



**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
APROVISIONAMIENTO DE MATERIALES CONSUMIBLES Y
SUMINISTROS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS
PETROLEROS”**

**Trabajo de Investigación presentado
para optar al Grado Académico de
Magíster en Supply Chain Management**

Presentado por:

Ing. Enzo Crosato Diaz

Ing. Adán Allyosha Obregón Jáuregui

Ing. Andrés Soriano Valdivia

Asesor: Profesor Mario Chong

2016

Dedicamos esta tesis a todas aquellas personas que nos acompañaron en este largo camino; familiares, amigos y profesores de la maestría, con quienes compartimos gratas experiencias en lo personal y profesional.

Resumen ejecutivo

El mundo no es ajeno a la caída del precio del petróleo crudo. El impacto en las industrias de hidrocarburos ha sido y es muy grande. La empresa Deloitte estima que cerca de un tercio de firmas petroleras está en riesgo de quiebra. El reporte está basado en una revisión de más de 500 compañías de exploración y producción de petróleo y gas natural de todo el mundo¹.

Esta tendencia obliga a las empresas del sector a gestionar eficientemente sus procesos con la finalidad de apalancar la falta de ingresos, con la generación de ahorros mediante la eficiencia de sus procesos.

El presente proyecto de investigación desarrolla la mejora en el proceso de aprovisionamiento y distribución de materiales consumibles y repuestos desde su situación operativa actual hasta un modelo optimizado, estructurado y sostenible. Esto se aplica al proceso del área de compras y abastecimiento de la empresa Schlumberger Del Perú S.A.; sin embargo, las metodologías aplicadas pueden ser aplicadas en cualquier sector. El objetivo general es la reducción de costos, disminución en los tiempos de entregas deseables por la operación y un óptimo manejo de recursos, desarrollando mediciones adecuadas para asegurar su mejora continua².

La propuesta de este trabajo de investigación contempla la implementación de un modelo VMI (manejo de inventario por parte del proveedor) para los materiales consumibles y repuestos no críticos. El objetivo general del proyecto es obtener una reducción de costos y gastos en el área de aprovisionamiento y gestión de inventarios para los materiales consumibles y repuestos en la empresa Schlumberger del Perú S.A. mediante la implementación de un sistema colaborativo VMI.

Los objetivos específicos del presente proyecto están orientados a reducir los días de cobertura inventario, disminuir la operatividad transaccional relacionada al aprovisionamiento de MRO, el incremento materiales negociados vía catálogo, así como reducir el tiempo de aprovisionamiento de materiales.

¹ Comentarios de Carlos Villajuana, Consultor estratégico y en gestión empresarial quien fuera entrevistado por los autores para la presente investigación.

² Comentarios de José Gabriel Del Castillo Mori, experto en áreas de operaciones y productos de consumo quien fuera entrevistado por los autores para la presente investigación.

Índice

Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos	vii
Índice de anexos	ix
Resumen ejecutivo.....	iii
Capítulo I. Introducción.....	1
Capítulo II. Descripción de la empresa	5
1. Reseña histórica	6
2. Visión y misión.....	6
3. Grupos de negocios de la empresa.....	7
4. Estructura organizacional.....	8
5. Estructura de la cadena de suministro del sector	9
5.1 Upstream.....	9
5.2 Midstream	10
5.3 Downstream.....	10
6. La cadena de suministro de la empresa.....	11
7. Cadena de valor de la empresa.....	13
Capítulo III. Diagnóstico de la empresa.....	15
1. Mapa estratégico de la empresa.....	16
2. Tablero de gestión estratégica en Schlumberger del Perú S.A.	17
3. Análisis del gasto de la empresa (spend analysis)	20
4. Análisis de compras internacionales versus locales.....	22
5. Análisis del gasto de la sub categoría de suministros, materiales y repuestos.....	23
6. Gasto logístico en Schlumberger del Perú S.A.	24
7. Value Stream Map del proceso de abastecimiento y distribución para la sub categoría de MRO (materiales consumibles y repuestos).....	25
8. Diagnóstico actual del inventario de materiales MRO	26
9. Diagnóstico del actual consumo de materiales	28
10. Cálculo de cobertura de inventario	30

Capítulo IV. Planteamiento y definición del problema	31
1. Selección de los problemas encontrados.....	32
2. Identificación del problema principal	32
2.1 En base a los procesos de cadena de suministro	36
2.2 En base a los riesgos	36
2.3 En base a la infraestructura	37
2.4 En base a factores externos	37
Capítulo V. Propuesta de mejora en Schlumberger del Peru S.A.	38
1. Evaluación para elegir la mejor alternativa de VMI.....	41
2. Propuesta de solución: Vendor managed inventory (VMI)	43
3. Modelo propuesto	44
3.1 Reducción de cobertura de inventario.....	45
3.2 Reducción de transacciones relacionadas a MRO	47
3.3 Incremento de porcentaje de ítems negociados vía catálogo	47
3.4 Disminución del lead time de aprovisionamiento.....	48
3.5 Impacto del proyecto en el medio ambiente	49
4. El proyecto.....	51
4.1 Acta de constitución.....	51
4.2 Plan de dirección del proyecto.....	51
4.2.1 Fase 1: Dirección del proyecto	52
4.2.2 Fase 2: Requisitos	52
4.2.3 Fase 3: Selección del proveedor	52
4.2.4 Fase 4: Implementación	53
4.2.5 Fase 5: Pruebas y control	53
4.3 Gestión del tiempo del proyecto	53
4.4 Gestión de calidad del proyecto.....	53
4.5 Gestión de los recursos humanos.....	54
4.6 Gestión de riesgos	56
4.7 Análisis financiero	57
Conclusiones y recomendaciones	59
Bibliografía	60
Anexos	64
Nota biográfica	79

Índice de tablas

Tabla 1.	Definición de indicadores para el cuadro de mando integral y objetivos.....	18
Tabla 2.	Detalle de compras por categoría en base a líneas y órdenes de compra emitidas	21
Tabla 3.	Listado de principales proveedores de MRO	23
Tabla 4.	Matriz de influencia y dependencia de las oportunidades de mejora en Schlumberger del Perú S.A.....	34
Tabla 5.	Matriz de priorización de oportunidades de mejora en Schlumberger del Perú S.A.....	35
Tabla 6.	Comparación entre alternativa de abastecimiento	39
Tabla 7.	Comparación entre alternativa de abastecimiento	41
Tabla 8.	Proyección de cobertura de MRO no crítico bajo escenario actual.....	45
Tabla 9.	Proyección de cobertura de MRO no crítico bajo modelo VMI.....	46
Tabla 11.	Resumen de ahorro anual de TM de CO2 en viajes aéreos	50
Tabla 12.	Resumen de ahorro anual de TM de CO2 en viajes terrestres.....	50
Tabla 13.	Project chart.....	51
Tabla 14.	Proceso de análisis de requerimiento de software y entrega	54
Tabla 15.	Indicadores de gestión de calidad del proyecto	54
Tabla 16.	Riesgos del proyecto.....	56
Tabla 17.	Cálculo de la pérdida esperada por riesgo asociado	57

Índice de gráficos

Gráfico 1.	Producción nacional de petróleo crudo por zonas	1
Gráfico 2.	Evolutivo del precio del crudo	3
Gráfico 3.	Estructura geográfica de Schlumberger.....	5
Gráfico 4.	Línea de tiempo de Schlumberger en el mundo	6
Gráfico 5.	Línea de tiempo de Schlumberger en el Perú	6
Gráfico 6.	Grupos de negocio de Schlumberger.....	7
Gráfico 7.	Organigrama de la Gerencia de Supply Chain Management.....	9
Gráfico 8.	Cadena de suministro del sector	11
Gráfico 9.	Cadena de suministro de Schlumberger	11
Gráfico 10.	Cadena de valor de Schlumberger	14
Gráfico 11.	Mapa estratégico de Schlumberger del Perú S.A.	16
Gráfico 12.	Cuadro de Mando Integral en Schlumberger del Perú S.A.	19
Gráfico 13.	Clasificación de las compras por categorías en Schlumberger del Perú S.A. .	20
Gráfico 14.	Distribución de las compras por categoría en Schlumberger del Perú S.A.	21
Gráfico 15.	Distribución del gasto en Schlumberger del Perú S.A.	22
Gráfico 16.	Ubicación de los proveedores sub categoría MRO dentro de la matriz de gestión de proveedores	24
Gráfico 17.	Tendencia del costo logístico en Schlumberger del Perú S.A.	25
Gráfico 18.	VSM Proceso de abastecimiento y distribución.....	26
Gráfico 19.	Distribución del inventario de MRO no crítico según almacén en Perú	27
Gráfico 20.	Histograma del lead time de aprovisionamiento de los materiales MRO.....	27
Gráfico 21.	Consumos de MRO histórico valorizado por almacén de destino.....	29
Gráfico 22.	Distribución del consumo anual de MRO según almacén.....	29
Gráfico 23.	Matriz de influencia y dependencia de las oportunidades de mejora en Schlumberger del Perú S.A.....	34
Gráfico 24.	Diagrama causa-efecto – Oportunidad de mejora para el alto valor de días de inventario para materiales consumibles y repuestos.....	36
Gráfico 25.	Evolución del manejo del inventario	38
Gráfico 26.	Pre requisitos para la implementación de VMI	41
Gráfico 27.	Cuestionario previo para aplicación de VMI.....	42
Gráfico 28.	Modelo básico de VMI.....	43

Gráfico 29.	Modelo propuesto VMI e interrelación entre las áreas funcionales de la empresa.....	44
Gráfico 30.	Aplicación de la Matriz de Krajlíc al modelo propuesto.....	48
Gráfico 31.	Estructura de descomposición de trabajo del proyecto.....	52
Gráfico 32.	Equipo de trabajo del proyecto.....	55
Gráfico 33.	RACI del proyecto.....	56
Gráfico 34.	Mapa de riesgos del proyecto.....	57

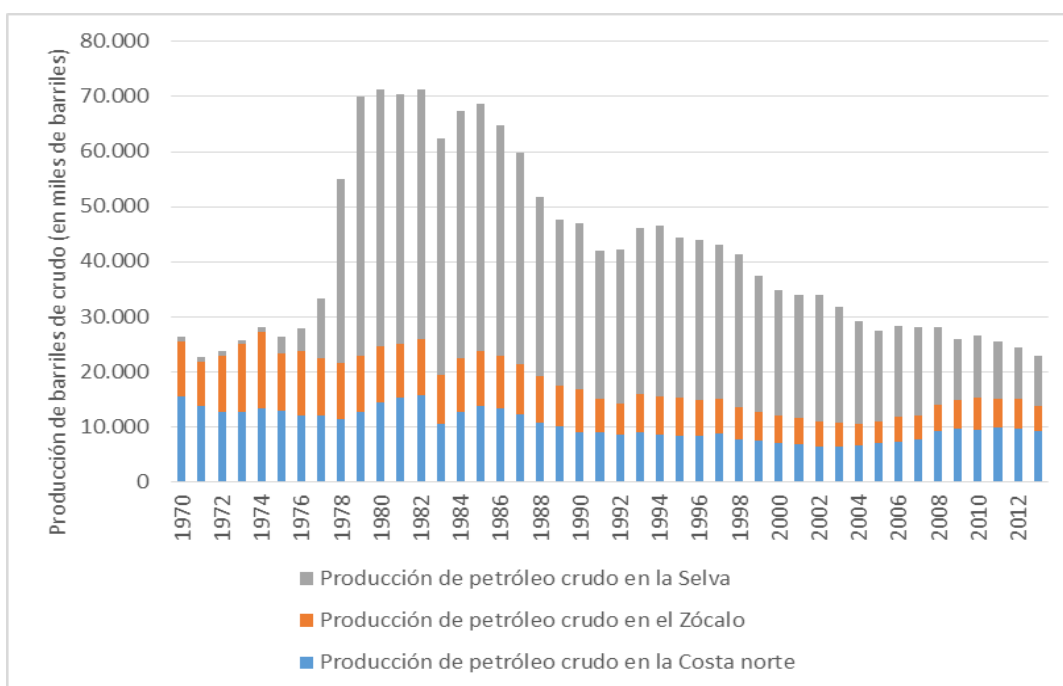
Índice de anexos

Anexo 1.	Lotes con contratos para operaciones petroleras en el Perú	65
Anexo 2.	Consumo del inventario	66
Anexo 3.	Equipos solicitados enero-diciembre 2015.....	67
Anexo 4.	Resultados de la encuesta para la aplicación de un modelo VMI.....	68
Anexo 5.	Proyección de cobertura de inventario del escenario actual.....	69
Anexo 6.	Proyección de cobertura de inventario del escenario pesimista	70
Anexo 7.	Viajes aéreos.....	71
Anexo 8.	Kilómetros de traslados terrestres	72
Anexo 9.	Servicios ejecutados y proyectados para Schlumberger.....	73
Anexo 10.	Diagrama de Gantt del proyecto.....	74
Anexo 11.	Lista de entrevistados	75
Anexo 12.	Resumen de ahorros generados según escenario optimista, moderado y pesimista (miles de dólares)	77
Anexo 13.	Resumen de ahorros generados en cada escenario según flujo de efectivo (miles de dólares)	78

Capítulo I. Introducción

La producción peruana de barriles de petróleo desde el 2010 a la fecha es de alrededor de 25 millones anuales, menos del 35% de la producción ocurrida entre los años 1978 y 1982 que fue cercana a los 70 millones de barriles de petróleo anuales³. Esta tendencia se observa en el gráfico 1 (Ministerio de Energía y Minas, MINEM, 2015).

Gráfico 1. Producción nacional de petróleo crudo por zonas



Fuente: Ministerio de Energía y Minas, MINEM, 2015.
Elaboración: Propia, 2016.

Adicionalmente, desde 1986 hasta 1999 se explotaban el 12% de las reservas del petróleo crudo probado; sin embargo, desde el 2008 solo se están usando el 5% de los 633 millones de barriles anuales en reservas probadas⁴.

La producción diaria de barriles de petróleo ha bajado de 70.000 a 60.000 barriles; es decir, aproximadamente un 14% respecto al mismo periodo del año pasado. En el anexo 1 se aprecia el mapa del Perú con los lotes de contratos para operaciones petroleras (MINEM 2015). De esta manera se puede observar que la gran mayoría de actividades ocurren entre la Selva y la zona costera.

³ Comentarios de Francisco Garmendia, experto en Director Corporativo de Compras de Yanbal International, quien fuera entrevistado por los autores para la presente investigación.

⁴ Comentarios de Francisco Garmendia.

Al cierre del 2015 la producción de hidrocarburos líquidos correspondió a 18,84 millones de barriles del lote 88 (34,6%), 11,6 millones corresponden al lote 56 (21,2%) y 24,08 millones corresponden a otros lotes (44,2%). La producción promedio fue de 149.400 barriles al día, lo que representa una caída del 13,5% en el año 2014 (Sección Economía 2016).

Los principales impactos de la extracción de petróleo son la deforestación, el conflicto indígena, la pérdida de biodiversidad, la contaminación de suelo y agua, la contaminación del aire, etcétera (WWF 2015). Debido a esto, las protestas han sido constantes en las cuencas afectadas por los derrames de los hidrocarburos. Estas protestas se enfocan en demandas ante Pluspetrol pero también están enfocadas en demandas ante el gobierno y pasivos petroleros que datan de 1979 (Luna 2015).

A principios del 2015, 16 pozos petroleros de la empresa Pluspetrol fueron paralizados por cerca de 400 indígenas de la zona quienes exigían, de manera consensuada, una indemnización por supuestas contaminaciones de crudo en sus tierras y la incorporación de una empresa comunal que trabaje en el lote, esto según Carlos Sandi, presidente de la Federación de Comunidades Nativas. El gobierno declaró en emergencia ambiental varias zonas del lote correspondiente debido a que en los últimos años ocurrieron derrames y se midieron altos niveles de contaminación (Sección Empresas 2015).

Estas demandas sociales han ocasionado que en el mes de julio Perupetro rescindieran los contratos con el Estado peruano, y que se paralicen las labores del lote 109 que venía operando desde finales del 2011. La empresa Korea National Oil rescindió el contrato del lote 115. La empresa argumentó que esta decisión se debe a los problemas sociales y las demoras que generan la implementación y aceptación del estudio de impacto ambiental (Sección Operaciones están paralizadas 2014).

