90%. La figura 6 representa la evolución del portal de lecciones aprendidas de ECOPETROL S.A. (Castro. S 2005).

6.5.2.1. Uso de las Lecciones Aprendidas.

Las lecciones aprendidas deben servir para mejorar la toma de decisiones, la operación de los procesos, el desempeño individual y el de los equipos de trabajo. Si las lecciones no se usan (aplican), la Empresa no aprende como organización. El equipo que genera una lección aprendida, debe, en el mismo taller o en una reunión posterior:

- Convertir las recomendaciones (lecciones aprendidas) en acciones de mejoramiento y plasmarlas en un programa de trabajo local.
- Definir los roles necesarios para adelantar dichas acciones: promotores (si es del caso), patrocinadores, responsables y participantes.
- Comunicar sobre el programa a los gerentes de línea correspondientes, si éstos no asistieron a la reunión.
- Integrar el programa de trabajo al sistema de gestión del área, para garantizar que las acciones se cumplan y se fomente la responsabilidad por los resultados.

Cuando la lección aprendida no es generada localmente sino recibida o captada de un sistema interno o externo, La persona o equipo que capta la lección debe evaluar su aplicabilidad y programar su incorporación y aseguramiento, de manera similar, siguiendo los 4 pasos anteriores.

6.5.2.2. Generación y Registro de una Lección.

Dependiendo de la complejidad de la tarea, una lección aprendida puede generarse individualmente o ser el resultado de un análisis en equipo a través de uno o más ejercicios retrospectivos (talleres de retrospectión) a lo largo de un proyecto. El procedimiento se encuentra en el Manual de Aseguramiento del Conocimiento para ECOPETROL S.A. página 28. Ver anexo3.

6.5.3. Guía de Implementación de un Ciclo de Aprendizaje Sistemático en Prácticas Claves en Ecopetrol S.A.

El objetivo de esta guía es contribuir al entendimiento, asimilación e implementación del ciclo de lecciones aprendidas (LA) en las prácticas del negocio, para lograr su

mejoramiento permanente y sostenibilidad. Aplica a todas las prácticas claves de todas las dependencias de ECOPETROL S.A.

Se entiende por práctica todo proceso, procedimiento, instructivo o método que cumple un fin específico en el contexto del negocio e involucra la intervención de una o más personas. La determinación de si una práctica es clave o estratégica depende del impacto de su ejecución sobre los resultados esperados del negocio. (Castro y otros 2006)

Los pasos para la implementación del aprendizaje sistemático, siguen el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar o Asegurar) de mejoramiento continuo. Ver guía de implementación Ver anexo 4.

Ciclo P.H.V.A.

Trabajar con la filosofía del Mejoramiento Continuo permite obtener beneficios como: mejoramiento en calidad, alta productividad, mejor disponibilidad y confiabilidad de cada uno de los equipos, estandarización, servicios de preventa y postventa a los clientes y competitividad en un futuro. Además hay reducción en: (Pérez, C. M.)

- Los inventarios
- Los tiempos de respuesta a los clientes
- Los costos unitarios
- El tiempo de diseño por la estandarización y procesos definidos

Lo anterior muestra que el Mejoramiento Continuo es un camino hacia la excelencia y ésta a su vez es la que permite la supervivencia de las empresas. La aplicación continua y sistemática del ciclo P.H.V.A. permite el aseguramiento y el logro de superiores niveles de desempeño.

El mejoramiento continuo se basa en el ciclo P.H.V.A. que se expone en la figura 7.

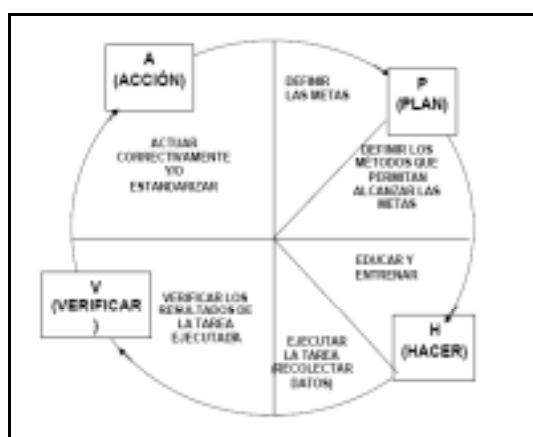


Figura 7: Ciclo P.H.V.A. (fuente: Pérez C. M.).

El modelo P.H.V.A. (Planear, Hacer, Verificar y Actuar o Asegurar), ayuda de manera efectiva a adoptar y monitorear los procesos en ajustar/administrar en una empresa, siempre y cuando se constituya en un proceso sin fin, es decir, que se planea, se tome una acción, se verifique si los resultados eran los esperados y se actúe sobre dichos resultados para volver a iniciar el proceso.

El ciclo P.H.V.A. fue desarrollado inicialmente en 1920 por Walter Shewhart, y fue popularizado luego por W. Edwards Deming, por esta razón se conoce como “ciclo de Deming”. El concepto de P.H.V.A. es algo que está presente en todas las áreas de nuestra vida profesional y personal, y se utiliza continuamente, tanto formalmente como de manera informal, consciente o subconscientemente, en todo lo que hacemos. Cada actividad, no importa lo simple o compleja que sea, se enmarca en este ciclo interminable. (ISO 2001).

El P.H.V.A. es una concepción gerencial que dinamiza la relación entre las personas y los procesos y busca controlarlos con base en el establecimiento, mantenimiento y mejora de estándares, tarea que se logra mediante la definición de especificaciones de proyectos (estándares de calidad), especificaciones técnicas de proceso y procedimientos de operación. Consiste básicamente en: (Pérez, C. M.)

- **PLANEAR:** Entendido como la definición de las metas y los métodos o procesos que permitirán alcanzarlas.
- **HACER:** Consisten en ejecutar la tarea y recoger los datos, no sin antes haber pasado por un proceso de formación (educar y entrenar).
- **VERIFICAR:** Evaluar los resultados de la tarea ejecutada; identificación de los problemas que originan el no cumplimiento de las tareas (formación, planeación).
- **ACTUAR O ASEGURAR:** Tomar medidas correctivas para lograr el mejoramiento continuo del proceso y cumplimiento de las metas.

6.6. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS EN LA UNIDAD DE CONTROL DE PRODUCCIÓN

La propuesta que hace parte del alcance de este proyecto, para la gestión de conocimiento, se enfocará en la implementación de *Lecciones Aprendidas (LA)* en la Unidad de Control de Producción e Ingeniería, ésta se definirá bajo los lineamientos de la *Guía de Implementación de un Ciclo de Aprendizaje Sistemático en Prácticas Claves en ECOPETROLS.A.* que describimos anteriormente.

Se incluirán las soluciones propuestas sobre los obstáculos de aprendizaje analizados.

La guía ofrece 11 pasos generales, de los cuales se definirán 6 pasos que aplican en este caso particular. Ver figura 8.

Cada paso involucra varios aspectos, con el fin de ayudar a caracterizar los procedimientos a seguir. La importancia de esto radica en que la práctica de las LA, sea productiva y se mejore constantemente.

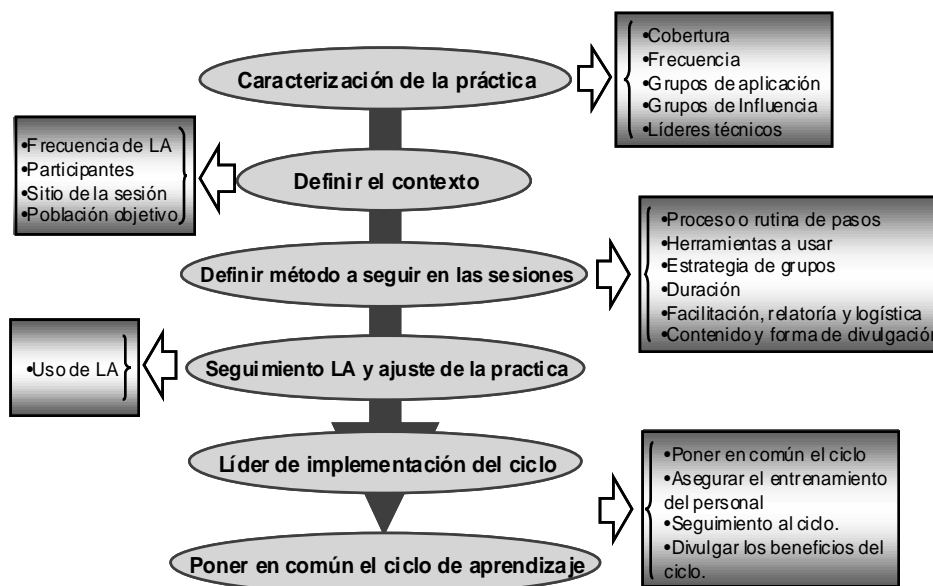


Figura 8: Guía de implementación (fuente: Propia.).

6.6.1. Caracterización de la Práctica.

La práctica a la que se le hará la implementación es el análisis y optimización de pozos de un campo petrolero en la Unidad de Control de Producción e Ingeniería, del Departamento de Producción. La cobertura es de tipo local, la frecuencia es diaria, el personal que la ejecuta son profesionales Ingenieros de Petróleos, con experiencia específica entre uno y siete años, sus contactos y clientes son las áreas de Mantenimiento de Subsuelo, Mantenimiento de Superficie, Facilidades de Producción, Compras y Contratación y Compañías de Servicios.

6.6.2. Definición del Contexto de la Generación de LA.

Según la recomendación de la guía, si la práctica es de una periodicidad diaria, es recomendable generar las LA de forma mensual. Los participantes en las sesiones de generación de LA, serán los 5 Ingenieros de la Unidad de Control de Producción e Ingeniería con la asistencia opcional del Coordinador, cuando la criticidad del tema a tratar lo requiera. El sitio de reunión para la sesión será la sala de reuniones del bloque de oficinas donde están ubicados los Ingenieros, cuenta con las facilidades suficientes para hacer las presentaciones y discusiones.

6.6.3. Método a Seguir en las Sesiones.

Dentro de la sesión, se trabajará en grupo, ya que el objetivo es compartir el conocimiento y la experiencia de todos los ingenieros. El Ingeniero encargado

expondrá la situación que se presentó, las causas raíces, las medidas tomadas para la solución y los resultados obtenidos, esta información previamente ha sido enviada vía mail a todos los asistentes. El grupo realizará el análisis y expondrá las observaciones y recomendaciones del caso.

El ingeniero encargado complementará la información de la LA con: los objetivos, resultados, brechas, qué estuvo bien, qué estuvo mal, listado de causas raíces de lo positivo y de lo negativo y las lecciones aprendidas redactadas como recomendaciones orientadas a la acción, según el numeral 6.5.2.2

6.6.4. Seguimiento de LA y Ajuste de la Practica.

Este aspecto será evaluado constantemente por los ingenieros en el momento de usar la LA ya que hace parte de su trabajo diario, las LA serán actualizadas periódicamente, ya que en la práctica por lo general existen soluciones muy buenas pero no definitivas.

6.6.5. Líder para la Implementación del Ciclo de Aprendizaje.

El líder para la implementación del ciclo de aprendizaje, tendrá como tareas importantes:

- Poner en común el ciclo de aprendizaje sistemático a implementar entre las personas que juegan un papel preponderante en la ejecución de la práctica.
- Asegurar el entrenamiento para adelantar las sesiones de generación de LA.
- Coordinar la revisión de efectividad y ajuste del diseño del ciclo de aprendizaje sistemático.
- Divulgar los beneficios obtenidos por la implementación del ciclo de aprendizaje sistemático.

6.6.6. Poner en Común el Ciclo de Aprendizaje Sistemático a Implementar.

El último paso es ejecutar lo que se definió en la propuesta, numerales 6.6.2 y 6.6.3, revisar la efectividad del ciclo con la generación de la LA y publicar en el portal de lecciones aprendidas de la intranet de Ecopetrol S.A., para incrementar aún más el aprendizaje organizacional.

6.7. RESULTADOS

6.7.1. Análisis de la Red Social.

Lo siguiente es la descripción de las mediciones de cada una de las redes:

La CENTRALIDAD muestra que los nodos con el mayor número de lazos que le llegan son los 6 nodos de Control e Ingeniería, con 13 y 14 en la respectiva red. Al aumentar el número de enlaces con el nodo de LA, *el grado de centralidad* mejora, pasa de

33.25% a 34.92%, esto debido a que los enlaces son precisamente con los 6 nodos mas centrales.

	Red SIN Lecciones Aprendidas	Red CON Lecciones Aprendidas
Tamaño de la red	21	22
Centralidad	13	14
Grado de Centralidad	33.25%	34.92%
Densidad	33.3%	33.3%
In-Closeness	57.14 - 43.47	56.75 - 43.75
Betweenness	41.01	43.01

Tabla 3: Métricas de las redes sociales.(fuente: UCINET).

La DENSIDAD significa la proporción de lazos que hay en la red del total posible de enlaces, por tanto para cada una de las redes tenemos que están presentes 33.3% de los enlaces posibles. No hay cambio ya que los enlaces del nodo de LA son en doble sentido. Para saber si la red tiene la densidad adecuada o no, depende de lo que se está midiendo, en este caso se tendría que definir un porcentaje mínimo y luego compararlo con diferentes grupos, por esta razón, se ofrece este valor en forma descriptiva.

El In-Closeness, indica los nodos mas PRÓXIMOS a los demás actores de la red, estos son el Software de Diseño y Optimización en Bombeo Mecánico y los 6 nodos de Control e Ingeniería con 57,14 y 43,47, respectivamente, en la red sin LA. Cuando adicionamos el nodo de LA, los 6 nodos de Control e Ingeniería aumenta en 0,28, debido a que los enlaces llegaron solo a los 6 nodos, mientras que el software de diseño y optimización disminuyó en 0,39.

EL dato de Betweenness, indica el grado de MEDIACIÓN, es decir el nodo que más fácilmente puede tener acceso al resto de los actores de la red, en este caso es el nodo del ICP con 41.01 y 43.01 en cada una de las redes, el ICP es un actor central.

Se esperaría que la inclusión de esta actividad adicional, no afecte de forma significativa, el desarrollo normal de las actividades y tareas que se vienen cumpliendo en la Unidad de Control e Ingeniería.

En la figura No. 9 podemos observar cómo quedaría la red con el nodo de LA y la reunión operativa de Mto de Subsuelo. Observamos que ahora si existe un espacio para compartir el conocimiento entre los 6 nodos de Control e Ingeniería, los demás nodos no se muestran.

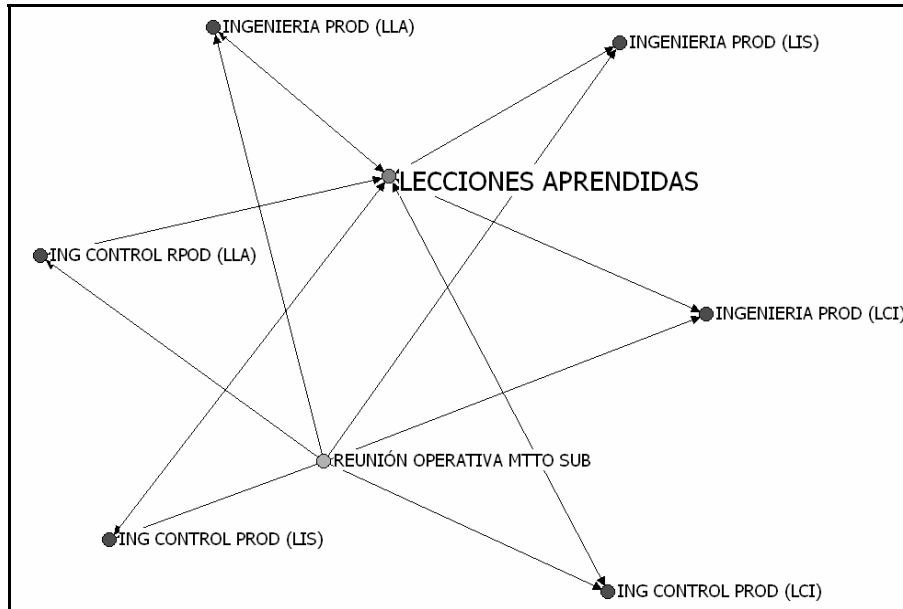


Figura 9: Red con Lecciones Aprendidas.(fuente: UCINET).