Dentro de la economía del Perú, el sector de hidrocarburos tiene una gran importancia. En el 2013 generó el 4% del PBI y tuvo una presión tributaria del 9%. En el 2014, recaudó el 40% del impuesto selectivo al consumo (ISC) y el monto por regalías superó los US\$ 7.000 millones entre el 2007 y junio del 2014 (Osinergmin 2015). Sin embargo, desde mediados de septiembre del 2014 el precio del crudo de petróleo cayó a más del 70%, una caída histórica que no ocurría desde hace más de 20 años. Muchas variables se conjugan para explicar este fenómeno: el petróleo no convencional de Estados Unidos, la reanudación de las exportaciones de Libia que aumentaron la oferta, el valor del dólar que se incrementa a nivel mundial, y la reducción de la

demanda de China y Europa (Anderson 2015). A esto se suma la entrada de más de un millón de barriles diario de Libia tras su despenalización proyectada al 2016⁵ (Bolsamanía 2016).

A partir de julio del 2014 el precio West Texas Intermediate (WTI) del barril de crudo petróleo bajó desde US\$ 100 hasta US\$ 30⁶ (U.S. Energy Information Administration s.f.) como se observa en el gráfico 2.

Gráfico 2. Evolutivo del precio del crudo



Fuente: U.S. Energy Information Administration s.f.)
Elaboración: Propia, 2016.

«El derrumbe de los precios del petróleo se convirtió en una derrota» (Adams 2016). Se considera una derrota porque las empresas petroleras tienen que afrontar una situación de permanente ahorro de costos. Las compañías petroleras que tenían planeado llegar al punto de equilibrio de US\$ 60 por barril de crudo ahora deben volver a plantearse el escenario de bajarlo a US\$ 50⁷.

Según Luis Federico Florio, economista y periodista: «Los menores ingresos y beneficios golpean las cotizaciones y obligan a las grandes empresas del sector a desinvertir, a recortar empleo y a reorientar sus estrategias para buscar el máximo rendimiento a la vista de un barril

⁵ Comentarios de Manuel Del Carpio, experto en desarrollo, implementación y operación de modelos de gestión, quien fuera entrevistado por los autores para la presente investigación.

⁶ Comentarios de Manuel Del Carpio.

⁷ Comentarios de Manuel Del Carpio.

que no repunta» (Florio 2015). Según un estudio de Wood Mac, se pospusieron 68 proyectos desde que los precios del crudo llegaron a su pico en el 2014, lo que representan US\$ 380.000 millones de gasto de capital (Angus 2016). Las reservas por unos 27.000 millones de barriles de equivalente de petróleo, o 2,9 millones de barriles diarios de producción de líquidos, no verán la luz hasta principios de la próxima década, más tarde de lo previsto⁸ (Adams 2016).

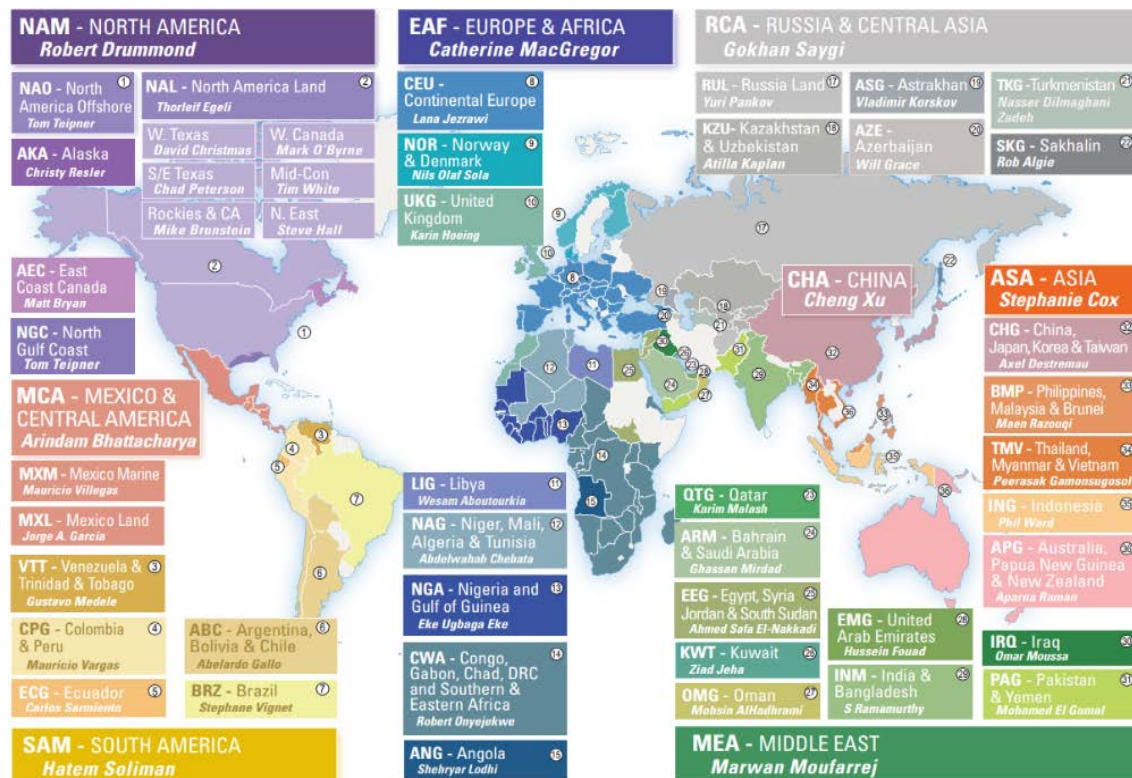
⁸ Comentarios de Manuel Del Carpio.

Capítulo II. Descripción de la empresa

El presente capítulo describe la organización en estudio partiendo desde su descripción, historia, visión, misión, cadenas de suministro del sector y cadena de valor.

Con más de 123.000 empleados a nivel mundial, con presencia en más de 90 países y unos ingresos brutos de más de US\$ 45,3 billones en el 2014 (Schlumberger 2014). La empresa Schlumberger es reconocida globalmente como la empresa líder en brindar servicios de alta tecnología en la industria petrolera. Al ser una organización global y con el objetivo de alcanzar sus metas propuestas desde el punto de vista de sus empleados, clientes, proveedores y accionistas, ha desarrollado una organización geográficamente dividida por áreas las cuales se subdividen en regiones que a su vez se encuentran compuestas por países. En el gráfico 3 se observa la estructura actual de la empresa desde el punto de vista geográfico.

Gráfico 3. Estructura geográfica de Schlumberger



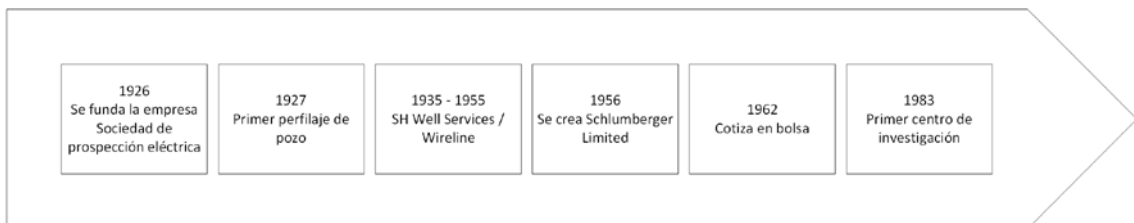
Fuente: Schlumberger, 2014.

Perú, como unidad de negocios, se ubica dentro de la región de CPG junto con Colombia, región que depende del área de SAM (Sudamérica).

1. Reseña histórica

A continuación se muestran dos líneas de tiempo para los momentos claves de la empresa en la industria de hidrocarburos, tanto en el mundo como en el Perú.

Gráfico 4. Línea de tiempo de Schlumberger en el mundo



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

Gráfico 5. Línea de tiempo de Schlumberger en el Perú



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

2. Visión y misión

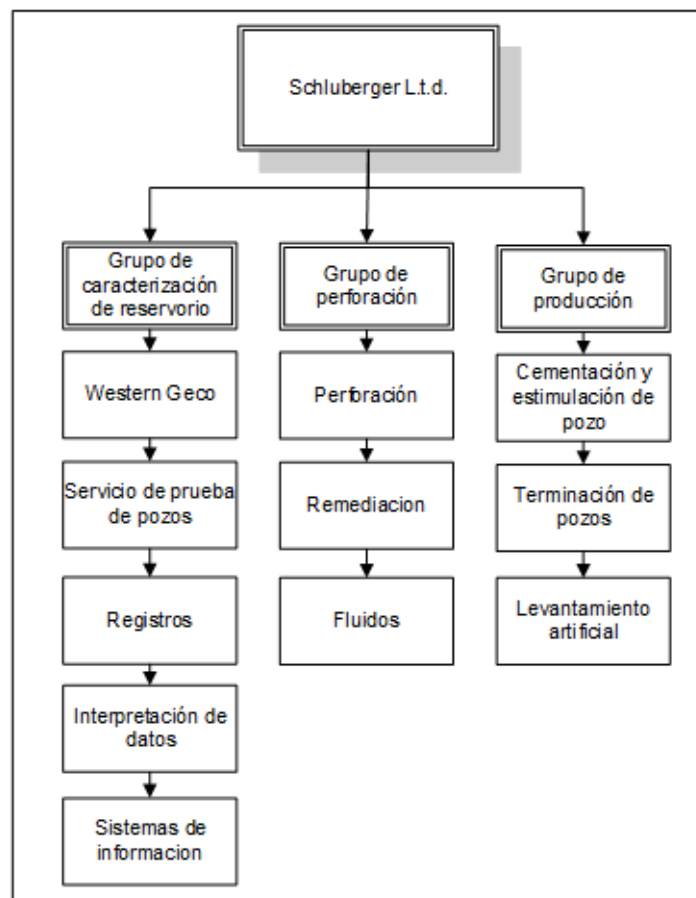
La visión de Schlumberger es ser una empresa que prevé el futuro de la industria petrolera mediante la tecnología avanzada y el desarrollo del personal, con el fin de otorgar un excelente servicio al cliente. Lograr un crecimiento sólido y rentable es lo que se espera para ser la mejor y más grande empresa de asesoría y prestación de servicios del mundo.

En cuanto a su misión, es ser líder en tanto la asesoría y prestación de servicios en la industria petrolera, proporcionando servicios integrales, soluciones innovadoras a través de la tecnología con gente comprometida para poder superar las expectativas de sus clientes (Schlumberger 2014).

3. Grupos de negocios de la empresa

Como se puede observar en el gráfico 6, los servicios que ofrece la empresa a nivel mundial se encuentran divididos por grupos y estos grupos por segmentos de negocio, los cuales se extienden desde consultoría e interpretación de datos hasta la perforación de complicados yacimientos en situaciones adversas. La división en diferentes grupos de negocio se debe a que Schlumberger adquirió diferentes empresas, y cada una de ellas se agrupó en grupos de negocio.

Gráfico 6. Grupos de negocio de Schlumberger



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

Dentro del grupo de caracterización de reservorios tenemos a todos los servicios de toma y registro de datos donde se evalúa la potencialidad del reservorio y se determina dónde se encuentra almacenado el crudo, consultoría e interpretación de datos y venta de *softwares* de la industria petrolera. Dentro del grupo de perforación se tienen los servicios de perforación, remediación y fluidos de perforación así como el alquiler de brocas.

Finalmente, dentro del grupo de producción se encuentran los servicios de cementación y estimulación de pozos, levantamiento artificial y la terminación de pozos, así como los procesos de fracturamiento hidráulico para restaurar o mejorar la productividad del pozo los cuales se realizan en todo tipo de formaciones y entornos de depósito.

La maximización de la producción mediante la creación de rutas de depósito de alta conductividad de flujo y el análisis de *software* facilita la selección del tratamiento adecuado para cada entorno⁹.

4. Estructura organizacional

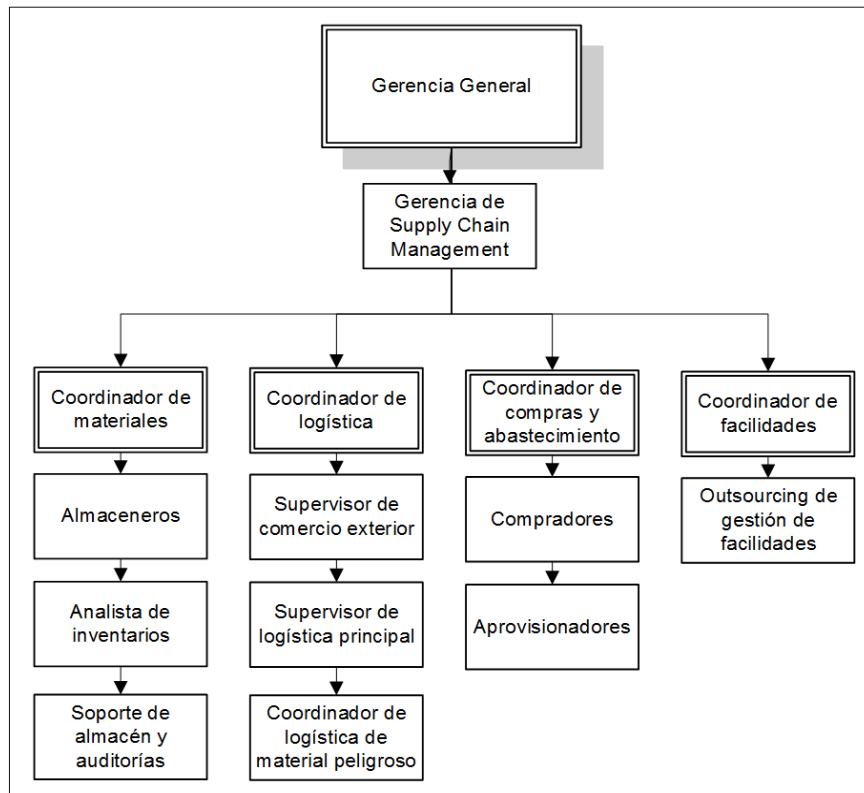
Schlumberger del Perú S.A. cuenta actualmente con 225 empleados, 17% de ellos extranjeros; esta pluriculturalidad enriquece al desarrollo de las operaciones e integración de las personas que componen la organización al compartir las experiencias desarrolladas en diferentes locaciones y aplicándolas en distintas partes del mundo bajo los mismos valores y objetivos¹⁰ (Schlumberger 2014). En el gráfico 7 se identifican las diferentes áreas que reportan a la cadena de abastecimiento.

Los servicios que brinda Schlumberger del Perú S.A. actualmente son los siguientes: perfilaje de pozos petroleros y registro de información; consultoría de datos e interpretación de los mismos; perforación; servicio de alquiler de brocas; servicios de fluidos y remediación; servicio de prueba de pozos; servicios de levantamiento artificial, y servicios de cementación y estimulación de pozos.

⁹ Comentarios de Enrique Alania, gerente del área de Logística de Compañía Minera Antamina, quien fuera entrevistado por los autores para la presente investigación.

¹⁰ Comentarios de Enrique Alania.

Gráfico 7. Organigrama de la Gerencia de Supply Chain Management



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

5. Estructura de la cadena de suministro del sector

La cadena del sector petrolífero corresponde al conjunto de actividades divididas en las etapas de exploración, producción, transporte, refinación y distribución. Para ello es necesario abordar cada una de ellas a través de tres fases: Upstream, Midstream y Downstream¹¹.

5.1 Upstream

La cadena de suministro se inicia con la exploración sísmica o de perforación. Este eslabón abarca las actividades de búsqueda en tierra y zócalo, perforación, evaluación de yacimientos y extracción del petróleo. Esta fase es la más compleja y costosa (Schlumberger 2014), dado que se requiere de costosas inversiones en infraestructura, maquinaria y tecnología que conllevan a la incorporación de sus reservas, así como al mantenimiento y aumento del potencial de la producción.

¹¹ Comentarios de Enrique Alania.

Es por esta razón que el número de empresas dedicadas a brindar este servicio es limitada dado que requiere de un alto soporte de activos a fin de poder llevar a cabo sus actividades¹².

5.2 Midstream

Esta fase intermedia comprende el transporte del crudo desde los yacimientos hasta los puertos de embarque o refinerías, vía marítima o terrestre a través de oleoductos, barcos o camiones. Asimismo, considera el almacenamiento del mismo en los puertos de carga o descarga.

Esta es la etapa más sensible puesto que se requiere de un alto capital que asegure cubrir tanto los volúmenes producidos como los volúmenes demandados en toda la cadena¹³.

5.3 Downstream

Representa el último eslabón y en esta etapa se encuentran todas aquellas actividades de producción y distribución que garanticen el abastecimiento del crudo hacia el cliente final mediante una amplia red de estaciones de servicio, canales propios de venta directa y una amplia red de agentes y distribuidores. En esta etapa participan las refinerías, distribuidores mayoristas, plantas de abastecimiento transportistas, distribuidores minoristas, grifos y consumidores finales.