6.7.2. Generación de Lecciones Aprendidas.

Las lecciones aprendidas formalizan la metodología de trabajo de la Unidad de Control e Ingeniería, ya que se complementan muy bien. En este sentido, tanto el ACR como las LA, van en la misma dirección dentro del programa de REDUCCIÓN DE FALLAS EN POZOS CON BOMBEO MECÁNICO, que se aplica a los pozos con alta frecuencia de fallas o paradas por año. En el Anexo No.1 se puede observar la lección aprendida resultado del ejercicio realizado en campo. La información del método ACR y del pozo productor se basó en el documento de Martínez et al 2003.

7. BENEFICIOS ESPERADOS

Con la implementación de lecciones aprendidas, se logra minimizar la pérdida de conocimiento por la rotación de personal en la Unidad de Control e Ingeniería. El personal con menos experiencia puede contar con una herramienta muy poderosa para el desarrollo del conocimiento, rapidez de razonamiento en el análisis de los pozos, mejorar la toma de decisiones, el desempeño individual, reducción en los tiempos de respuesta en los análisis de los pozos, encontrando soluciones adecuadas a cada caso particular.

Las lecciones aprendidas ayudarán a lograr los objetivos de reducción de fallas en los pozos con bombeo mecánico de las superintendencias de operaciones SMA y SOL. Para medir el impacto de las lecciones aprendidas, en los programas de mejoramiento, como la reducción de fallas en pozos con bombeo mecánico, utilizamos el método de costos de las fallas en pozos de Martínez et al. 2003.

Fallas del pozo analizado: 1 cada 2 meses.
Producción Neta del pozo: 23 Bapd
Tiempo esperando equipo Varilleo: 1.5 días
Tiempo trabajo de Mtto. de pozo: 1.5 días.
Costos equipo Varilleo por día : US\$ 3000 (ECP-SOL).

Lo cual ha representado una pérdida de producción de 414 Bls de aceite por año (6 fallas año*23 Bapd*3 días), con el precio promedio del crudo en primer trimestre de 2007 en el campo La Gra-Inf de 50 US\$/barril, serían US\$ 20.700. El costo del equipo de varilleo en el año es US\$ 27.000 (US\$3000*6 fallas año*1.5 días). La pérdida total del pozo al año es de US\$ 47.700.

El mismo pozo en el año 2007 ha estado trabajando continuamente durante los últimos 3 meses, se espera entonces que el pozo falle máximo 4 veces por año, es decir hay una reducción de 2 fallas, lo cual se traduce en un ahorro aproximado de: por producción de aceite de US\$ 7000 y por equipo de varilleo de US\$ 9.000, el ahorro esperado aproximado al año en el pozo que se realizó el ejercicio, sería de US\$ 16.000. Se debe tener en cuenta que el ahorro puede ser mayor si la solución implementada, permite que el pozo disminuya su frecuencia de falla aun mas.

8. CONCLUSIONES

El análisis de la red permitió establecer la relación de cada uno de los actores, como el flujo de información y conocimiento, en el desarrollo del análisis de los pozos productores e inyectores en la Unidad de Control e Ingeniería, en un campo petrolero. Se verificó, que el flujo de conocimiento entre los integrantes de la Unidad de Control e Ingeniería era débil, por esta razón es necesaria la implementación de las Lecciones Aprendidas como una forma de minimizar la pérdida de conocimiento por la rotación de personal y mejorar las competencias de los ingenieros.

Las herramientas tecnológicas con las que cuenta la Unidad de Control e Ingeniería, tienen funciones específicas, como bases de datos, análisis de datos, simulación, diseño y optimización y no permiten ser usadas para transmitir el conocimiento generado en el análisis de pozos.

El personal entrevistado identificó posibles obstáculos de aprendizaje y que ocurren con frecuencia, lo cual contrasta con el alto nivel de motivación y satisfacción en el trabajo. Los obstáculos que presentaron mayor porcentaje de observación en las respuestas obtenidas son por: Rol, Audiencia, Supersticioso, Superficial y Fragmentado. Para mitigar los obstáculos de aprendizaje que se identificaron, es necesario incluir objetivos encaminados al cumplimiento de la política de gestión de conocimiento en la empresa dentro de la evaluación de desempeño de los ingenieros de la Unidad de Control e Ingeniería.

La generación de las lecciones aprendidas es un trabajo de cuidado y lleva tiempo tanto en el análisis como en la elaboración del documento, por esta razón, se limitará a los

casos o situaciones especiales de falla o éxito, que exijan al ingeniero poner a prueba su conocimiento, experiencia, habilidades de investigación en el desarrollo de la solución.

La aplicación de las lecciones aprendidas, es compatible con las actividades que realizan los ingenieros de la Unidad de Control de producción, les permite de una forma estructurada y lógica hacer el análisis de las fallas en los pozos, desarrollar soluciones que incrementen la productividad y/o disminuyan los costos de producción, se espera que no se afecte en forma significativa las actividades que se vienen realizando.

En los talleres para generar las lecciones aprendidas, se afianza el trabajo en grupo y se promueve la cultura de compartir y usar el conocimiento derivado de la experiencia para que “se repita lo bueno y no vuelva a ocurrir lo indeseable”.

La tendencia de la economía mundial se basa en el conocimiento, por eso es necesario que las organizaciones, implementen programas que faciliten la gestión del conocimiento, con el objeto de lograr ventajas competitivas. ECOPETROL S.A. está en este proceso, dirigido por el Equipo Empresarial de Gestión de Tecnología y Conocimiento EEGTC.

El conocimiento es un producto y como tal necesita ser manejado cuidadosamente, sus fuentes son diversas (experiencia, trabajo, proyectos, investigaciones, reuniones, expertos, etc.). Para que el conocimiento sea una herramienta útil debe ser difundido a través de toda la organización.

9. RECOMENDACIONES

Aplicar la generación de lecciones aprendidas a los demás pozos que presentan alta frecuencia de fallas y alta producción, de esta forma impactar de forma significativa en la disminución de costos de levantamiento o de producción. También se pueden aplicar en otras actividades como la prueba de nuevas tecnologías en producción.

Usar el módulo de lecciones aprendidas de la herramienta “Nuestro Conocimiento” de Ecopetrol, para compartir el conocimiento con toda la organización. Adicionalmente se puede conformar la *red de trabajo* a nivel de la empresa para el análisis de falla en pozos

Implementar la generación de lecciones aprendidas en cada una de las Unidades de Control e Ingeniería con las que cuenta ECOPETROL S.A. en todo el territorio nacional. Logrando minimizar la pérdida de conocimiento en esos campos y al mismo tiempo cumplir con la política de gestión de conocimiento de la empresa.

Las Lecciones Aprendidas deben servir para mejorar la toma de decisiones, la operación de los procesos, el desempeño individual y el de los equipos de trabajo. Si las lecciones no se usan (o aplican), la empresa no aprende como organización.

10. BIBLIOGRAFÍA

Argyris, C. (1990), *Overcoming Organizational Defenses: facilitating organizational learning*, Allyn and Bacon.

Borgatti, S.P., Everett, M.G & Freeman, L.C. (2002), *Ucinet para Windows: Software for Social Networks Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.

Castro, S H. (2005), *ECOPETROL S.A.: hacia una cultura de gestión de conocimiento*. ECOPE TROL S.A. ICP. Bucaramanga.

Castro, S H. y otros (2006), *Guía para la Implementación de un Ciclo de Aprendizaje Sistemático en Practicas Claves*. ECOPE TROL S.A. ICP Bucaramanga.

Cross, R., Borgatti, S.P. & Parker, A. (2002), *Makin Invisible Work Visible: Using Social Network Analysis to support Strategic Collaboration*. *California Management Review*, 44(2), 25-46.

Cross, R., Prusak, L & Parker, A. (2002), *Where Work Happens: The Care and Feeding of Informal Networks in Organizations*. IBM Institute for knowledge-based organizations. IBM Corporation.

Dixon, N. (2000), *Common Knowledge: how companies thrive by sharing what they know*. Harvard College. EEUU.

Drucker, P. (1997), *La Sociedad Postcapitalista*. Quinta reimpression. Bogotá, Editorial Norma.

Echometer Co. (2004), *Well Analyzer and TWM 2.0 Software Operating Manual*. EEUU, Echometer Co.

ECOPETROL S.A. (2005), *Manual Del Aseguramiento del Conocimiento para Ecopetrol*. Bogotá, Colombia, Ecopetrol S.A.

ECOPETROL S.A. (2005), *Manual Del Sistema de Gestión Integral*. Bogotá, Colombia, Ecopetrol S.A.

ECOPETROL S.A. (2005), *Instituto Colombiano del Petróleo. Publicación del área de comunicaciones de ECOPE TROL S.A. ICP. Bucaramanga*.

ECOPETROL S.A. (2005), *Informe Anual 2005 Ecopetrol S.A.*, Recuperado el 1 de abril de 2006 de:

http://www.ecopetrol.com.co/especiales/informe_anual_2005/inicio.htm

Espejo, R., Schuhmann, W., Schwaninger, M., & Bilello, U. (1996), *Organizational Transformation and Learning: a Cybernetic Approach to Management*, John Wiley & Sons.

Faust, K., Wasserman, S. (1999) Social Network Analysis: Methods and Applications. Cambridge University Press.

Garvin David A. (2000) “Crear una organización que aprende” Harvard Business School, Harvard Business Review on Knowledge Management, Traductor: German Orbezo, Ediciones Dusto S.A. España, Pgs 51 – 90.

Hanneman, R. (2001) Introduction to social Network Methods. Department of Sociology. University of California.

IRIS, Intranet Ecopetrol S.A. Disponible en:
<http://iris/contenido.aspx?catID=590&conID=41104>.

ISO, 2001, Orientación acerca del enfoque basado en procesos para los sistemas de gestión de calidad, Documento: ISO/TC 176/SC 2/N 544R, disponible en:
http://www.iram.com.ar/Documentos/Certificacion/Sistemas/ISO9000_2000/proceso.s.pdf

Johnson, G & Scholes, K. (2001), Dirección Estratégica. (5ta Ed.), Madrid, Pearson Educación S.A.

KIM, Daniel. (1993). The link between individual and organizational learning. En: Sloan Management Review. Pág. 37 –50.

Martinez, A., y otros. (Octubre 2003), Aplicación de la Metodología de Análisis de Causa Raíz en la Reducción de Fallas en Sistemas de Bombeo Mecánico. Bogotá, En ACIPET, X Congreso Colombiano del Petróleo.

Nonaka I. (1995) La Empresa Creadora de Conocimiento, Harvard Business School, Harvard Business Review on Knowledge Management, Traductor: German Orbezo, Ediciones Dusto S.A. España, 2000, Pgs, 23 – 49.

Parra, M. (2006), Cartilla de citas: Pautas para citar textos y hacer listas de referencia (1ra Ed.). Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.

Pérez, C. M. Los Indicadores de Gestión, Soporte & Cia. Ltda.. Disponible en:
<http://www.escuela.gobierno.org/inputs/los%20indicadores%20de%20gestion.pdf>

Quinn J, Anderson P, y Finkelstein S. (2000) “La Gestión del Intelecto Profesional: Sacar el máximo de los mejores” Harvard Business School, Harvard Business Review on Knowledge Management, Traductor: German Orbezo, Ediciones Dusto S.A. España, Pgs 203 – 203.

Rico, Carolina, (2006) “Un Método Que Hace Uso De Las Fábulas Como Herramienta Para Diagnosticar Obstáculos De Aprendizaje Organizacional”. Tesis de maestría Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

Reyes, Alfonso & Zarama, Roberto. (1998). The Process of Embodying Distinctions, A Re-construction of the Process of Learning, En: Cybernetics and human knowing, a journal of second – order cybernetics, autopoiesis and cyber- semiotics. Volumen 5, No.3.

Salgar, M. (Febrero 2006) Conferencia: Transformación de ECOPETROL, Retos a futuro, Materia: Seminario de Investigación, Maestría en Ingeniería Industrial Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

Serradell, E. (2003) La gestión del conocimiento en la nueva economía... Disponible en: <http://www.uoc.edu/dt/20133/index.html>.

Velez, J.C. Propuesta para la gestión de conocimiento en empresas constructoras. Tesis de Grado para el título de Magíster en Ingeniería Civil, universidad de los andes, 2006. MIC 2006-1-55.

Williams, J. L.. Oil Price History and Analysis, 2006. Recuperado el 10 de febrero de 2006 de <http://www.wtrg.com/prices.htm>.

Yin, R (2002), Case Study Research: Design and Methods. 3 Ed., Applied Social Research Methods Series Vol.5. Sage Publications.

Zamarripa, M^a de Jesús (2003), Metodología de la Investigación Social, Departamento de Investigación de la Confederación Nacional de Escuelas Particulares CNEP, México, disponible en: <http://www.cnep.org.mx/Informacion/teorica/metodologia.htm>

[1] Metodología de Investigación, El método Científico, disponible en: <http://www.aibarra.org/investig/tema0.htm#Técnica%20de%20campo>

ANEXOS

ANEXO 1

ENTREVISTA 1

REDES SOCIO TECNICAS

No necesita escribir su nombre.

CARGO:_____

Gracias por formar parte del grupo de trabajadores que está colaborando con uno de las actividades importantes que está llevando a cabo su empresa.

Con su participación contestando en forma clara este pequeño cuestionario, está ayudando a su área de trabajo a lograr los objetivos del programa y la política de Gestión de Tecnología y Conocimiento de esta su empresa.

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Control De Producción | 14. Laboratorio de Crudo |
| 2. Unidad de Estadística | 15. Taller de Bombas |
| 3. Coordinación | 16. Comité Semanal Superintencia. |
| 4. Jefe de Departamento | 17. Reunión Oper. diaria Mtto.Sub. |
| 5. Mantenimiento de Subsuelo | 18. Software de Diseño y Optimización. |
| 6. Mantenimiento de Superficie | 19. Software de Estadística |
| 7. Compras y Contratación | 20. Software de Compras y Contratación. |
| 8. Superintendencia | 21. Software de Mtto de Subsuelo. |
| 9. Facilidades de Producción | 22. Software de Mtto. De Superficie. |
| 10. Yacimientos | 23. Software de Oil Field Management |
| 11. Compañías de Servicios | 24. Dinagramas y Sonolog |
| 12. ICP | |

Por favor escriba los números que corresponda según su caso.

- a) Quiénes son sus clientes?_____
- b) De quiénes son clientes?_____
- c) Si necesita ayuda en su trabajo a quién recurre?_____
- d) Con quiénes se comunican más fácilmente?_____
- e) Con qué mecanismos de interacción cuenta (reuniones, talleres)?_____
- f) Cuáles herramientas computacionales utiliza en el desarrollo de sus actividades?_____
- g) Está satisfecho con su lugar de trabajo, campo u oficina?_____
- h) Le gusta su trabajo?_____
- i) El horario de trabajo es cómo do?_____

ANEXO 2

ENTREVISTA 2

OBSTACULOS DEL APRENDIZAJE

No necesita escribir su nombre.

CARGO: Unidad de Control de Producción e Ingeniería

Gracias por formar parte del grupo de trabajadores que está colaborando con uno de las actividades importantes que está llevando a cabo su empresa.

Con su participación contestando en forma clara este pequeño cuestionario, está ayudando a su área de trabajo a lograr los objetivos del programa y la política de Gestión de Tecnología y Conocimiento de esta su empresa.

Después de leer detenidamente y entender el enunciado, definir si puede ser o no un obstáculo para su aprendizaje en el proceso de implementación del programa de gestión de conocimiento.

a) **Restringido por el rol:** es un obstáculo en el cual se lleva a cabo el aprendizaje conceptual pero no se convierte en operacional, se genera cuando los individuos no toman acciones individuales debido al rol que desempeñan, aunque tienen el concepto de forma abstracta de cómo hacerlo, (Espejo et al, 1996).