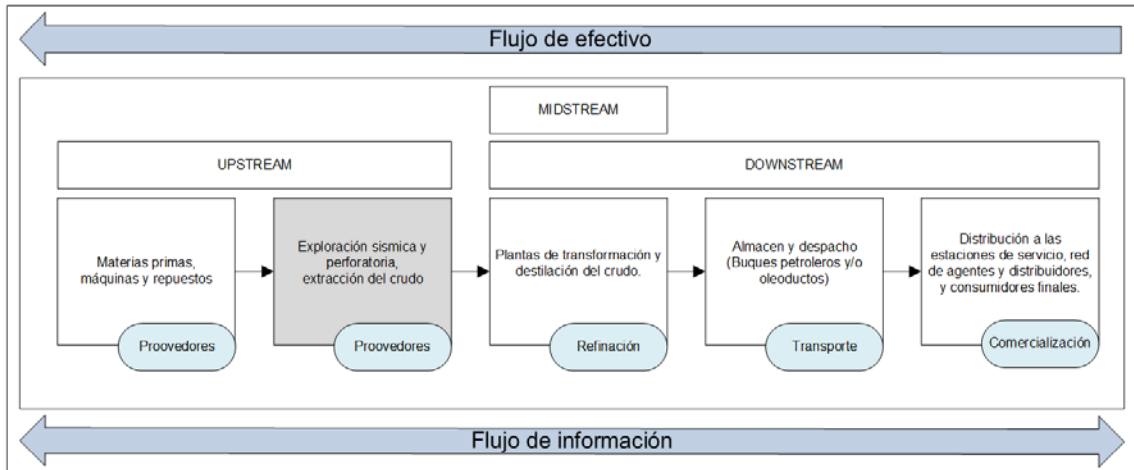
La seguridad y marco legal en esta etapa son variables de suma importancia, dado que cualquier interrupción puede afectar a los consumidores de la manera directa y brusca¹⁴. En el gráfico 8 se muestra la posición que tiene la empresa en el sector.

¹² Comentarios de Manuel Del Carpio.

¹³ Comentarios de Manuel Del Carpio.

¹⁴ Comentarios de Manuel Del Carpio.

Gráfico 8. Cadena de suministro del sector

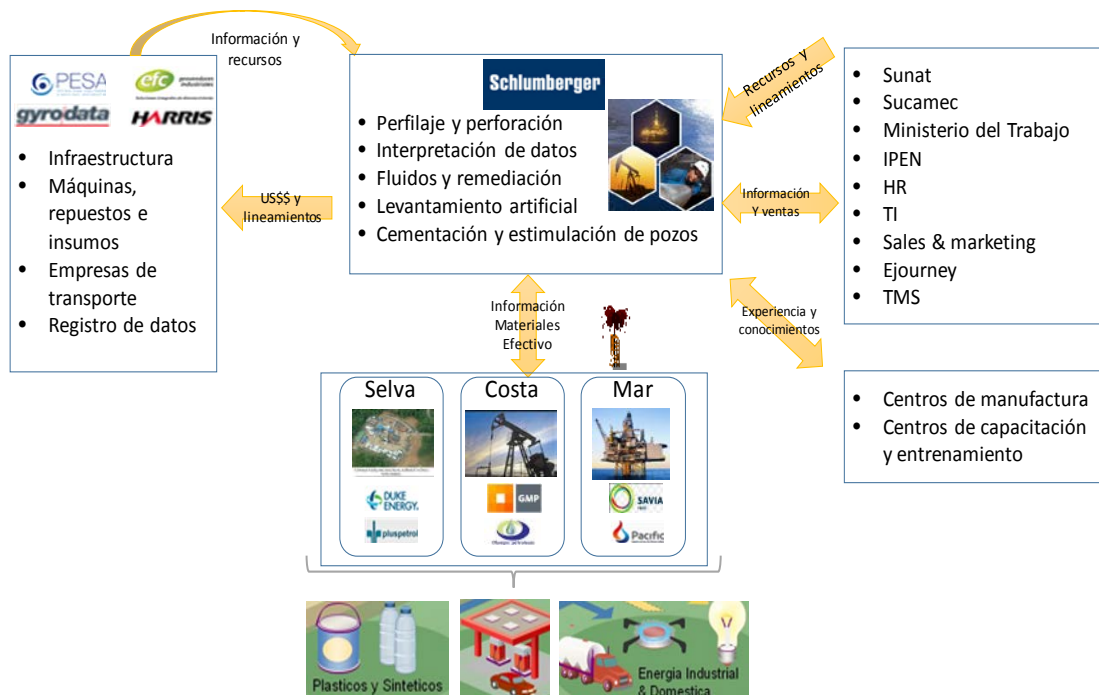


Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

6. La cadena de suministro de la empresa

La cadena de suministro de la empresa que se muestra a continuación contempla todas las entradas y salidas correspondientes al flujo de información, materiales y efectivo a lo largo de toda la cadena de suministro.

Gráfico 9. Cadena de suministro de Schlumberger



Fuente: Elaboración propia, 2016.

La cadena de suministro en Schlumberger del Perú S.A. se encuentra integrada hacia atrás con proveedores críticos y no críticos que pertenecen a las categorías de químicos y logística, equipos de superficie, materiales indirectos y equipos de perforación que proveen bienes y servicios a la operación.

Otras instituciones que integran la cadena de suministro en la empresa y que son de vital importancia en el desarrollo de las actividades son las entidades gubernamentales como el Instituto Peruano de Energía Nuclear (Ipen), la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (Sunat) o la Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil (Sucamec), quienes dan soporte en temas de permisos y licencias además de fiscalizar la operación.

La empresa se encuentra integrada hacia adelante con clientes como BPZ Energy, Gran Tierra Energy Inc, Olympic Peru Inc, Pacific Rubiales Energy S.A., Perenco Perú Petroleum Limited, CNPC Perú y Pluspetrol, entre otras, quienes integran la Sociedad de Hidrocarburos del Perú y mantienen operaciones tanto en la selva como en la costa norte y en costa afuera.

Los proveedores en Schlumberger del Perú S.A. pasan por un proceso de certificación que va de la mano con los estándares y lineamientos de la empresa a nivel mundial. Una herramienta fundamental que utiliza la empresa para incorporar proveedores es el *software* Dow Jones, que permite determinar si algún proveedor mantiene una restricción legal, fiscal o de otra índole que le impida ser parte del *pull* de proveedores de la empresa.

Una vez aprobado el proveedor y tras haber pasado por un proceso de aprovisionamiento, éste se encuentra apto para suministrar el bien o servicio a la empresa. En caso de bienes, las compras se dividen en adquisiciones locales e internacionales además de transferencias y préstamos de activos entre empresas vinculadas; para todos los casos se cuenta con un único punto de entrega en Lima donde se centralizan los pedidos que son recibidos por personal de almacén, quienes son los encargados de registrar e ingresar el bien a los sistemas de almacenamiento (OFS Store) para luego, mediante una desconsolidación de carga, entregar el bien al área logística que moviliza los bienes a las distintas bases de mantenimiento que tiene la empresa en el país, ubicadas en Talara e Iquitos. Los registros de los movimientos se soportan en una herramienta de gestión en plataforma Oracle (TMS).

Una vez que los bienes se encuentran físicamente en las bases de mantenimiento, en el caso de compras locales o internacionales, son ingresados nuevamente en los almacenes a su ubicación final para que queden listos para ser despachados al área de mantenimiento. En caso de transferencias o préstamos de activos entre empresas vinculadas, el activo es entregado directamente a la operación donde pasará por un proceso de mantenimiento antes de ser enviado al lote petrolero correspondiente.

Para cumplir con estos procesos, es necesario mantener un *pull* de proveedores de servicios logísticos muy especializados, así tenemos que se consideran como críticos los proveedores de agenciamiento aduanero y de transporte, ya sea terrestre, aéreo o fluvial.

7. Cadena de valor de la empresa

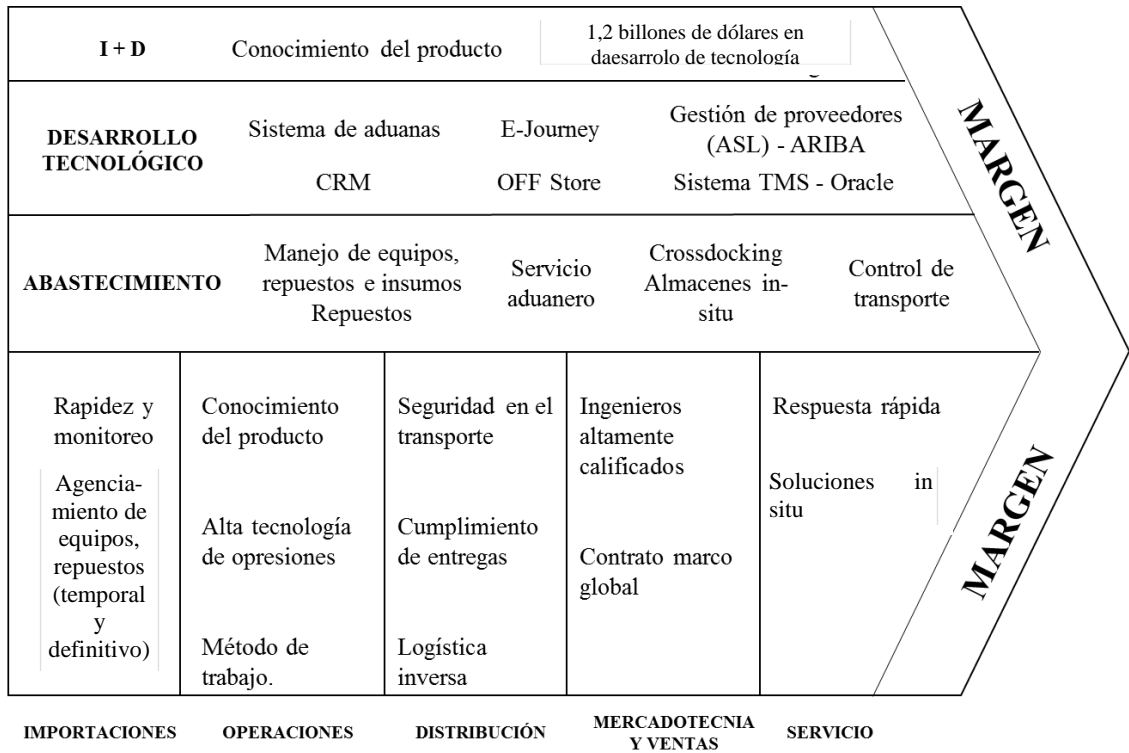
La cadena de valor es posible identificarla como fuente de la ventaja competitiva (Villajuana 2015), tanto en las actividades de apoyo como en las actividades primarias. La principal ventaja competitiva de la empresa es la inversión en Investigación y desarrollo (I&D), ya que es la pionera en el mundo en invertir más de US\$ 1,2 billones en desarrollo de tecnología: con esto se mantiene a la vanguardia en nuevos procesos, materiales y conocimiento del producto (Schlumberger 2014).

El desarrollo tecnológico no solo se basa en I&D: cada eslabón de la cadena de suministro de la empresa está soportado por un *software* de monitoreo y control, los cuales aportan información relevante y en tiempo real para poder tomar decisiones y darle trazabilidad a los activos de la empresa.

Dentro de las actividades primarias Schlumberger, al ser una empresa transnacional, posee métodos de trabajo estándar auditables con las mejores prácticas adquiridas durante muchos años. Adicionalmente, el recurso humano altamente capacitado y especializado posibilita que tengan un alto conocimiento del producto y de la manipulación de éste. En el gráfico 10 se identifican las diferentes variables que se conjugan para elaborar la ventaja competitiva¹⁵.

¹⁵ Comentarios de Carlos Villajuana y Francisco Garmendia.

Gráfico 10. Cadena de valor de Schlumberger



Fuente: Schlumberger, 2014.
 Elaboración: Propia, 2016.

Capítulo III. Diagnóstico de la empresa

En este capítulo se presentará un diagnóstico general enfocado a la cadena de suministro de Schlumberger del Perú S.A. La finalidad del diagnóstico es detectar algunos puntos de mejora dentro de la cadena de suministro de la empresa y proponer acciones que lleven a la mejora de los procesos y colaboren con la empresa para conseguir los resultados propuestos.

Se abordará el diagnóstico analizando los objetivos estratégicos de la empresa desde la perspectiva financiera, considerando qué resultados esperan los accionistas; luego se tomará la perspectiva de los clientes, perspectiva de procesos y por último, la perspectiva de aprendizaje y desarrollo. Esto con el objetivo de detectar los procesos claves que afectan a la consecución de los objetivos de la empresa¹⁶.

Luego, mediante la metodología del tablero de gestión estratégica se definirá el tablero de gestión de la empresa, desde la perspectiva financiera, comercial, de procesos y de capacitación, y se analizarán los principales indicadores que soportan las medidas de control y medición para llegar a dichos objetivos planteados¹⁷.

Una vez definidos el mapa estratégico de Schlumberger del Perú S.A. y luego del análisis de los principales indicadores disponibles mediante la metodología del Cuadro de Mando Integral, se analizará el gasto de la empresa durante 12 meses con la finalidad de establecer el gasto de las categorías que componen la gestión de compras de la empresa¹⁸.

Asociado a estos resultados se medirá el proceso general de abastecimiento y el tiempo de ciclo de este mediante el value stream map, detectando las posibilidades de mejora dentro del mismo¹⁹. Finalmente, con estos puntos definidos, se realiza un diagnóstico general de la cadena de suministro de Schlumberger del Perú S.A. para plantear mediante un diagrama de causa efecto la principal causa raíz del problema identificado y proceder, en un siguiente capítulo, a proponer alternativas de solución²⁰.

¹⁶ Comentarios de Enrique Alania, y de Francisco Garmendia.

¹⁷ Comentarios de Carlos Villajuana.

¹⁸ Comentarios de Enrique Alania, y de Francisco Garmendia.

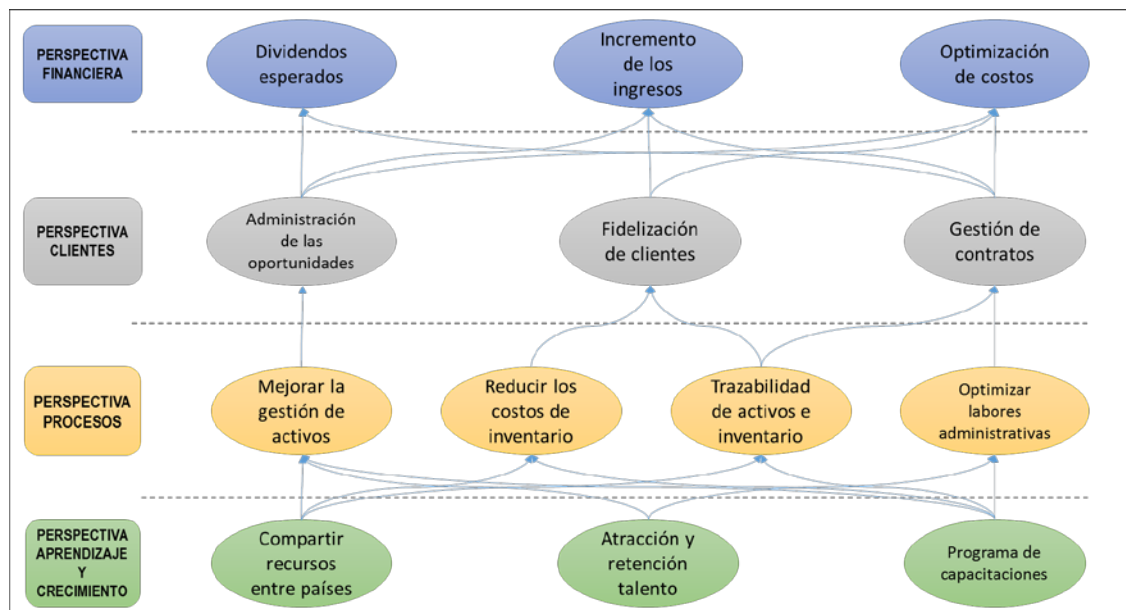
¹⁹ Comentarios de Manuel Del Carpio, Enrique Alania, y de Francisco Garmendia.

²⁰ Comentarios de Enrique Alania.

1. Mapa estratégico de la empresa

Se ha elaborado el mapa estratégico de la empresa con la finalidad de tener una visión general y macro de la estrategia de la organización y de alinear los procesos y actividades cruciales en el desarrollo y alcance de los objetivos de la empresa²¹. A continuación se presenta el gráfico 11 asociado a las perspectivas financieras, del cliente, de procesos y de aprendizaje y crecimiento.