*Eje: Es un obstáculo que se ha identificado en la organización debido a que el personal se encuentra con sobrecarga de trabajo y poco motivado causando que este prefiera no responder positivamente al proceso ni a los cambios que este promueve.*_____

b) **Restringido Supersticioso o por el modelo,** el cual plantea que se da un aprendizaje operacional en los individuos o en la organización pero se inhibe el aprendizaje conceptual, hay una ausencia de teorías, (Espejo et al, 1996).

*Eje: Este obstáculo se ha identificado en la organización en la mayoría del personal operativo ya que las evaluaciones periódicas de desempeño reflejan que su proceder y actuar es única y exclusivamente por repetición y rutina, sin tener claro el concepto teórico que avala cada práctica operativa, por lo tanto se presenta un rechazo marcado al cambio que promueve el proceso de gestión de conocimiento.*_____

c) **Restringido Superficial**, en el cual el individuo resuelve un problema pero no codifica ese aprendizaje para aplicarlo posteriormente, es decir, no hay un cambio en su modelo mental individual, (Espejo et al, 1996).

*Eje: Se ha identificado este obstáculo en la organización ya que se capacita al personal en la implementación de alguna herramienta o proceso, pero después de terminadas las jornadas de preparación el conocimiento y las habilidades adquiridas no son puestas en práctica ni difundidas a sus colaboradores más cercanos.*_____

d) **Restringido por Información**, el cual se puede presentar por falta, distorsión, costos de información o ausencia de un sistema de medición adecuado de resultados, (Espejo et al, 1996)

*Eje: Este obstáculo se ha identificado en la organización cuando se han realizado mediciones acerca del grado de información que tiene el personal sobre algún proceso de implementación, mediante encuestas a través de correo electrónico o en forma personal, donde se reafirma que aunque el proceso de comunicación y entrega de información al respecto ha sido abierto y amplio, aún no ha llegado al 100% del personal.*_____

e) **Obstáculo Restringido superficial o por el modelo**: No existe una conexión clara entre las acciones individuales u organizacionales y la respuesta del entorno. Se da un aprendizaje operacional pero se inhibe el aprendizaje conceptual, hay ausencia de teorías. Se cree que haciendo las cosas como siempre se están haciendo bien sin saber por qué. (Espejo et al, 1996). _____

f) **Obstáculo Restringido Fragmentado**: Se presenta cuando los individuos aprenden y cambian sus modelos mentales individuales, pero los modelos mentales de la organización no cambian, es decir no se convierten en parte de la organización. Ocurre en organizaciones donde el conocimiento no es distribuido libremente y se usa para asegurar relaciones de poder o influencia. También porque los demás individuos no están dispuestos o no son capaces de adaptar sus propios modelos mentales. (Kim, 1993)._____

g) **Obstáculo Restringido Oportunista o por la organización**: Ocurre cuando las organizaciones son basadas en acciones individuales o de un equipo en particular y no de los modelos mentales de la organización. (Kim, 1993). Ocurre cuando la organización nombra un equipo para trabajar en un proyecto, pero el equipo de trabajo cuenta con unos modelos compartidos que no concuerdan con los de la organización. (Espejo et al, 1996)._____

ANEXO 3

	INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETRÓLEO Coordinación de Gestión de Tecnología	Versión: 00	ECP-ICP-
	MANUAL DE ASEGURAMIENTO DEL CONOCIMIENTO PARA ECOPETROL	Fecha de divulgación:	-

ANEXO 6. LINEAMIENTOS PARA LA GENERACIÓN, REGISTRO, DIVULGACIÓN Y USO DE LECCIONES APRENDIDAS EN ACTIVIDADES Y PROYECTOS

INTRODUCCIÓN

En cualquier organización, el objetivo de los sistemas de lecciones aprendidas es compartir y usar conocimiento derivado de la experiencia para promover la repetición de resultados deseables o impedir la reaparición de resultados indeseables.

Las lecciones aprendidas son un componente fundamental de los programas de aseguramiento del conocimiento y aprendizaje organizacional, e incluyen dos procesos básicos:

- Proceso de desarrollo que integra la generación, registro y disseminación de una lección aprendida.
- Proceso de utilización e incorporación, el cual abarca la identificación de lecciones aprendidas aplicables, distribución al personal idóneo, identificación de acciones a tomar como resultado de una lección, y el seguimiento para asegurar que realmente se tomen las acciones apropiadas.

Es política de Ecopetrol S.A. “capitalizar las experiencias para el mejoramiento continuo y compartirlas fomentando el aprendizaje empresarial”. El presente lineamiento busca orientar la generación, registro, divulgación y uso de lecciones aprendidas en actividades y proyectos, como apoyo a la implementación de la Política General de Gestión de Tecnología y Conocimiento en Ecopetrol S.A.

GENERACIÓN Y REGISTRO DE UNA LECCIÓN

Dependiendo de la complejidad de la tarea, una lección aprendida puede generarse individualmente o ser el resultado de un análisis en equipo a través de uno o más ejercicios retrospectivos (talleres de retrospectión) a lo largo de un proyecto.

El objetivo de los talleres de retrospectión es generar las lecciones aprendidas derivadas de una actividad o proyecto, siguiendo un proceso ordenado y fomentando la participación adecuada del personal. Para su éxito es necesario:

- Realizar el taller lo más cerca posible a la terminación de la actividad, pues se garantiza que las memorias estén frescas.
- Invitar a la gente correcta (roles críticos y preferiblemente uno o varios representantes del diente de la actividad)
- Manejar un número adecuado de participantes (ideal entre 7 y 15)

- Planearlo con suficiente anticipación, en lugar cómodo y con buen apoyo logístico (computadores, tableros, papelógrafo, suficientes elementos para el trabajo individual y en equipo)
- Tener muy bien delimitado el proyecto o actividad a evaluar (objetivos específicos).
- Tomarse el tiempo necesario para los análisis, acorde con el nivel de complejidad y duración de la actividad o proyecto a evaluar. El afán no es constructivo en este caso.
- Contar con un facilitador ajeno al proyecto o actividad. Si esto no es posible, debe evitarse que los líderes de la actividad o coordinadores del proyecto asuman el papel de facilitadores.
- Contar con un relator que conozca del tema que se va a tratar, evitando que los líderes o coordinadores asuman dicho papel.

Son “reglas de oro” en los talleres de retrospectiva:

- Dejar los títulos y los cargos afuera, antes de entrar
- Ser puntuales
- Evitar interrupciones por el uso de teléfonos o salidas del personal a otras actividades
- Pedir siempre la palabra al facilitador, y respetar la palabra y la opinión de los demás
- Tratar de ser muy breves en las intervenciones (1- 3 minutos máximo)
- Ser directos en las apreciaciones
- No adorar las críticas

Procedimiento a seguir:

1. Identificación de brechas:

- Se prepara cartelera con antelación al taller, enunciando los objetivos y resultados de la actividad o proyecto.
- El enunciado se valida y complementa en plenaria.
- Deben resaltarse y registrarse las diferencias encontradas (brechas) entre lo que se esperaba que ocurriera (objetivos) y lo que realmente pasó (resultados)

2. Identificación de primeras causas:

La identificación de primeras causas se hace a través de una lluvia de ideas, con el siguiente procedimiento:

- Cada participante escribe qué considera que estuvo bien (post it de color verde, por ejemplo) y qué considera que estuvo mal (post it de color amarillo, por ejemplo) en la actividad o proyecto analizado. Es importante:
 - Escribir con letra clara
 - Escribir solamente una idea por papel
 - Escribir frases completas y concisas, no palabras sueltas
 - Centrarse en los hechos, en el proceso, en las actividades, no en las personas.
 - Ser auto-crítico y constructivo
- Todas las ideas se pegan en un tablero que facilite su puesta en común y ordenamiento.
- Con la participación de todos se agrupan los contenidos por afinidad y se nombran los grupos según los temas identificados.
- Se eliminan las ideas repetidas y se integran las complementarias en una sola

- Se concluye en plenaria “lo bueno” y “lo malo” más relevante, y se registra la memoria.
3. Identificación de causas raíces: dependiendo de la complejidad de la actividad y del tiempo disponible para el análisis, este paso puede llevarse a cabo en plenaria, o por grupos según los temas identificados en el paso anterior. Para tareas complejas:
- Se reparten los temas para análisis y discusión de causas, en no más de tres grupos. Es importante:
 - Emplear formato previamente elaborado para consignar memoria de discusión de cada grupo
 - Hacer énfasis en los hechos, no en los comportamientos
 - Mantener pensamiento auto-crítico, no buscar culpables
 - Preguntarse varias veces porqué, porqué del porqué, hasta encontrar las reales causas que generan las brechas positivas o negativas. De esta manera, las recomendaciones sobre acciones correctivas estarán enfocadas a atacar la raíz de los problemas en lugar de los síntomas.
 - Cada grupo presenta sus conclusiones sobre las principales causas, para validar y complementar en plenaria. El registro de la memoria en este paso es un factor crítico.
 - Se consolida documento de causas, con base en los formatos diligenciados por grupo y en los aportes en plenaria.
4. Generación de lecciones aprendidas y recomendaciones: se consolidan a través de una ronda de discusión en plenaria y registro de memoria sobre las recomendaciones. *La calidad de las recomendaciones finales dependerá del juicio en la identificación de causas raíces.*
5. Elaboración de memorias:
- Recoger todos los post it, casetes grabados (si se usaron), formatos diligenciados y demás soportes para la construcción de las memorias.
 - Elaborar acta del taller, sin hacer esfuerzos de redacción. La memoria debe presentarse en forma esquemática y lógica, con el siguiente contenido:
 - Objetivo del taller
 - Agenda
 - Participantes
 - Resultados obtenidos en cada punto de la agenda (documentos consolidados)
 - Recomendaciones para mejorar el taller
 - Anexos (información de detalle)
 - Extracto de la lección aprendida (objetivos, resultado, brechas, qué estuvo bien, qué estuvo mal, listado de causas raíces de lo positivo y de lo negativo, lecciones aprendidas redactadas como recomendaciones orientadas a la acción) El acta, una vez elaborada, debe someterse a una revisión final por parte de los asistentes al taller, para garantizar que todo lo que se dijo y concluyó haya quedado debidamente consignado en los documentos.

Una alternativa para la elaboración del acta es emplear directamente el formato de documentación de lecciones aprendidas para actividades o proyectos dispuesto en el portal correspondiente de la intranet (nodo Gestión del Conocimiento), facilitando posteriormente su publicación.

DIVULGACIÓN DE UNA LECCIÓN

Una buena divulgación de la lección aprendida, requiere:

- Identificar receptores que podrían potencialmente beneficiarse del conocimiento contenido en el extracto de la lección.
- Enviar el extracto directamente a los usuarios potenciales a través de correo electrónico, copia dura u otros métodos.
- Convocar a los usuarios potenciales más representativos o inmediatos, para, en un escenario de intercambio cara a cara, exponer el extracto de la lección y ofrecer mayores detalles sobre la experiencia vivida. Esta práctica es muy importante especialmente en aquellos casos en los cuales una actividad similar está próxima a efectuarse.
- Publicar en el portal de lecciones aprendidas de la intranet de Ecopetrol S.A., para incrementar aún más el aprendizaje organizacional.

USO DE LECCIONES APRENDIDAS

Las lecciones aprendidas deben servir para mejorar la toma de decisiones, la operación de los procesos, el desempeño individual y el de los equipos de trabajo. Si las lecciones no se usan (aplican), la Empresa no aprende como organización. El equipo que genera una lección aprendida, debe, en el mismo taller o en una reunión posterior:

- Convertir las recomendaciones (lecciones aprendidas) en acciones de mejoramiento y plasmarlas en un programa de trabajo local.
- Definir los roles necesarios para adelantar dichas acciones: promotores (si es del caso), patrocinadores, responsables y participantes.
- Comunicar sobre el programa a los gerentes de línea correspondientes, si éstos no asistieron a la reunión.
- Integrar el programa de trabajo al sistema de gestión del área, para garantizar que las acciones se cumplan y se fomente la responsabilidad por los resultados.

Quando la lección aprendida no es generada localmente sino recibida o captada de un sistema interno o externo, La persona o equipo que capta la lección debe evaluar su aplicabilidad, y programar su incorporación y aseguramiento, de manera similar, siguiendo los 4 pasos anteriores.

ANEXO 4.

ECOPETROL S.A. SHC / LAG / EEGTC / Dic 12 de 2006

GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CICLO DE APRENDIZAJE SISTEMÁTICO EN PRÁCTICAS CLAVES

Revisión 1 – Diciembre de 2006

OBJETIVO

Contribuir al entendimiento, asimilación e implementación del ciclo de lecciones aprendidas (LA) en las prácticas del negocio, para lograr su mejoramiento permanente y sostenibilidad.

ALCANCE

Aplica a todas las prácticas claves de todas las dependencias de Ecopetrol S.A. Se entiende por "práctica" todo proceso, procedimiento, instructivo o método que cumple un fin específico en el contexto del negocio e involucra la intervención de una o más personas. La determinación de si una práctica es clave depende del impacto de su ejecución sobre los resultados esperados del negocio, a criterio de los gerentes de línea a cargo de la práctica.

CONDICIONES GENERALES

Esta guía instrumenta parcialmente la Política General de Gestión de Tecnología y Conocimiento de Ecopetrol S.A, aprobada por la Presidencia de la Empresa el 9 de septiembre de 2004, facilitando la "incorporación, aseguramiento y optimización del conocimiento necesario para mejorar el desempeño del negocio y apalancar sus ventajas competitivas". Respaldada la implementación del principio de lecciones aprendidas "En Ecopetrol capitalizamos las experiencias para el mejoramiento continuo y las compartimos fomentando el aprendizaje empresarial", y responde a la fase de sostenibilidad del modelo de aseguramiento del conocimiento, aprobado por el Comité Tecnológico de la Dirección General de Operaciones, en agosto 25 de 2005.

El presente documento forma parte integral del Manual de Aseguramiento del Conocimiento de Ecopetrol S.A., y le aplica el mismo glosario de términos. Su actualización está a cargo del Equipo Empresarial de Gestión de Tecnología y Conocimiento.

DESARROLLO

Por su complejidad, una práctica puede requerir la implementación de varios ciclos de aprendizaje sistemático de partes de ella (fases, procedimientos o instructivos especiales). En la guía presentada a continuación se asume como "práctica" a cada una de las partes en las cuales se dividió la práctica superior que las contiene.

En aras de la continuidad del conocimiento en la Organización se recomienda documentar la aplicación de la guía en las prácticas específicas para facilitar revisiones futuras del diseño de su ciclo de aprendizaje y ajustes a la guía misma.

A continuación se describen los pasos para implementar el aprendizaje sistemático, los cuales siguen el ciclo PHVA (planear-hacer-verificar-asegurar):

1. Caracterice la práctica, en los siguientes aspectos:
 - Cobertura: defina si se trata de una práctica local (ejecutada por un equipo específico de trabajo o un número limitado de grupos ubicados en el mismo sitio geográfico) o de mayor cobertura (comprometiendo otros equipos o personas distribuidas geográficamente)
 - Frecuencia: especifique la frecuencia aproximada con la cual se ejecuta la práctica (diaria, mensual, anual, esporádica)
 - Grupos de aplicación: establezca qué tipo de disciplinas, especialidades o roles intervienen en la ejecución de la práctica (ejemplo: mantenedores, operadores, planeadores, administradores, etc.)
 - Grupos de influencia: identifique los grupos o las áreas afectadas por la ejecución de la práctica

(puede tratarse de proveedores internos o externos y/o de clientes internos o externos)