Gráfico 11. Mapa estratégico de Schlumberger del Perú S.A.



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

Desde la perspectiva financiera, al ser una organización de lucro, la empresa alinea sus procesos y actividades a la obtención de mayores dividendos a favor de sus *stakeholders* a base del incremento de sus ingresos y mediante una política agresiva de optimización de costos (Schlumberger 2014).

Asociado a esta perspectiva y para lograr los objetivos financieros, la empresa propone desde la perspectiva de clientes una administración de las oportunidades relacionadas a los servicios de exploración, perforación y producción de pozos de petróleo y gas. Según la empresa, en la actualidad mantiene una participación del mercado local de 70% (Schlumberger 2014); esto muestra lo agresivo de sus acciones relacionadas a este aspecto.

²¹ Comentarios de Enrique Alania.

Para lograr los objetivos en cuanto a la perspectiva de cliente se desarrollan procesos de soporte para asegurar también la calidad del servicio y, con esto, la fidelización de los clientes. Entonces, desde la perspectiva de los procesos, la empresa alinea las acciones que se ejecutan y establece una mejora continua en la gestión de sus activos, manteniendo una visibilidad constante de sus inventarios y stocks con la rotación de sus activos a nivel mundial, estrategia que le ha servido para reducir sus costos de depreciación y lograr una utilización importante de sus equipos y herramientas de alta tecnología (Schlumberger 2014).

Adicionalmente, la empresa se centra en reducir los costos de inventario, en aplicar la mejora continua de procesos y en la obtención del máximo beneficio de sus recursos. Para lograr estos objetivos, y desde la perspectiva de aprendizaje y crecimiento, la empresa considera de vital importancia la atracción y retención del talento, es por eso que desarrolla programas de contratación con las principales universidades del país y del mundo; asociado a esto, el desarrollo técnico y gerencial de sus colaboradores está implícitamente envuelto en el éxito de sus objetivos como organización (Schlumberger 2014).

Es importante señalar que tanto el mapa estratégico de la empresa y el tema del presente trabajo van alineados de acuerdo a los objetivos de la empresa pues, al desarrollar un modelo de gestión basado en la optimización de los suministros de los materiales de consumo y repuestos, se estaría colaborando con la gestión de inventarios, reduciendo los costos unitarios de los materiales consumibles y repuestos, además de mejorar la productividad del personal a cargo de estas tareas. Esto permitirá que el área comercial tenga mayor fiabilidad porque cuenta con estos materiales para realizar el mantenimiento de sus equipos y herramientas, y cumplir con los plazos de entrega de los proyectos, colaborando con la calidad de servicio y fidelizando al cliente. Finalmente, los resultados de esta gestión se verán reflejados en los beneficios económicos de la empresa²².

2. Tablero de gestión estratégica en Schlumberger del Perú S.A.

Según la definición de tablero de gestión estratégica propuesta en el libro *Estratejiendo: Plan Estratégico y Balanced Scorecard* del autor Carlos Villajuana (2013) «[...] el cuadro de mando integral es un sistema de gestión que traduce las metas y las estrategias en un conjunto de indicadores para conocer, controlar y aumentar el nivel de efectividad de una empresa».

²² Comentarios de Manuel Del Carpio, Enrique Alania, y Francisco Garmendia.

Desde la elaboración del tablero de Gestión Estratégica para Schlumberger del Perú S.A. se definirá el control de la gestión en temas de cadena de suministro, asociando resultados de indicadores desde la perspectiva financiera, del cliente, de procesos internos claves y de formación y crecimiento del personal en base a los objetivos estratégicos dispuestos en el punto 3.1. El resultado de estos indicadores será comparado con los objetivos propuestos por la empresa con la finalidad de establecer si su desempeño es el adecuado²³.

Los indicadores de gestión que se definirán están asociados a la estrategia de la empresa sobre la cadena de suministro. La definición de cada indicador y el objetivo marcado por la empresa para el periodo se presentan en la tabla 1²⁴.

Tabla 1. Definición de indicadores para el cuadro de mando integral y objetivos

Perspectiva	#	Indicador	Definición	Objetivo
Perspectiva financiera	A.	Utilidad operativa	Mide en porcentaje la eficiencia de la empresa en generar ingresos durante un periodo determinado.	20%
	B.	Costo de logística/ingresos	Mide en porcentaje la eficiencia del manejo de costos del área logística, la cual debe ir alineada a la tendencia de los ingresos.	<=6.5%
Perspectiva del cliente	C.	Participación de mercado	Mide en porcentaje el desempeño de la empresa en el mercado en relación a los competidores.	>=70%
	D.	Operaciones en proceso	Mide la cantidad de taladros y operaciones disponibles en el país.	N/A
Perspectiva de procesos internos orientado a la cadena de suministro	E.	<i>On time submission</i>	Medido en porcentaje, mide la efectividad de edición del comprador respecto a una requisición interna.	>=75%
	F.	Catálogos versus requisiciones especiales	Mide en porcentaje la efectividad del área de aprovisionamiento en generar contratos con precios negociados.	85%
	G.	Leg 6	Mide en días y en promedio la cantidad de días que un material de inventario permanece en aduana.	85% procesos <=5 días
	H.	Días de repuestos	Mide en días y en promedio la cantidad de días que un repuesto permanece en el almacén.	Reducción 10% respecto a 2014
	I.	Exactitud de inventario	Mide en porcentaje la fidelidad de información respecto a mi inventario físico versus sistemas.	>=98%
Perspectiva de aprendizaje y crecimiento	J.	Cumplimiento de capacitaciones	Mide la cantidad de capacitaciones exitosamente completadas versus el plan anual de capacitaciones.	>=80%

Fuente: Schlumberger 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

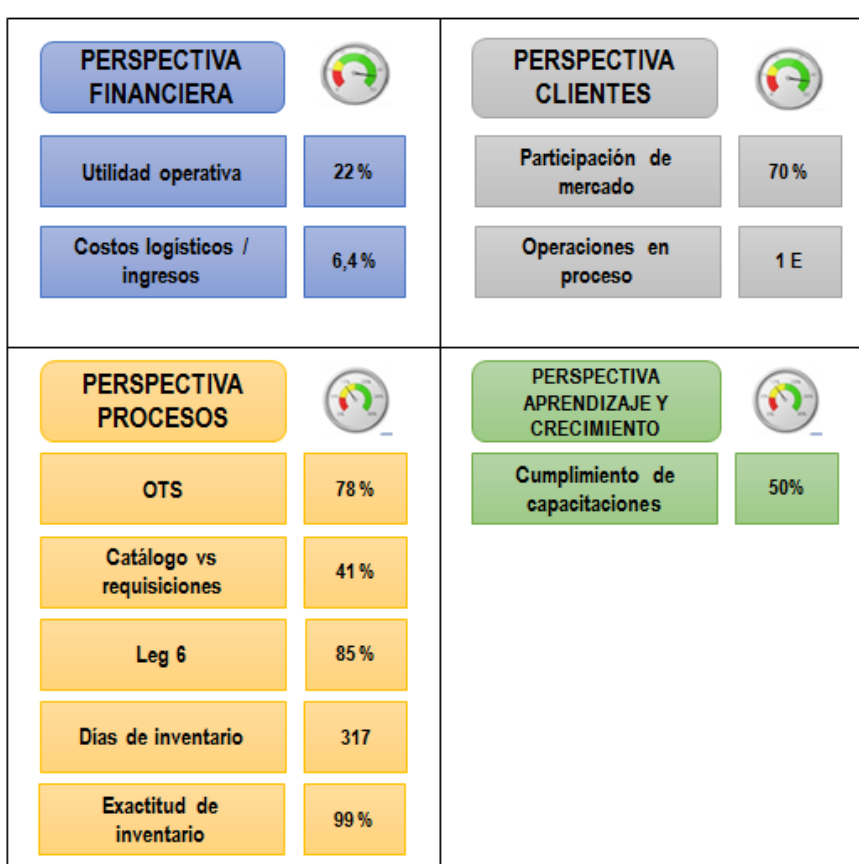
²³ Comentarios de Enrique Alania.

²⁴ Comentarios de Manuel Del Carpio y Enrique Alania.

Una vez definidos los indicadores y sus objetivos de acuerdo a la estrategia de la empresa, se procede a elaborar el gráfico 12 que presenta el Cuadro de Mando Integral en Schlumberger Perú S.A. asociado a estos indicadores de gestión.

Los factores claves para la consecución de las metas de la empresa desde el punto de vista financiero son el correcto y óptimo manejo de costos y la eficiencia en el manejo de la logística, asociado con la captación de la mayor cantidad de clientes, todo esto generado por una correcta gestión de la cadena de suministro referente a la gestión de inventarios, activos y proveedores²⁵.

Gráfico 12. Cuadro de Mando Integral en Schlumberger del Perú S.A.



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

En el factor de aprendizaje y crecimiento es posible identificar que solo se cumplió el 50% de las capacitaciones propuestas en un año. Sin embargo, esto se debe a la situación del sector, donde se ha dado prioridad a la operatividad del *core-business* de la empresa²⁶.

²⁵ Comentarios de Enrique Alania.

²⁶ Comentarios de Manuel Del Carpio.

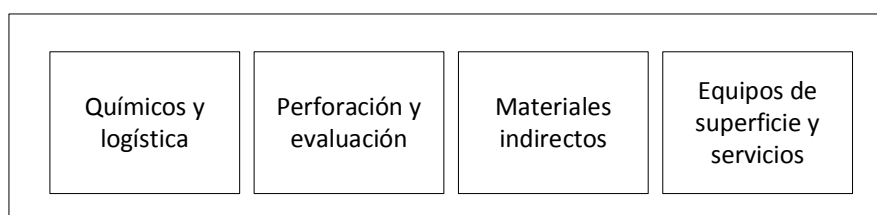
Es posible identificar que el enfoque en la perspectiva de procesos debe ser el foco del análisis. Tres de los cinco indicadores están debajo del objetivo propuesto y repercuten directamente en la estrategia de optimización de costos²⁷.

3. Análisis del gasto de la empresa (spend analysis)

Con la finalidad de establecer de forma cuantitativa la importancia de gestionar el gasto en Schlumberger del Perú S.A., se abordará la metodología del análisis del gasto²⁸, spend analysis, en sus siglas en inglés, no sin antes dar una visión conceptual de cómo se encuentra distribuida el área de compras respecto a las diferentes categorías en las que se compone la empresa.

El área de compras de Schlumberger del Perú S.A. gestiona un total de US\$ 30 millones como presupuesto en compras anuales. La clasificación respecto a las categorías se muestra en el gráfico 13.

Gráfico 13. Clasificación de las compras por categorías en Schlumberger del Perú S.A.



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

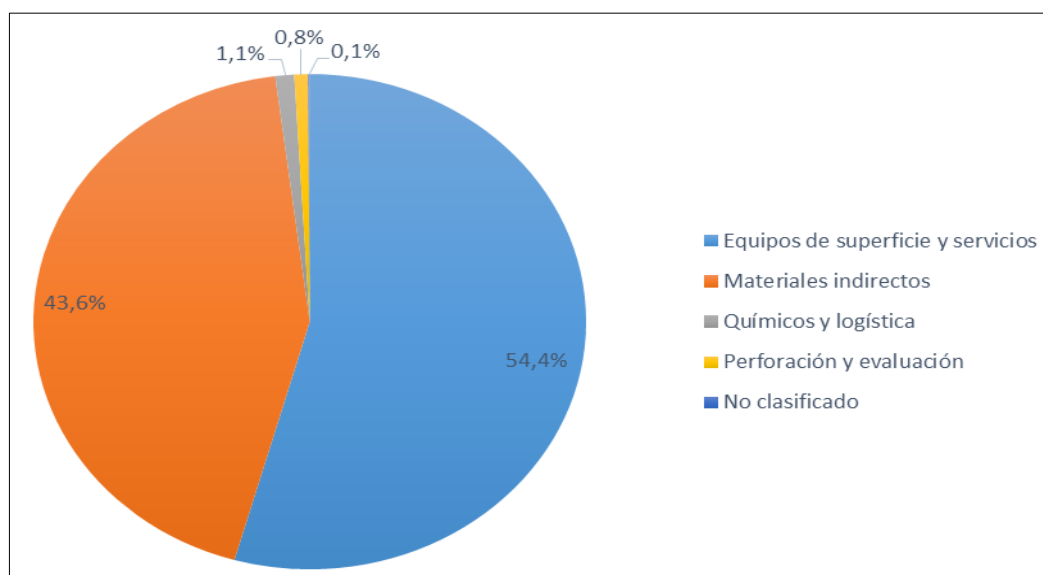
A continuación se muestra el porcentaje de compras por categoría en base al número de líneas ingresadas en un periodo de 12 meses.

A base del número de líneas ingresadas en las órdenes de compra se elabora la proporción presentada en el gráfico 14. El 43,6% corresponde a la categoría de indirectos, la cual se define como aquellas compras que no impactan directamente en la operación. El 54,4% de las compras realizadas corresponde a equipos de superficie y servicios. El 1,1% de las compras corresponden a la adquisición de químicos y servicios logísticos, y el resto -que equivale al 0,9%- corresponde a compras para procesos de perforación y evaluación, y algunas compras no clasificadas (Schlumberger 2014).

²⁷ Comentarios de Enrique Alania, Francisco Garmendia y Manuel Del Carpio.

²⁸ Comentarios de Enrique Alania.

Gráfico 14. Distribución de las compras por categoría en Schlumberger del Perú S.A.



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

A continuación se presenta la composición de las categorías de compras en base a cantidad de órdenes emitidas y la cantidad de líneas ingresadas en el periodo de enero a diciembre del 2015.

Tabla 2. Detalle de compras por categoría en base a líneas y órdenes de compra emitidas

Categoría	Número de líneas ingresadas	Cantidad de órdenes de compra generadas
Químicos y logística	1.499	733
Perforación y evaluación	1.069	570
Indirectos	56.826	5.255
Equipos de superficie y servicios	70.956	5.821
No clasificado	68	16
Total	130.418	12.395

Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

Adicionalmente, según información provista por la empresa, el costo transaccional de emisión de órdenes de compra es de US\$ 70 por transacción; por lo tanto, basado en esta información y en la información de la tabla anterior, el costo total transaccional de generación de órdenes de compra durante el 2015 es de US\$ 867.650 para todas las categorías y US\$ 244.440 (3.493 órdenes de compra) para la categoría de equipos de superficie, sub categoría de materiales consumibles y repuestos²⁹ (Schlumberger 2014).

²⁹ Comentarios de Enrique Alania y Francisco Garmendia.

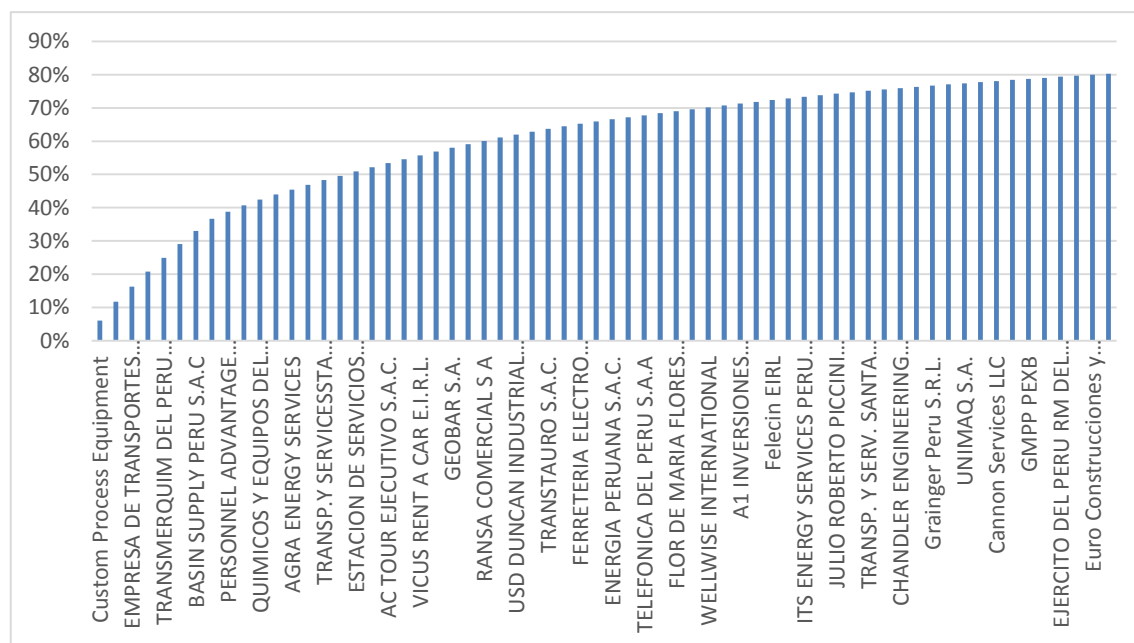
4. Análisis de compras internacionales versus locales

En esta categoría podemos dividir las compras en compras internacionales y compras locales. Las compras de bienes y adquisición de servicios locales representan el 82% del gasto anual de la empresa, mientras que lo referente a compra de bienes y adquisición de servicios internacionales representan el 18% del total del gasto.

En base a la información del gasto efectuado en el periodo de un año, Schlumberger del Perú S.A. mantiene activos 489 proveedores los cuales proveen de bienes y servicios. Tan solo 52 proveedores representan el 80% del gasto, el cual asciende a US\$ 21 millones.

Como se puede observar en el gráfico 15, el mayor gasto se concentra en tan solo el 10% de los proveedores.

Gráfico 15. Distribución del gasto en Schlumberger del Perú S.A.



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

Como hemos mencionado, el porcentaje de compras y adquisición de servicios locales en la empresa representa el 82% del gasto total y es donde el área de aprovisionamiento tiene mayor poder de injerencia, esta es la que se analizará en el presente trabajo de investigación³⁰.

³⁰ Comentarios de Enrique Alania y Francisco Garmendia.

5. Análisis del gasto de la sub categoría de suministros, materiales y repuestos

La sub categoría de MRO (maintenance, repairs and operations) se encuentra dentro de la categoría de Surface equipment and services y representa un gasto de US\$ 2,1 millones, 7% del total de gasto anual.

La cantidad de líneas ingresadas en cuanto a órdenes de compra es de 5.856 líneas para un total de 16 proveedores que despachan tanto a las locaciones de Lima como de Talara e Iquitos. El detalle del gasto y el número de líneas y la relación de proveedores que componen esta sub-categoría se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Listado de principales proveedores de MRO

Proveedores	kUSD 2014 (en US\$)	%	% ACUM
BASIN SUPPLY PERU S.A.C	1.106,16	53%	53%
SYNTHEC SOLUTIONS SAC	328,37	16%	69%
FERRETERIA ELECTRO FERRO CENTR	209,77	10%	79%
Otros	435,00	21%	11%
Total	2.079,30		

Fuente: Schlumberger, 2014.

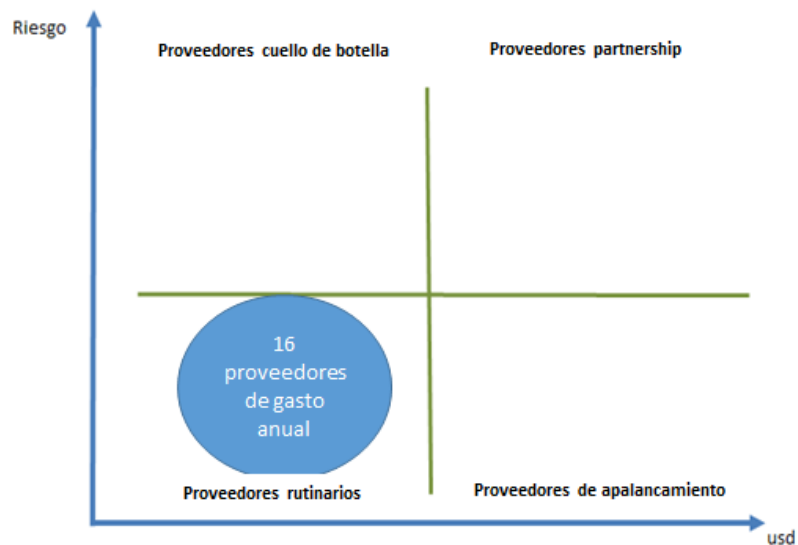
Elaboración: Propia, 2016.

En este es posible observar que Basin Supply Perú tiene el 53% del abastecimiento de MRO de la empresa en el periodo de un año, y se cumple que tres proveedores de MRO poseen aproximadamente el 80% de las compras.

Para clasificar a los principales proveedores se utilizó la Matriz de Kraljic, en la cual se toma en cuenta el valor de compra de los materiales en un periodo contra la categorización empleada por la empresa para cada uno de estos proveedores³¹. En el gráfico 16 se observa la localización actual de los proveedores principales. Los principales 16 se localizan en el cuadrante de proveedores rutinarios (bajos costos unitarios contra proveedores de bajo riesgo).

³¹ Comentarios de Francisco Garmendia.

Gráfico 16. Ubicación de los proveedores sub categoría MRO dentro de la matriz de gestión de proveedores



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

6. Gasto logístico en Schlumberger del Perú S.A.

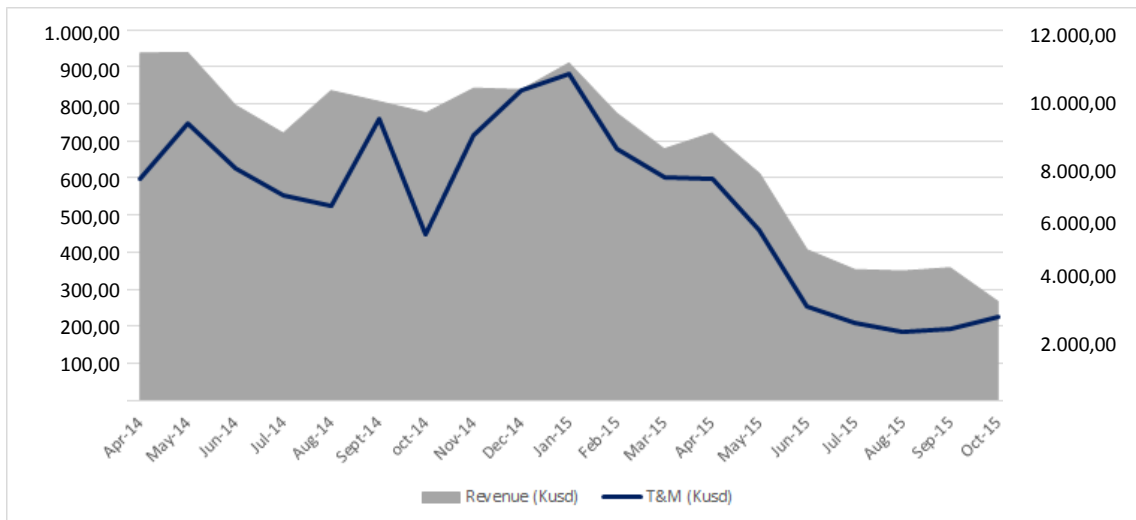
Dada la importancia de la logística en el sector de hidrocarburos se hará una mención a este punto, desarrollando la situación actual del costo logístico dentro de Schlumberger del Perú S.A., además de analizar la tendencia del costo respecto a los ingresos.

El gasto logístico de la empresa considera los siguientes gastos:

- Gastos de tickets aéreos de personal con dirección a algún proyecto.
- Gastos de aduanas.
- Gastos de transporte internacional.
- Gastos de transporte local.
- Rentas de camiones.
- Impuestos aduaneros.
- Recargos externos de otra locación.

La tendencia del costo logístico respecto a los ingresos, se muestra a continuación en el gráfico 17.

Gráfico 17. Tendencia del costo logístico en Schlumberger del Perú S.A.



Fuente: Schlumberger, 2014.

Actualmente, el costo logístico en la empresa representa el 6,4% de los ingresos totales registrados en los últimos 12 meses (Schlumberger 2014).

7. Value Stream Map del proceso de abastecimiento y distribución para la sub categoría de MRO (materiales consumibles y repuestos)

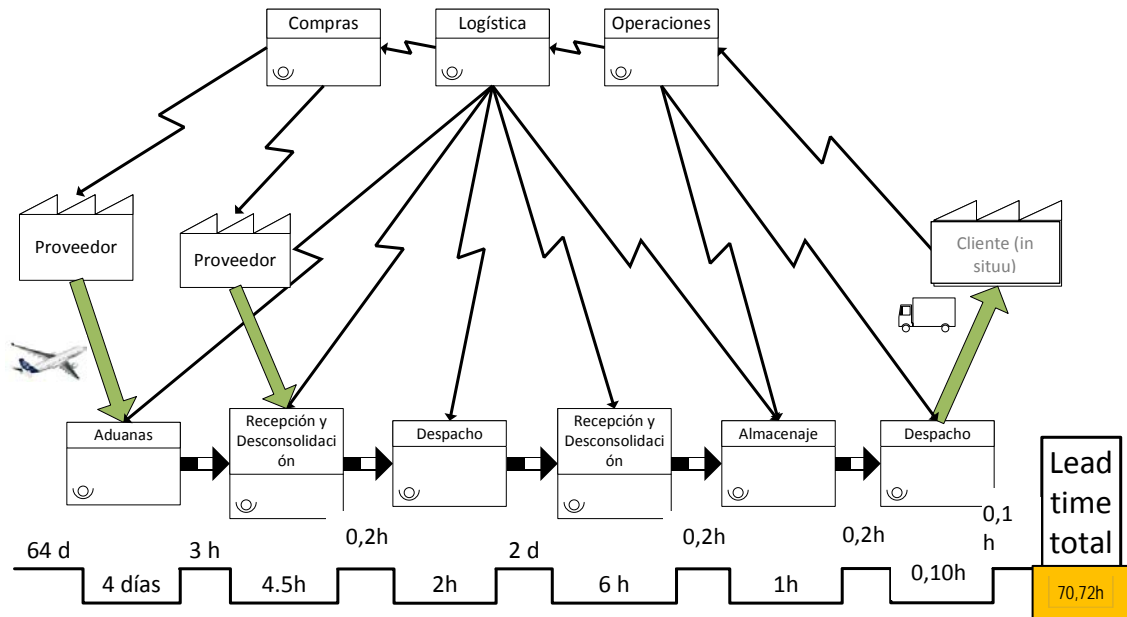
Con la finalidad de identificar claramente el proceso y cuantificarlo se decidió utilizar la herramienta del Value Stream Mapping. Se eligió este tipo de diagrama debido a que no solo muestra el flujo de información, también ayuda a representar los procesos incluidos desde la generación de la compra hasta el abastecimiento de MRO al cliente, incluyendo los tiempos promedio de cada uno de ellos³².

Con esta finalidad se trabajó con muestras de tiempo según el grupo de artículos MRO con mayor frecuencia de consumo para los centros de mantenimiento (Schlumberger 2014).

Como se puede observar en el gráfico 18, el tiempo total de aprovisionamiento, procesamiento y entrega de materiales consumibles y repuestos desde la generación de la orden de compra hasta la entrega al cliente interno final es de 71 días. La mayor cantidad de tiempo se ve reflejada en los días de aprovisionamiento de material de importación transcurridos desde la generación de la orden de compra hasta la llegada del bien al país, que representa el 91% de tiempo total de actividad (Schlumberger 2014).

³² Comentarios de Enrique Alania.

Gráfico 18. VSM Proceso de abastecimiento y distribución



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

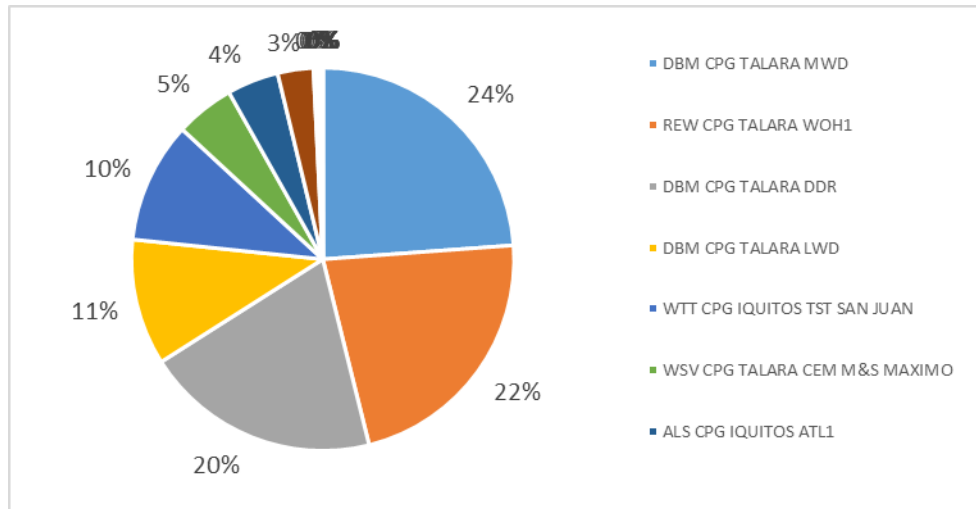
8. Diagnóstico actual del inventario de materiales MRO

La empresa ha definido la categorización de materiales críticos y no críticos en función a la retroalimentación de la gerencia de operaciones y de los jefes de campamento que colaboraron en realizar el trabajo de categorización. El criterio principal fueron los ítems que sin ellos, la operación se detendría en 12 horas (Schlumberger 2014).

El inventario analizado corresponde al MRO que asciende a US\$ 1.296, de los cuales el 22% corresponde a materiales críticos; el 78% restante (US\$ 1.011) corresponde a materiales en los cuales se pueden gestionar y aplicar estrategias de abastecimiento, clasificados como no críticos.

Los ítems de la empresa se localizan en diferentes almacenes en los diferentes pozos petroleros, el consumo en dólares valorizado varía según cada uno de los almacenes. La segmentación de estos se presenta en gráfico 19. Allí se puede observar que en seis de los diez almacenes se concentra el 80% del total del inventario crítico de MRO que ascienden a US\$ 809.000 en el periodo de un año.

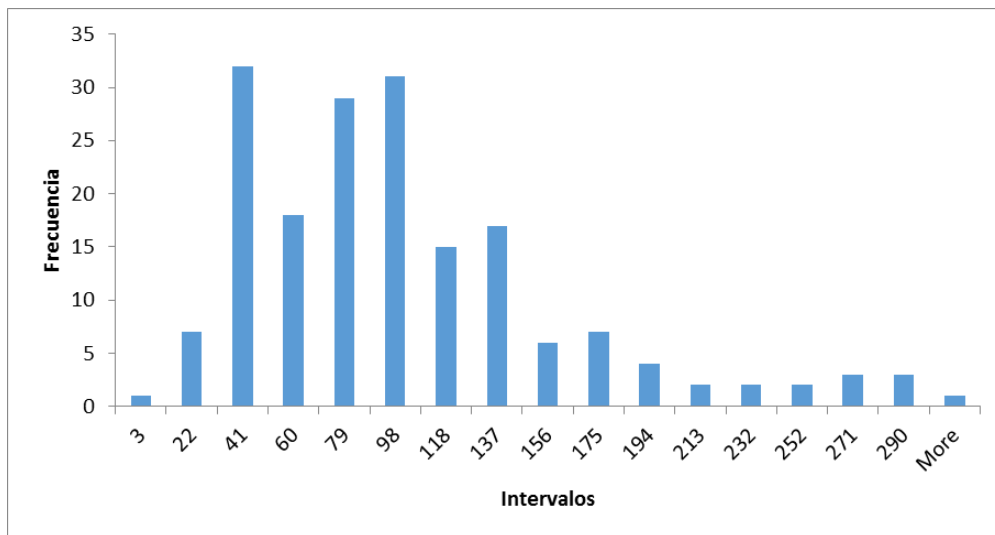
Gráfico 19. Distribución del inventario de MRO no crítico según almacén en Perú



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

Como se observa en el gráfico 20, el tiempo en días de aprovisionamiento en promedio tiene una alta incidencia entre 41 y 98 días del total del ítem. Sin embargo, un porcentaje de proveedores están localizados en la región y los que desvían el promedio son los proveedores europeos (Schlumberger 2014). Como resultado de esto se tiene que el tiempo de aprovisionamiento en promedio es de 92 días, con una desviación estándar de 61 días.

Gráfico 20. Histograma del lead time de aprovisionamiento de los materiales MRO



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

9. Diagnóstico del actual consumo de materiales

El consumo de estos almacenes se considera como demanda de materiales MRO en la cadena de suministro, esto debido a que la demanda de los servicios ha sido variable³³. Sin embargo, a pesar que la proyección de los servicios se muestra en el anexo 9, no es posible estimar los consumos de éstos debido a que la descomposición de MRO por servicios no es exacta³⁴.

Es importante saber la proyección estimada de la demanda consolidada de los materiales MRO durante los últimos meses, esto con el fin de generar más adelante las estrategias por cada línea de productos o por cada almacén.

Estos almacenes de MRO están localizados en Iquitos (PEIQ y PEIQT), en Lima (PELI) y en Talara (PETA); dentro de éstos se han segmentado los ítems según el segmento de servicio para el cual está destinado, dentro de estos tenemos: ALS - Artificial Lift, D&M - Drilling & Measurements, WTT - Testing Services, CPL – Completions, REW - Reservoir Evaluation Wireline y WS - Well Services.

En el gráfico 21 se puede observar el consumo mensual segmentado por los almacenes. Desde diciembre del 2014 se observa una caída considerable de más de 77% hasta mayo del 2015, esto debido al cierre de los proyectos catalizados por la caída del precio del petróleo mencionados en la introducción.

Adicionalmente, es posible observar en el gráfico 22 que cinco almacenes concentran el 85% del consumo valorizado anual. El resto de 19 almacenes no tiene consumos recurrentes o los valores de esos consumos son muy pequeños.

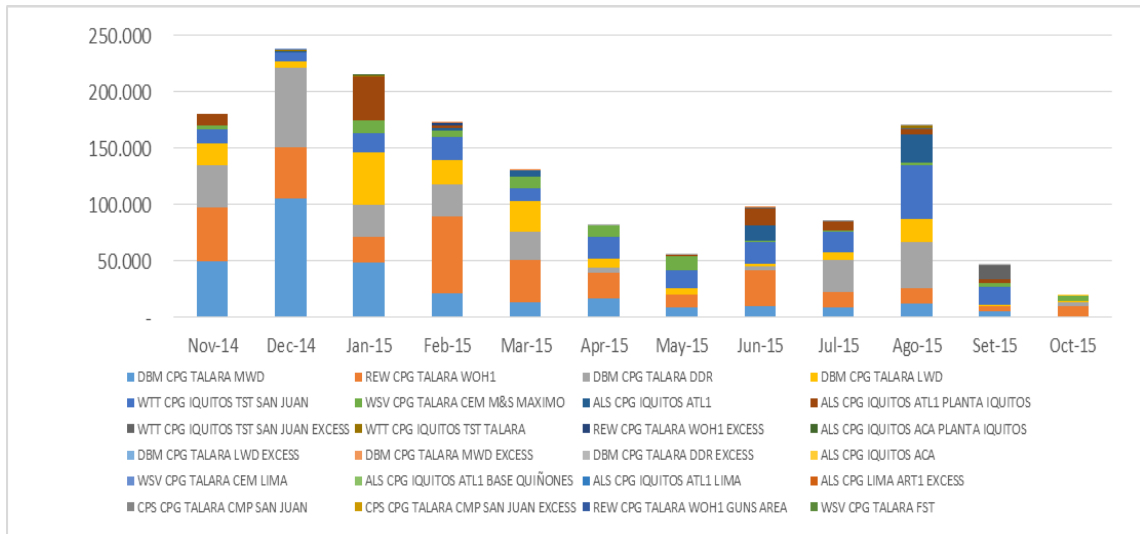
El análisis de este inventario se presenta en el anexo 2. Se observa que existen 672 ítems de materiales críticos que suman US\$ 226.000 que se usan dos veces o menos al año. El resto son 274 ítems que se usan regularmente al menos de manera trimestral. Se puede concluir que existe un lento consumo de MRO y la mayoría de este inventario está destinado a almacenarse como disponible y con riesgo de obsolescencia o pérdida³⁵.

³³ Comentarios de Francisco Garmendia.

³⁴ Comentarios de Manuel Del Carpio y Francisco Garmendia.

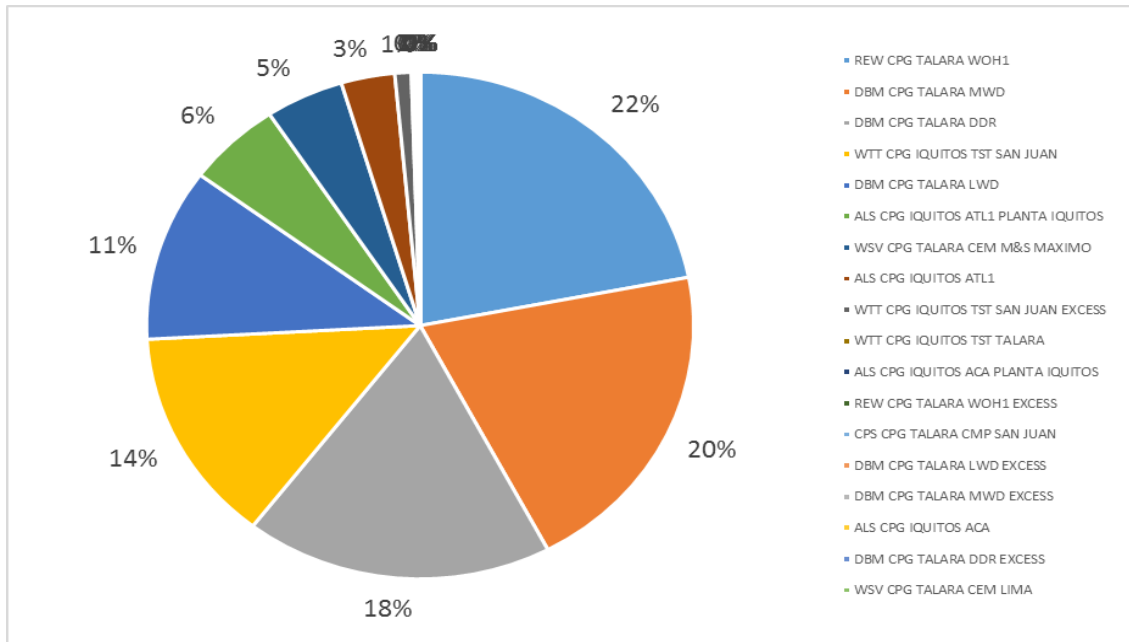
³⁵ Comentarios de Enrique Alania.

Gráfico 21. Consumos de MRO histórico valorizado por almacén de destino



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

Gráfico 22. Distribución del consumo anual de MRO según almacén



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

De la misma manera, el inventario no crítico tiene un comportamiento similar que el inventario no crítico. Se puede observar que el 90% de los ítems marcados como no críticos no han rotado en el periodo de 12 meses, este monto asciende a US\$ 899.000 de inventario a la fecha.

En el anexo 3 se puede observar que alrededor de 275 ítems de un total de un total de 4.604 ítems representan el 80% del consumo valorizado anual. Asimismo, la cantidad de unidades que se compra en promedio son tres unidades por cada orden de compra y la frecuencia promedio es cada 62 días entre cada orden de compra.

10. Cálculo de cobertura de inventario

Finalmente, el consumo de MRO asciende a US\$ 1.494.000 desde diciembre del 2014 a octubre del 2015 y el inventario actual asciende a US\$ 1.296.000 en el mismo periodo, por lo tanto se tiene una cobertura de 317 días.

Capítulo IV. Planteamiento y definición del problema

Basado en los resultados obtenidos en el capítulo anterior podemos indicar que la empresa goza de una salud financiera utilidades antes de impuestos de 21,9%, lo cual se encuentra acorde con los objetivos trazados por la empresa y va alineada con el compromiso de la organización de cara a sus accionistas³⁶. Sin embargo, existen algunos componentes que necesitan ser optimizados como son el bajo porcentaje de ítems y servicios negociados por el área de aprovisionamiento de la empresa. Actualmente se procesan solo el 41% de las compras con precios negociados localmente, el 59% restante se procesa solicitando cotizaciones en el momento de la requisición, lo que origina retrasos en el proceso³⁷.

Otro punto de mejora que hemos encontrado en el análisis es el alto gasto transaccional en la generación de órdenes de compra durante el 2015. Actualmente el costo transaccional asciende a US\$ 244.440 a base de la generación de 34.935 órdenes para las diversas categorías que forman parte de la gestión de compras de la empresa en la categoría equipos de superficie, sub categoría de materiales consumibles y repuestos.

Asimismo, los resultados asociados a los gastos logísticos de transporte y movilización (6,4%) también se encuentran dentro de los objetivos trazados en este periodo, esto asociado a las buenas prácticas en el manejo de logística, pese a la volatilidad de la demanda del sector.

Podemos también destacar que existe una oportunidad de mejora en relación a los días de cobertura de materiales consumibles y repuestos, que actualmente se encuentra en 317 días, esto para el periodo de octubre 2014 a octubre 2015. Sin embargo, a enero del 2016 este indicador subió a 494 días de cobertura (Schlumberger 2014).

La demanda de los materiales MRO serán estimados mediante las salidas de los almacenes que ha caído 77% desde enero del 2015 hasta noviembre del 2015 y adicionalmente, el 90% de los materiales no críticos no ha rotado en 12 meses, esto representa US\$ 900.000, y el 71% de materiales críticos rota dos veces o menos al año, esto representa US\$ 226.000.

El inventario actual de MRO asciende a US\$ 1.296.000, de los cuales el 22% son considerados críticos para la operación. Con el 78% restante es posible realizar estrategias de reducción.

³⁶ Comentarios de Antonio Jiménez La Rosa, Executive director de Banca de Inversión para Empresas y Corporaciones en BBVA Continental, quien ha sido entrevistado por los autores de la presente investigación.

³⁷ Comentarios de Francisco Garmendia.

En seis almacenes se concentra el 80% del valor del inventario considerado como crítico de esta categoría; sin embargo, el 35% de los ítems tiene un aproximado de 0 a 19 días en promedio de aprovisionamiento.

Desarrollando el Value Stream Mapping tenemos que el tiempo de aprovisionamiento, procesamiento y entrega del pedido al cliente interno es de 70 días, donde el 91% del tiempo total corresponde a la entrega del producto por parte del proveedor hasta su llegada al país.

1. Selección de los problemas encontrados

En base al diagnóstico integral de los procesos de aprovisionamiento y distribución de materiales consumibles y repuestos descritos en los puntos anteriores, los principales problemas encontrados son:

- Bajo porcentaje de ítems negociados por el área de aprovisionamiento de la empresa donde actualmente se procesan solo el 41% de los ítems en base a catálogos con precios negociados, procesando la diferencia en base a cotizaciones al momento del requerimiento. Esto, en relación al objetivo planteado por la empresa, es de 75%.
- La cobertura de materiales consumibles y repuestos actualmente se encuentra en 317 días. En una reunión realizada con una empresa del rubro de servicios petroleros en el sector hidrocarburos, se pudo constatar que los parámetros de cobertura de repuestos están en 500 días, valor que se aproxima al determinado para Schlumberger del Perú S.A.
- Alto tiempo de aprovisionamiento de materiales consumibles y repuestos, en promedio de 70 días, donde el 91% del tiempo total corresponde al proceso de entrega del producto por parte del proveedor hasta su llegada al país.
- Alto costo de ordenamiento. El costo total transaccional de generación de órdenes de compra durante el 2015 fue de US\$ 867.650 para todas las categorías y US\$ 244.440 para la categoría de equipos de superficie, sub categoría de materiales consumibles y repuestos.

2. Identificación del problema principal

Con la finalidad de identificar el problema principal, utilizaremos una matriz de priorización de variables basado en matrices (Centro Internacional de Capacitación y Soporte, CICAPSO S.A.C., s.f.). En este caso las variables a utilizar son los problemas encontrados en el capítulo anterior.

En este método se determinan cuatro zonas en base a la influencia y dependencia de estas variables. Tenemos así la zona de poder -que es la más importante e influyente que las demás-, la zona de enlace, también considerada zona de conflicto que depende en menor medida del resto de variables: la zona aislada que es de menor importancia y, finalmente, la zona de salida que se resolverá a medida que se solucionen los otros problemas.

Siguiendo esta metodología, el primer paso es la definición de variables; en este caso, las oportunidades de mejora. Así tenemos que las variables que utilizaremos son:

- Bajo porcentaje de ítems negociados por el área de aprovisionamiento.
- Nivel de cobertura de 317 días.
- Tiempo de aprovisionamiento de 71 días.
- Alto costo de ordenamiento asociado al volumen de generación de órdenes de compra.

El segundo paso es definir una puntuación de acuerdo a la influencia de dicha variable. En este caso se utilizarán los valores de 0 a 2, donde 0 corresponde a una variable de poca influencia, 1 a una variable de mediana influencia, y 2 a una variable de alta influencia.

El tercer paso corresponde a las variables de impacto; es decir, definir los puntos que se quiere impactar. La definición debe ir relacionada a los objetivos estratégicos de la empresa.

Para este caso de estudio se han considerado las siguientes variables de impacto:

- Generación de utilidades.
- Ahorro en costos operativos.
- Mejora en los procesos de cadena de suministro.
- Desarrollo, capacitación y entrenamiento del personal.

El cuarto paso va delimitado por la elaboración de la matriz de influencia y dependencia, la cual se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Matriz de influencia y dependencia de las oportunidades de mejora en Schlumberger del Perú S.A.

#	Definición del problema	Generación de utilidades	Ahorro en costos	Mejora en los procesos de cadena de suministro	Desarrollo, capacitación	Total
1	Bajo porcentaje de items negociados por el área de aprovisionamiento.	2	2	2	1	0,99
2	Nivel de cobertura de 317 días.	2	2	2	2	1,19
3	Tiempo de aprovisionamiento de 71 días.	1	2	2	1	0,84
4	Alto costo de ordenamiento.	2	2	2	1	0,99
5	Total	7	8	8	5	4,00

Fuente: Elaboración propia, 2016.

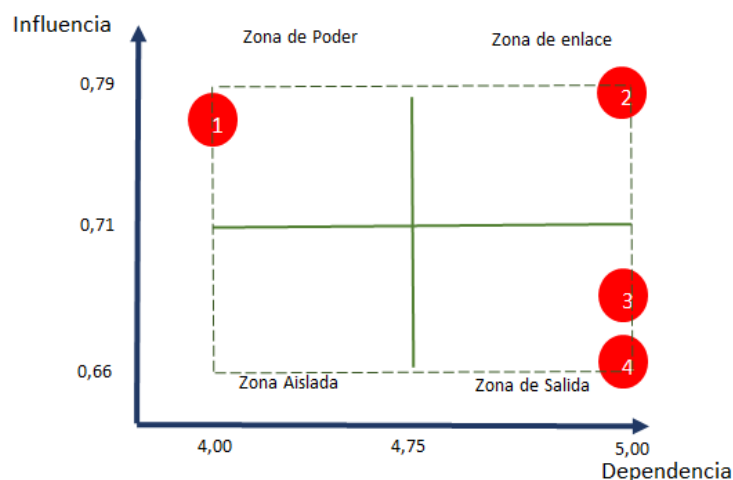
El quinto paso es determinar el promedio de influencia y el promedio de dependencia; así tenemos que el promedio de influencia es de 0,71 y el promedio de dependencia es de 4,75.

El sexto paso es determinar los límites superior e inferior de influencia, y los límites superior e inferior de dependencia. Así tenemos:

- LSI: Límite superior de influencia = 0,79.
- LII: Límite inferior de influencia = 0,66.
- LSD: Límite superior de dependencia = 5
- LID: Límite inferior de dependencia = 4

Una vez definidos los valores, el siguiente paso es graficar la matriz de influencia de la empresa (ver gráfico 23) y ubicar las oportunidades de mejora en las zonas de influencia y dependencia.

Gráfico 23. Matriz de influencia y dependencia de las oportunidades de mejora en Schlumberger del Perú S.A.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Así mismo, desarrollamos una segunda tabla de priorización de oportunidades de mejora en relación al impacto en los objetivos estratégicos de la empresa.

Tabla 5. Matriz de priorización de oportunidades de mejora en Schlumberger del Perú S.A.

#	Definición del problema	Bajo porcentaje de ítems negociados por el área de aprovisionamiento	Nivel de cobertura de 317 días	Tiempo de aprovisionamiento de 71 días	Alto costo de ordenamiento	Total
1	Bajo porcentaje de ítems negociados por el área de aprovisionamiento.	0	1	2	2	0,78
2	Nivel de cobertura de 317 días.	1	0	2	2	0,79
3	Tiempo de aprovisionamiento de 71 días.	1	2	0	1	0,59
4	Alto costo de ordenamiento.	2	2	1	0	0,66
5	Total	4	5	5	5	2,82

Fuente: Elaboración propia, 2016.

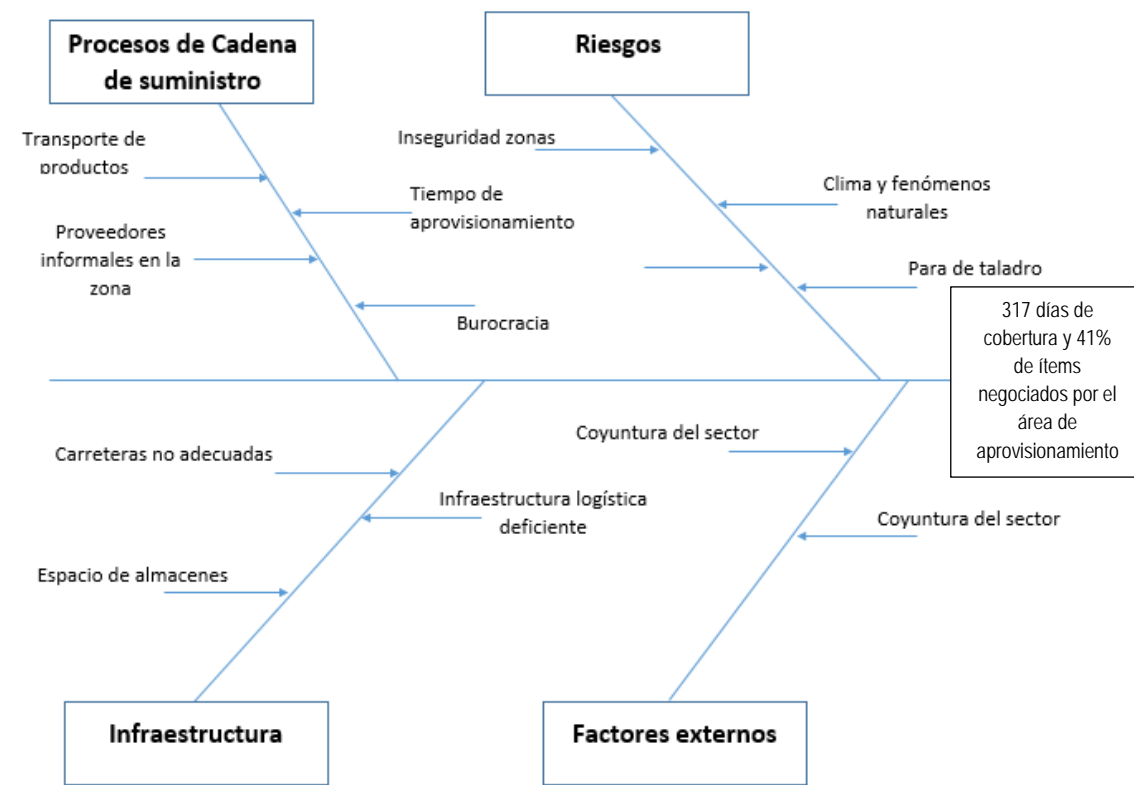
Así pues, concluimos que la principal oportunidad de mejora asociada al desarrollo de esta investigación son los altos días de cobertura que se presenta en Schlumberger del Perú S.A., vinculada con el bajo porcentaje de ítems negociados bajo modalidad de catálogo, además del alto costo de ordenamiento.

Mediante la metodología del diagrama de causa-efecto identificamos las principales causas que originan dicho problema desde el punto de vista de procesos de cadena de suministro, infraestructura, riesgos y factores externos que aquejan al sector en la actualidad.

A continuación se muestra el diagrama causa-efecto para los puntos de mejora relacionados con los altos niveles de cobertura y bajo porcentaje de ítems negociados por el área de aprovisionamiento (ver gráfico 24).

En base al diagrama de causa-efecto mostrado, la oportunidad de mejora en Schlumberger del Perú S.A. pasa por controlar los días de inventario de los materiales consumibles y repuestos, que representan en la actualidad 317 días.

Gráfico 24. Diagrama causa-efecto – Oportunidad de mejora para el alto valor de días de inventario para materiales consumibles y repuestos



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Las principales causas observadas en el análisis efectuado se describen a continuación.

2.1 En base a los procesos de cadena de suministro

La empresa mantiene sus bases operativas en los departamentos de Lima, Talara, Iquitos y Pucallpa; estos tres últimos son zonas donde no es posible encontrar un abanico de proveedores formales como en Lima lo que afecta a la operación en cuanto a tiempos de entrega y disponibilidad de suministros.

El área de compras debe gestionar el suministro desde la ciudad de Lima, agregando tiempo y costo al producto final puesto en base.

2.2 En base a los riesgos

El mayor riesgo que puede enfrentar la operación es un incidente de desabastecimiento en una operación petrolera, sobre en todo en zonas de Selva donde el costo por día de operación

representa alrededor de US\$ 250.000. Es vital tener los suministros a tiempo en las bases con la finalidad de no incurrir en penalidades que puedan afectar el desempeño financiero de la empresa.

Adicionalmente, tenemos los constantes conflictos sociales y huelgas en las zonas de actividad petrolera como Talara, Iquitos y Pucallpa que dificultan el acceso a las bases de mantenimiento de la empresa y a las zonas de entrega de equipos y herramientas de los principales clientes.

2.3 En base a la infraestructura

La ubicación de estos almacenes en el país se ve afectada también por la poca infraestructura logística que actualmente existe para el traslado de esos materiales. Los tiempos de movilización a las zonas de desarrollo de la actividad petrolera en el país son bastante altos.

2.4 En base a factores externos

Factores como el que vive el sector de hidrocarburos en la actualidad a nivel global, como es la caída del precio del crudo a niveles muy por debajo de los esperados, o factores a nivel local como las consecuencias de las lluvias en la zona norte del país producto del Fenómeno del Niño, así como las huelgas y conflictos sociales que actualmente ocurren en Talara y Pucallpa, repercuten en el retraso de la entrega de los materiales a los almacenes, afectando directamente a la actividad de mantenimiento de herramientas, lo cual puede ocasionar retrasos en las operaciones directas en los pozos petroleros de los clientes.

En resumen, basado en lo expuesto, la empresa mantiene estos niveles de cobertura dado el alto riesgo de no tener el stock suficiente para afrontar la operación existente en base a los riesgos asociados a la operación en el taladro, así como la dependencia que se mantiene con proveedores centralizados en el país (Lima) o en proveedores internacionales asociado también a los conflictos sociales, a la pobre infraestructura logística, y al acceso a las principales zonas petroleras en el país.

Capítulo V. Propuesta de mejora en Schlumberger del Perú S.A.

En base a lo descrito en los capítulos anteriores podemos partir del supuesto en el cual el manejo de los inventarios en Schlumberger del Perú S.A. se encuentra en la etapa de gestión de inventarios por parte del propietario y reabastecimiento continuo del mismo por parte de los planificadores de la demanda. Con la finalidad de optimizar los puntos de mejora encontrados en el capítulo anterior, surge la necesidad de llevar la gestión de abastecimiento a un nivel más de colaboración con el proveedor; así pues, se plantea la opción de implementación del VMI.

La solución planteada toma como referencia las directrices y métricas de la cadena de suministro, más específicamente las de inventario, información y aprovisionamiento (Chopra y Meindl 2008).

Gráfico 25. Evolución del manejo del inventario



Fuente: Caro, 2013.

La gestión normal de los inventarios se enfoca en materias primas, componentes, productos en proceso y productos terminados. Estos son desplegados en base a una corrida de MRP y posteriormente se controlan los parámetros de abastecimiento.

Sin embargo, los MRO carecen de este tipo de prácticas y controles. Es extraño que sea medido en términos de inventario *on-hand*, cobertura, obsolescencia o uso. Generalmente se revisa una vez al año y los niveles de servicio son de aproximadamente 80% (Donnelly 2013).

Los recursos de los compradores son utilizados de la misma manera en una compra de materias primas versus una compra de MRO. Generalmente la compra es realizada por personal de mantenimiento especializado que, en vez de preocuparse por darle operatividad al proceso, están en reuniones con proveedores. A esto se suma que el comportamiento de la compra de MRO es muy diferente a materias primas ya que es poco usual comprar en grandes cantidades porque es un alto costo mantenerlas en inventario y, generalmente, se vuelven obsoletas (Donnelly 2013).

En base a lo descrito en los capítulos anteriores podemos partir bajo el supuesto en el cual el manejo de los inventarios en Schlumberger del Perú S.A. se encuentra en la etapa de gestión de inventarios por parte del propietario y reabastecimiento continuo del mismo por parte de los planificadores de la demanda. Con la finalidad de determinar la mejor solución a las opciones de mejora propuestas en el capítulo anterior, se plantean dos alternativas de solución y se comparan bajo el impacto que tendrían en cuanto a los objetivos propuestos en el proyecto.

Las alternativas son: modelo actual de reabastecimiento continuo mejorado e inventario administrado por el proveedor (VMI) asociado a sistema de consignación. Así pues, a continuación se muestra el impacto que tendría la implementación de estos modelos en los objetivos propuestos en el proyecto.

Tabla 6. Comparación entre alternativa de abastecimiento.

Objetivo	Modelo actual mejorado	VMI	Comentarios
Reducción de los días de cobertura	Se mantiene el inventario	● Se reduce el inventario	● Se reduce el inventario en el modelo VMI pues pasa a formar parte del proveedor
Reducción de operatividad transaccional	Se reduce un 40%	● Se reduce en un 40%	● Generación de ordenes de compra de frecuencia quincenal
Incremento de materiales negociados por catalogo	Se incrementa a 100%	● Se incrementa un 100%	● Todos los items dispuestos en almacén deben estar en catalogo
Reducción de tiempos de aprovisionamiento	Se mantiene	● Se reduce	● Se reduce en el modelo VMI dado que el material esta en consignación

Fuente: Elaboración propia 2015.

Los criterios propuestos se han tomado en base a la consecuencia que tendríamos al momento de completar los objetivos propuestos relacionado al modelo actual empleado por la empresa y la implementación del modelo colaborativo VMI, es así pues que en la tabla 6 explica el comportamiento de cada parámetro.

Comparando las dos alternativas propuestas, si aplicamos el modelo actual mejorado, nuestro nivel de inventario no sufriría efecto alguno, se mantendría bajo manejo de la empresa. En cambio, los ítems negociados bajo catalogo se incrementaría al igual que sería positiva la

reducción de la operatividad transaccional sin embargo el tiempo de aprovisionamiento de materiales se mantendría sin efecto alguno.

El desarrollo del modelo colaborativo de inventario administrado por el proveedor contempla la reducción del inventario, la actividad transaccional, el tiempo de aprovisionamiento y el incremento de los ítems negociados bajo catálogo.

Por lo tanto, podemos concluir, que el modelo VMI es el que nos ayudaría a alcanzar los objetivos propuestos en el presente proyecto.

Sin embargo, las operaciones de VMI pueden tener diferentes alcances tanto en la gestión de los inventarios de las partes involucradas como la colaboración de información que puedan tener entre ambas. Por ello se evaluará los diferentes tipos de VMI (Piasecki, s.f.) más relevantes para el tipo de negocio de Schlumberger:

1. Proveedor se acerca a la empresa, revisa los niveles de inventario y aprovisiona con productos que tiene consigo (repone inventario físicamente en los anaqueles)
2. Proveedor se acerca a la empresa, revisa los niveles de inventario y gira órdenes de aprovisionamiento a una fecha determinada, es posible que la empresa reponga anaqueles al llegar los materiales.
3. La empresa revisa periódicamente los niveles de inventario y provee de información al proveedor. Proveedor revisa la información y gira ordenes de aprovisionamiento. Al llegar los materiales, la empresa repone físicamente los anaqueles.
4. Proveedor tiene acceso directo a la información de inventario de la empresa, obtiene los niveles de inventario en tiempo real, proyección de consumos, órdenes abiertas y programas de producción. Con esta información toma decisiones basadas en esta información y abastece a la empresa.
5. Proveedor designa un planner de materiales que trabaja a tiempo completo en las instalaciones de la empresa gestionando el inventario del proveedor.
6. Proveedor alquila espacio en las instalaciones de la empresa, gestiona físicamente los almacenes, planeamiento de operaciones con sus empleados visualizando las proyecciones de inventario y consumos desde los sistemas de inventario de la empresa.

Con estas alternativas, el comité de evaluación conformado por especialistas en cadena de suministro (Gerente de cadena de suministro, personal de aprovisionamiento y equipo de almacén encargados del proyecto), realizó una evaluación tomando en cuenta el impacto en los factores propuestos, donde 0 es poco impacto y 2 es gran impacto:

Tabla 7. Comparación entre alternativa de abastecimiento.

Alternativa	Espacio físico	Intercambio de información	Costo de inventario	Reposición de inventario	Total
1	2	0	0	1	3
2	1	0	1	1	3
3	1	1	1	1	4
4	1	2	2	0	5
5	2	2	0	1	5
6	2	2	1	2	7

Fuente: Elaboración propia 2015.

Se puede concluir que la última alternativa tiene impacto en los 4 factores deseados.

1. Evaluación para elegir la mejor alternativa de VMI

En el 2011 se realizó un estudio en diferentes empresas que aplicaron el VMI, se encontraron casos de éxito pero también se identificaron problemas en la implementación hasta cancelaciones de proyectos.

Por ello construyeron una metodología rápida y sencilla para evaluar la adecuación de un VMI en una empresa. Esta consiste en un cuestionario que se ha elaborado tomando en cuenta el marco de referencia presentado en el gráfico 26.

Gráfico 26. Pre requisitos para la implementación de VMI

COMPANY	PRODUCT	SUPPLIER
Stable growth	Standardized products	★ Supply chain trust/long-term relationships
High transaction costs	Repeating products	Advantages evident to both supplier/customer
★ Good information and communication system	Standard product identification	★ Key suppliers constitute a high percentage of purchase orders
★ Willingness to share information	Low demand variance	Suppliers are willing to cooperate
Purchasing is NOT a core competency	★ Demand is forecasted and stock levels are monitored	★ Integrated information system

★ Can be improved

Fuente: Niranjana *et al.*, 2011.

El cuestionario de auto aplicación se presenta en el gráfico 27, que está dividido en las tres dimensiones de la empresa (organización, proveedor, comprador). El objetivo no es obtener el

mayor puntaje individualmente sino evaluar de manera conjunta las variables y, según esto, predecir si la empresa está lista para adoptar el VMI. La metodología de aplicación se encuentra en Niranjana *et al.* (2011).

Gráfico 27. Cuestionario previo para aplicación de VMI

<i>Company related (company score):</i>	
1. Our company revenues have been stable over the years, neither growing nor falling rapidly.	(3,86)
2. Transaction costs pertaining to purchase are high.	(5,14)
3. Information and communication systems are good.*	(6,75)
4. The company has no problem sharing inventory/forecast information with the suppliers.*	(9,97)
5. Purchasing is a core competence of our organization.	(7,07)
<i>Product related (product score):</i>	
6. Products are standardized, and customization is minimal.	(7,07)
7. Products are repetitive with infrequent changes in product specification by customer.	(8,04)
8. Products have standard product identification throughout the supply chain.*	(6,75)
9. Demand variance is low.	(4,82)
10. Demand is forecasted and stock levels are monitored closely.*	(7,40)
<i>Supplier related (supplier score):</i>	
11. High levels of trust and long-term relationships with the suppliers exist.*	(7,72)
12. VMI benefits are evident to both our company and our suppliers.	(7,07)
13. Key suppliers constitute a high percentage of purchase orders.*	(5,14)
14. Suppliers are willing to cooperate with a VMI initiative.	(8,68)
15. The company's information system is integrated with the suppliers.*	(4,50)

Figure 2: In this VMI readiness questionnaire, items marked with an asterisk (*) are controllable or improvable features. The figures in parenthesis are the weights expressed in percentage. The asterisks and weights are shown here for illustrative purposes and should not appear in the survey.

Fuente: Niranjana *et al.*, 2011.

Luego que un grupo de gerentes de la empresa realizó la encuesta, se tuvo el resultado global de 266. Eso representa que la empresa se encuentra preparada para la implementación de un proceso de VMI; sin embargo, para lograr esto se requiere un gran esfuerzo por parte de la empresa. En el anexo 4 se encuentra el cuestionario desarrollado.

Se realizó también una reunión con la persona encargada de otorgar viabilidad al desarrollo de esta clase de soluciones en Schlumberger a nivel área, donde interviene la apertura de información a terceras partes. Aquí se mencionó que la propuesta de mejora e implementación propuesta en esta tesis es viable siempre y cuando no exista incumplimiento de los acuerdos de confidencialidad de Schlumberger del Perú S.A.³⁸.

³⁸ Comentarios de Mónica Rivera Manoy, SAM IT Business Systems en el proyecto Manager, quien fuera entrevistada por los autores para la presente investigación.

2. Propuesta de solución: Vendor managed inventory (VMI)

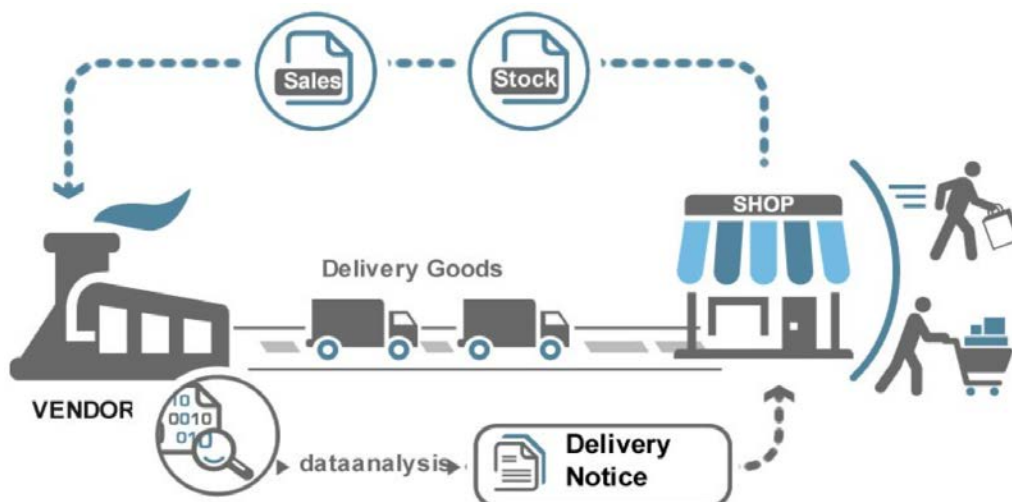
El procedimiento VMI (Inventario gestionado por el proveedor) es aquel que el proveedor, en acuerdo con los clientes, utiliza para la gestión del inventario de los materiales que suministran, siendo posible que esto se realice desde el pedido de compra hasta la colocación del producto.

El objetivo de este procedimiento es la delegación total de la operatividad de aprovisionamiento de los materiales definidos hacia el proveedor. Adicionalmente, esto trae muchos beneficios para ambas partes, esta investigación se enfocará en las principales ventajas según actor en el VMI:

- **Proveedor.** Logra incrementar la eficiencia en el proceso de aprovisionamiento, incrementando el servicio al cliente al ser parte del proceso de planificación. Abarca producción, compras y generación de órdenes de aprovisionamiento, esto decanta en una fidelización del cliente (Iglesias 2013).
- **Cliente.** Incrementa eficiencia en todo el proceso de compra y aprovisionamiento; adicionalmente, mejora la gestión de los activos relacionados a los materiales designados; e incrementa el nivel de servicio del cliente final evitando los faltantes de materiales. Lo más importante es que reduce el inventario inmovilizado y se incrementa su rotación (Iglesias 2013).

El proceso se visualiza en el gráfico 28.

Gráfico 28. Modelo básico de VMI



Fuente: Edicom Group, s.f.

3. Modelo propuesto

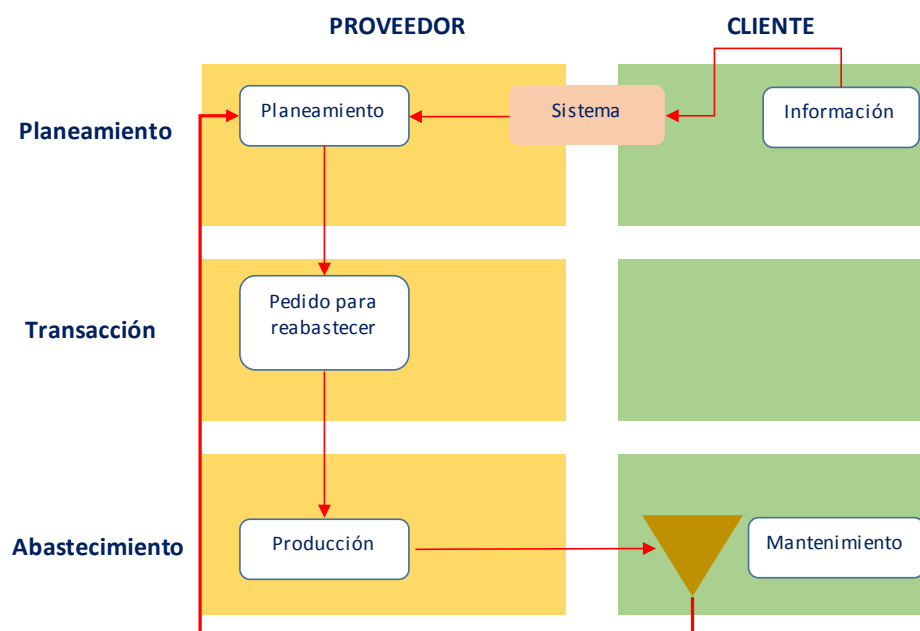
La propuesta del VMI consiste en que el proveedor localice su inventario cerca de la operación misma, en contenedores abiertos donde los operadores puedan remover los materiales necesarios para la respectiva operación, siendo innecesario las órdenes de compras y las transacciones de retiro del almacén por parte de Schlumberger.

Se requeriría contar con dos tipos de inventario: el primero que abastece directamente al almacén de la operación, y el segundo inventario, no visible, que debe contener lo suficiente para soportar la demanda durante el lead time de los proveedores.

El envío de MRO llega al punto de aprovisionamiento y carga el reaprovisionamiento correspondiente desde un único camión; al mismo tiempo, revisa los niveles de puntos de reabastecimiento y abastece los materiales necesarios (Demand Planning LLC 2013). Para ello son requisitos indispensables la colaboración abierta entre proveedor y cliente, y la existencia de un sistema de información continuo y portátil.

A continuación se muestra el proceso de aprovisionamiento con el modelo de colaboración planteado luego de la implementación del VMI (ver gráfico 29).

Gráfico 29. Modelo propuesto VMI e interrelación entre las áreas funcionales de la empresa



Fuente: Caro, 2013.

La diferencia entre el proceso actual de abastecimiento que mantiene la empresa con el modelo de colaboración cliente-proveedor VMI radica en que la responsabilidad del planeamiento de la demanda y abastecimiento de los productos recae en los almacenes de la empresa, existiendo una comunicación en tiempo real entre las áreas que participan en el proceso de abastecimiento de la empresa.

3.1 Reducción de cobertura de inventario

El objetivo específico es la reducción de los días de cobertura de inventario de MRO no crítico por lo menos en 40%. Los días de cobertura se miden mediante la división de inventario de MRO no crítico sobre el consumo de este, en el mismo periodo.

Sin embargo, primero se debe definir la línea base y la proyección a cinco años del estado de estos inventarios. Bajo el esquema actual de trabajo se proyecta una reducción del consumo de materiales de MRO de alrededor del 8% anual y una política de inventario de seguridad sobre el consumo de 2% anual (Schlumberger 2014).

En el anexo 5 se aprecia el detalle del cálculo realizado. En la tabla 6 se presenta un resumen del inventario proyectado que, para el año 5, se incrementa hasta 23%, llegando a US\$ 1.244.000, donde la cobertura crece hasta en 622 días.

Tabla 8. Proyección de cobertura de MRO no crítico bajo escenario actual

Esquema actual (miles)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inventario MRO No crítico	1.008	931	986	1.057	1.143	1.244
Consumos de MRO No crítico	1.085	977	898	818	777	730
Cobertura	93%	95%	110%	129%	147%	170%
Días de cobertura	339	348	401	472	537	622

Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

Para la aplicación del modelo con VMI se utilizan los mismos supuestos de reducción de consumo de 8% anual y política de consumo anual de 2% sobre el inventario anual; sin embargo, éstos se mantendrán en el proveedor como parte de los acuerdos de servicio por lo que no afectará en el inventario de la empresa.

Sin embargo, hay que considerar que los inventarios no van a pertenecer a la empresa y solo se compra lo que se utiliza, por lo que al final del año no se va a poseer un inventario como saldo

de las compras. Esto reduce a cero el inventario inicial a partir del primer año luego de la implementación.

En el anexo 6 se puede apreciar el cálculo del escenario pesimista con el modelo VMI, donde al finalizar el año 5 el inventario inmovilizado se reduce a US\$ 356.000, esto debido a estrategias de eliminación, venta y exportación de inventario inmovilizado de MRO no crítico. Esta tarea no se realizaba antes debido a que el personal estaba enfocado en las compras rutinarias y no tenía la visión estratégica de una reducción de los inventarios. Los porcentajes de reducción de inventario inmovilizado están validados según la experiencia del gerente de cadena de suministro de una empresa que aplicó el VMI en una línea de productos³⁹.

Finalmente, las compras valorizadas se incrementan para cada uno de los escenarios (que se explicarán en el capítulo de análisis financiero); sin embargo, no repercute en los días de cobertura de inventario ya que se consume dentro del mismo periodo. En la tabla 7 se aprecia que el inventario MRO no crítico inmovilizado se ha reducido a US\$ 399.000 y que la cobertura de inventario proyectado es de 200 días.

Tabla 9. Proyección de cobertura de MRO no crítico bajo el modelo VMI

Esquema actual (miles)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inventario MRO No crítico	1.008	748	615	504	454	399
Consumos de MRO No crítico	1.085	977	898	818	777	730
Cobertura	93%	77%	68%	62%	58%	55%
Días de cobertura	339	280	250	225	213	200

Fuente: Schlumberger, 2014.

Elaboración: Propia, 2016.

En la tabla 8 se comparan ambos modelos. Como resumen, es posible obtener un ahorro en el inventario inmovilizado que afecta directamente a los días de cobertura ya que el consumo se mantiene constante. Sin embargo, debido al modelo de VMI, los precios de los materiales suben un 15% en el escenario pesimista⁴⁰ y logran alcanzar el 13% respecto al escenario actual. Los días de cobertura bajan un 68% proyectado versus el modelo actual, y se cumple con el objetivo específico.

³⁹ Comentarios de José Rosales, experto en Project Manager Optimizations in Supply Chain (Technology and Process), quien fuera entrevistado por los autores para la presente investigación.

⁴⁰ Comentarios de José Rosales.

Tabla 10. Comparación de proyección de cobertura de MRO

Modelos de abastecimiento	Actual	VMI	Ahorro	%
Inventario inmovilizado	1.159	399	-760	-66%
Días de cobertura	622	200	-422	-68%
Compras	744,72	839,63	94,92	13%
Ahorro en cobertura de MP			-1.087	

Fuente: Schlumberger, 2014.

Elaboración: Propia, 2016.

3.2 Reducción de transacciones relacionadas a MRO

Bajo el nuevo modelo VMI el proveedor tendría una visibilidad total sobre de los niveles de inventario anticipando, además de administrar de manera eficiente los requerimientos provenientes de las bases de mantenimiento de la empresa. Por ello, mientras que el modelo tradicional envía órdenes de compra según los niveles de inventario, el modelo actual permite al proveedor realizar órdenes sistemáticas según la demanda diaria, logrando reducir la cantidad de órdenes de compra y carga administrativa asociada al proceso de ordenamiento. Para el presente trabajo se ha considerado disminuir las órdenes de compra anuales en al menos 50% de las 3.493 órdenes emitidas bajo el modelo actual, valorizado en US\$ 224.440 (Snelson 2012).

Como resumen, es posible obtener un ahorro significativo de US\$ 112.220 bajo un escenario optimista y US\$ 89.776 bajo un escenario pesimista⁴¹.

3.3 Incremento de porcentaje de ítems negociados vía catálogo

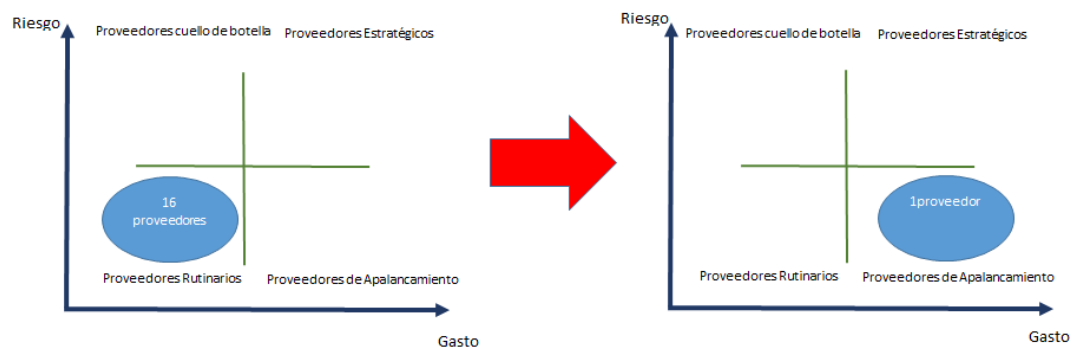
Actualmente la empresa mantiene dentro de su proceso dos formas de adquirir un bien o servicio: a través de catálogo o de requisición especial. La realización de las compras a través de catálogo garantiza un precio negociado por el área de aprovisionamiento, además de un contrato de por medio con el proveedor donde las condiciones y lineamientos de la empresa están aseguradas. Adicionalmente, el tiempo de edición de la orden de compra es 50% menor al de las ordenes emitidas a través de requisiciones especiales donde no se cuentan con precios negociados ni contratos marcos de por medio.

El ratio actual entre compras realizadas vía catalogo versus compras negociadas vía requisición especial es de 41%, valor muy por debajo del objetivo planteado por la empresa que debería ser mayor a 75%.

⁴¹ Comentarios de José Rosales.

Con la implementación del proyecto de VMI, a través de un proceso licitatorio, se garantiza que el proveedor al que se adjudique al proceso mantenga un contrato con la empresa y precios negociados. El proceso de implementación plantea también para esta sub categoría, reducir la cantidad de proveedores rutinarios que mantiene actualmente Schlumberger del Perú S.A. de 16 a un solo proveedor de apalancamiento. El escenario planteado de categorización de proveedores mediante la matriz de Krajlíc se muestra a continuación (gráfico 30). Este proveedor sería considerado de alto gasto y baja criticidad.

Gráfico 30. Aplicación de la Matriz de Krajlíc al modelo propuesto



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Las medidas de control planteadas se incluirían en un contrato a largo plazo donde se fijarían indicadores de gestión y penalidades en caso no se lleguen a cumplir, y se recomienda incluir bonos de reconocimiento al proveedor en caso se superen las metas propuestas en el proyecto.

Así pues, el resultado del proceso licitatorio es la implementación de un catálogo de compras con precios negociados, lo que asegure que el 100% de las adquisiciones referentes a la sub categoría de MRO se realicen por este medio, incrementando el porcentaje de utilización de catálogos respecto a requisiciones especiales.

3.4 Disminución del lead time de aprovisionamiento

El flujo descrito con relación a la compra y aprovisionamiento de materiales consumibles y repuestos explicado en el capítulo anterior, donde se utiliza la herramienta VSM que define que el tiempo de aprovisionamiento en Schlumberger del Perú, en promedio, es de 70,72 días. Al ser el VMI un modelo colaborativo entre cliente y proveedor lo que se busca con su implementación es el abastecimiento seguro de los productos y una reducción del tiempo de

aprovisionamiento mediante la anticipación por parte del proveedor ante alguna fluctuación de la demanda.

Bajo los supuestos de que el proveedor es quien administre la gestión de la demanda y de abastecimiento a la empresa y que mantenga un stock asociado de entrega inmediata en el almacén de la empresa, se concluye que el tiempo de aprovisionamiento podría verse optimizado en la fase inicial del proceso disminuyendo en 64 días, con un nuevo tiempo de aprovisionamiento de 7 días desde la necesidad.

3.5 Impacto del proyecto en el medio ambiente

Al consolidarse las compras mediante un proveedor, es posible consolidar la carga transportada desde Lima hasta los almacenes ubicados en el interior del país. Por ello, es posible reducir la cantidad de viajes ya sea mediante transporte terrestre o aéreo desde el almacén central ubicado en Lima hasta los distintos destinos como Talara e Iquitos, esta reducción de viajes repercute directamente en la reducción de la huella de carbono⁴².

Según la página de la COP20 realizada en Lima «La huella de carbono describe la cantidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) causados directa o indirectamente por una organización, producto o evento, a lo largo de su ciclo de vida» (COP 20 2015).

Para proyectar el ahorro de huella de carbono se tomarán los viajes aéreos y terrestres realizados para el transporte de MRO desde los diferentes orígenes de almacenes hasta los destinos nacionales en un periodo de 4 y 10 meses, respectivamente.

Para el cálculo se halló la cantidad de viajes aéreos locales por cada uno de los orígenes y destinos y se multiplicó por la cantidad de CO2 por cada viaje unitario (Carbon Footprint 2016); con esto se encontró que se realizan 603 viajes anuales produciendo más de 86 toneladas métricas (TM) anualmente. En el anexo 7 se identifican los ahorros logrados en la cantidad de viajes aéreos en un periodo de cuatro meses. Se redujo la cantidad actual a un