- Líderes técnicos: identifique las personas o grupos de trabajo que muestran un dominio y superioridad técnica con respecto al entendimiento y ejecución de la práctica.
2. Defina el contexto de generación y puesta en común de las lecciones aprendidas, con base en la caracterización de la práctica, estableciendo:
- Frecuencia de generación de LA si la práctica se ejecuta una o más veces al día, seleccione una frecuencia mensual o trimestral, dependiendo de la criticidad. Si se trata de prácticas de periodicidad mensual, seleccione una frecuencia anual o bianual. Si se trata de prácticas esporádicas, establezca la generación de LA cada vez que ella se ejecute.
 - Participantes en las sesiones de generación de LA: establezca los representantes (roles, disciplinas o especialidades) de los grupos de aplicación y de influencia de finidos en el paso 1 que deben integrar el equipo generador de las LA. Asegúrese de contar con personal idóneo para la evaluación de las tareas más críticas.
 - Sitio de generación de LA: Establezca las condiciones locales de cobertura para definir el sitio de convocatoria a cada sesión. Para prácticas de muy amplia cobertura, se requerirá la planeación de varias sesiones para los diferentes grupos de trabajo distribuidos geográficamente.
 - Población objetivo para divulgación y puesta en común: defina la población objetivo como todas aquellas personas o grupos de trabajo que forman parte de la cobertura de la práctica (ejecutores de primer nivel) más todas aquellas personas o grupos de trabajo que aunque no ejecutan la práctica en sí misma, realizan actividades comunes o complementarias, y por lo tanto tienen posibilidad de adaptar el aprendizaje a sus contextos particulares (ejemplo: lecciones de mantenimiento en refinación pueden aprenderse y adaptarse en contextos de producción o transporte).
3. Diseñe o seleccione el método a seguir en las sesiones de generación de LA, estableciendo como mínimo:
- Proceso o rutina de pasos: por ejemplo, visita de objetivos y resultados, identificación de problemas o adertos, identificación de causas raíces, generación de recomendaciones, registro, etc.
 - Herramientas a usar por cada paso: por ejemplo, espina de pescado para identificar causas raíces, formatos de registro de información por fase, etc.
 - Estrategia de grupos por paso: trabajo individual, en parejas, en grupos mayores o en plenaria.
 - Duración estimada de las sesiones y de los pasos dentro de ellas.
 - Facilitación, relatoría y logística: Especifique el perfil requerido del facilitador y del relator de las sesiones de generación de LA (formación básica, experiencia, condiciones especiales), así como los recursos locativos e implementos mínimos de trabajo para asegurar la aplicación del método con efectividad.
 - Contenido y forma de divulgación de los resultados de la sesión a la población objetivo: dependerá de la cobertura de la práctica, y podrá considerar opciones como video conferencia, publicación en intranet, envío por correspondencia, publicación en sitios específicos de redes de trabajo, reuniones presenciales, etc. Se recomienda como contenido mínimo a divulgar: lugar, objetivos y alcance esperado, resultados reales y brechas o problemas, causas raíces y LA (entendidas éstas como "recomendaciones orientadas a la acción") y contactos para suministro de información más de tallada.

En el Anexo 6 del Manual de Aseguramiento del Conocimiento encontrará un ejemplo de método para la generación de LA en proyectos, el cual puede utilizar como referencia en el diseño de las sesiones de generación de LA para una práctica específica.

En el desarrollo o ejecución de algunas prácticas se presentan incidentes (hechos no planeados) o

problemas que pueden requerir un análisis particular y conllevar a la generación de LA por la vía de investigación o análisis de incidentes. Debe tenerse en cuenta esta consideración y definir la forma en que las recomendaciones resultantes se integren al ciclo de aprendizaje.

4. Defina mecanismo para elaboración de planes, seguimiento de LA y ajuste de la práctica, acordando:
 - Líder y escenario de construcción de planes de implementación: establezca en forma general quién debe “asegurar” que las LA generadas se conviertan en un plan de acción con responsables, entregables, fechas y recursos requeridos (si es el caso), y el escenario más idóneo para su presentación, validación y asignación formal de compromisos.
 - Integración a planes de mejora: identifique y seleccione dentro de los planes locales o de mayor cobertura, el (los) más adecuado(s) para integrar las acciones derivadas de las LA, mencionadas en el literal anterior. Si el caso lo amerita, formalice un plan de mejoramiento de la práctica al cual se integrarán todas las LA que se deriven de las diferentes sesiones.
 - Escenarios y frecuencia de seguimiento: acuerde y formalice en qué escenarios y con qué frecuencia se hará seguimiento a los planes de implementación de mejoras y/o a los planes de mejoramiento y ajuste de la práctica.
 - Equipo líder o red de trabajo: cuando el caso lo amerite (prácticas de amplia cobertura y alto impacto) consolide un equipo líder responsable de validar, actualizar y divulgar la práctica de manera periódica, integrando todas las recomendaciones de ajuste surgidas en las sesiones de LA de las diferentes localidades. Los líderes técnicos identificados en la caracterización de la práctica son las personas idóneas para constituir el equipo líder o la red de trabajo. En el Anexo 5 del Manual de Aseguramiento del Conocimiento encontrará una guía para la construcción de redes de trabajo en Ecopetrol S.A.
 - Mecanismo de actualización documental: especifique si se trata de un proceso normativo oficial, caso para el cual ya estará definido dicho mecanismo. En caso contrario acuerde cómo será (qué, quiénes, cuándo) para asegurar que el ajuste de las prácticas se refleje sistemáticamente en los documentos que la respaldan. Normalmente las redes de trabajo o equipos líderes asumen la responsabilidad por la actualización documental.
5. Defina el escenario de revisión de efectividad y ajuste del diseño del ciclo de aprendizaje sistemático. Especifique, como mínimo: periodicidad, participantes, lugar y método de evaluación a seguir.
6. Nombre un líder idóneo para la implementación del ciclo de aprendizaje sistemático de la práctica, y formalice el compromiso en su planeación del desempeño para que su labor sea reconocida. Dicho líder debe haber participado en la construcción de los pasos anteriores y tendrá como tareas importantes:
 - Poner en común el ciclo de aprendizaje sistemático a implementar entre las personas que juegan un papel preponderante en la ejecución de la práctica.
 - Asegurar el entrenamiento para adelantar las sesiones de generación de LA.
 - Participar en el equipo líder o red de trabajo.
 - Coordinar la revisión de efectividad y ajuste del diseño del ciclo de aprendizaje sistemático.
 - Divulgar los beneficios obtenidos por la implementación del ciclo de aprendizaje sistemático.
7. Ponga en común el ciclo de aprendizaje sistemático. Asegúrese de:
 - Divulgar a los proveedores, ejecutores y clientes relevantes (población definida en el paso de caracterización de la práctica)

- Entrenar a participantes en la aplicación del método de generación de lecciones aprendidas
 - Comunicar y formalizar los roles y responsabilidades dentro de las condiciones diseñadas
 - Adelantar ejercicio iniciales
8. Formalice el equipo líder o la red de trabajo, si aplica, estableciendo como mínimo:
 - Objetivos del equipo o red
 - Roles y responsabilidades en el contexto de la práctica
 - Meta iniciales
 - Proceso (o participación en él, si ya existe) de validación, ajustes y actualización de la práctica
 9. Ejecute de acuerdo con lo establecido en los pasos 2 a 4.
 10. Revise la efectividad del ciclo con la periodicidad y condiciones acordadas en el punto 5.
 11. Adelante la gestión, a través del líder de implementación para asegurar los ajustes requeridos para mejorar la efectividad del ciclo.

ANEXO 5.

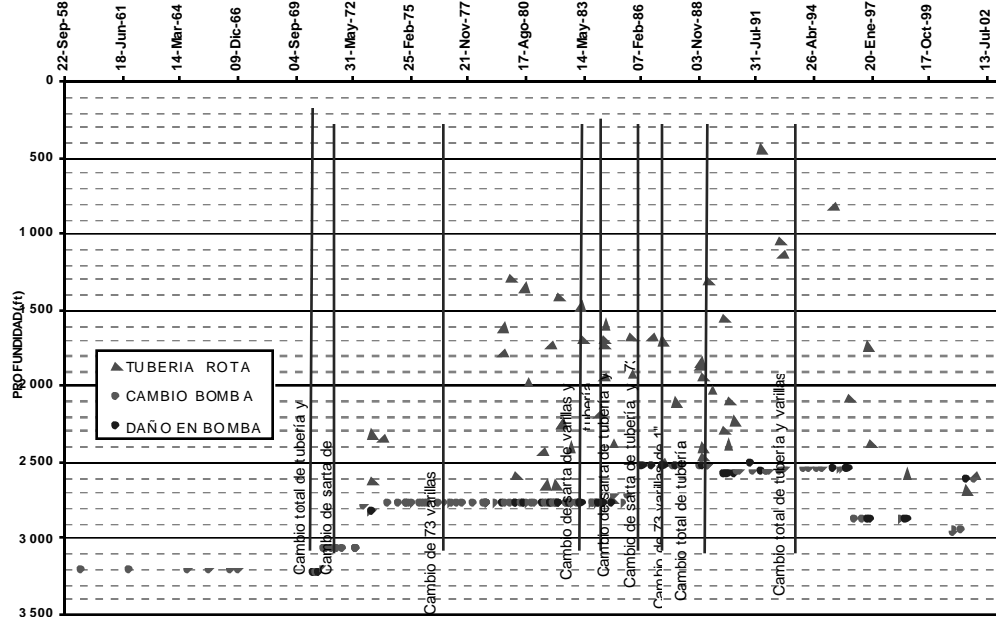
Elaboración de Lecciones Aprendidas, ejercicio en campo.

Objetivo: Lección aprendida de la falla en el pozo de producción de crudo.

Fecha: Abril de 2007.

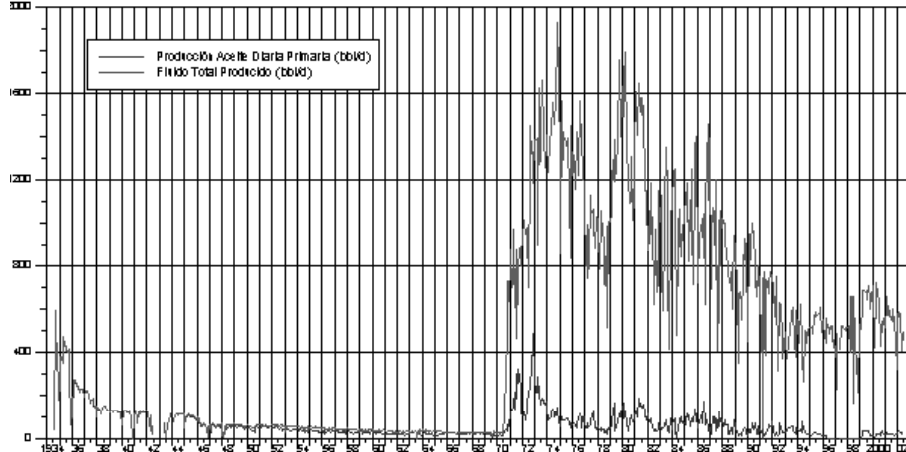
1. Identificación de brechas: (Análisis del Problema)

- Revisión del registro histórico de fallas (Daño en la bomba, Varillas partidas, Tubería rota).



Histórico de fallas por tubería rota que ha presentado el pozo

- Historia de producción del pozo, hacer macheo con el histórico de fallas.



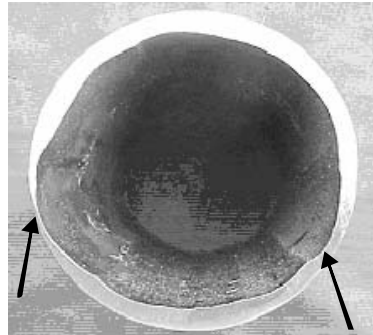
Histórico de producción del pozo

- Revisión de los reportes del taller de bombas (Software de Subsuelo).

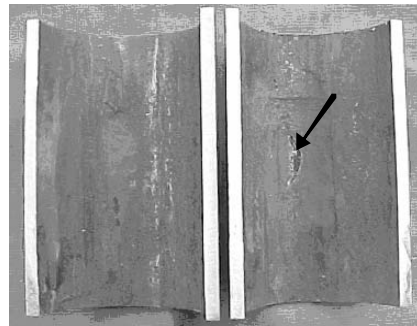
El pozo presenta actualmente una alta frecuencia de fallas relacionadas principalmente con tubería rota, lu ego problemas de varillas y fallas en la bomba. Desde 1989 hasta mayo de 2002, la frecuencia de falla ha sido de 5.5 fallas por año (72 intervenciones en 161 meses). Lo cual ha representado una pérdida de producción de 561 (34 Bopd x 5.5 fallas año x 3 días) barriles año y un costo aprox. de los trabajos por US \$12,000 año (5.5 x 1.5 x US\$ 1600 + tubería y varillas). (Martínez y otros 2003).

2. Identificación de primeras causas: (Análisis de Causa Raíz)

- Las figuras ilustran un tramo de tubería rota que fue retirada del pozo a una profundidad de 2860 pies, a 58 pies por encima de la bomba.



Vista transversal del tubo. Las flechas indican zonas que presentan pérdida de material.



Vista de la superficie interna del tubo. La flecha indica la grieta pasante que ocasionó la fuga de fluido

- El tubo presentó grieta pasante. Presenta pérdida de material y su morfología indica rozamiento entre la tubería y la varilla, adicionalmente residuos de corrosión en la superficie interna.

Las posibles causas pueden ser: Pozo desviado, pandeo o movimiento de la tubería al subir el pistón y golpe de fluido por deficiencia en el llenado de la bomba. (Martínez y otros 2003).

3. Identificación de causas raíces: (Análisis de Causa Raíz)

- Con respecto a causa probable de la desviación del pozo, no existen registros de desviación del pozo. El alto costo de correr un registro de desviación comparado con el aporte neto del pozo limitó esta alternativa de verificación. Sin embargo, el pozo fue perforado en 1938 la tecnología de perforación de la época no garantizaba pozos rectos, por lo tanto esta causa probable no fue eliminada.
- Análisis del pandeo de la tubería. De acuerdo con el estado mecánico del pozo, la tubería nunca ha sido anclada. Se analizó teóricamente la posibilidad que el pozo este presentando pandeo de la tubería de producción. Los valores obtenidos indican que la tubería, en una longitud de 473 pies por encima de la bomba presenta pandeo durante la carrera ascendente del pistón, por lo tanto se mantiene como causa probable.
- Análisis de la causa relacionada con golpe de fluido de la bomba. Se revisaron las condiciones de operación de la bomba (Dinagrama) antes de ocurrir la falla. Los reportes indican un llenado óptimo de la bomba (93%) y un nivel de fluido sobre la bomba de 704 pies, por lo tanto esta causa es eliminada.

La presencia de residuos de corrosión y la morfología de desgaste de la superficie interna indican que se estaba presentando un ambiente corrosivo sobre la superficie interna del tubo. Se determinó evaluar el ambiente corrosivo del pozo.

- Inicialmente, los análisis de laboratorio de los residuos indicaban la presencia de siderita, compuesto químico que se produce en la superficie de los aceros sometidos a ambientes corrosivos dulces (CO₂).
- Las pruebas electroquímicas para medir la corrosividad del agua producida por el pozo reportan un valor de 10.4 mpy, lo cual según Norma NACE RP0775 se clasifica como un ambiente corrosivo alto.

El daño en la tubería es causado por la pérdida de material debido al efecto combinado de corrosión y rozamiento. Donde el rozamiento entre los acoples y la tubería es ocasionado por:

- *Pandeo de la tubería de producción 500 pies por encima de la bomba durante la carrera ascendente del pistón.*
- *Desviación del pozo en el sector de 1500 a 2000 pies. (Martinez y otros 2003).*

4. Generación de lecciones aprendidas y recomendaciones: (Desarrollo de la Solución)

- La causa del daño es un efecto combinado de rozamiento corrosión. Desde el punto de vista de la corrosión se evaluó la alternativa de utilizar un acero aleado más resistente a la corrosión, utilizar tubería con recubrimientos internos, utilizar rotadores de tubería ó la implementación de un programa de inhibidores de corrosión. El análisis económico indica que un programa de aplicación de inhibidores es más económico.
- Desde el punto de vista del rozamiento entre acoples y tubería, se analizaron diferentes alternativas de solución como fue el uso de centralizadores, rotadores de varilla y tubería. Se recomendó la instalación de varillas con centralizadores en el sector de 1500 a 2000 pies y correr el tubing con un ancla de tensión localizada a 30 pies por encima de la bomba. (Martinez y otros 2003).

5. Resultados:

Reducción de frecuencia de fallas (pendiente el dato de campo)

6. Participantes:

Ing. Juan Pablo Padilla SOL
Ing. Heider Arévalo SOL
Ing. Víctor Julio Ortiz SMA
Ing. Carlos Eduardo Sarmiento SOL

7. Recomendaciones para mejorar el taller:

Ninguna.

8. Anexos: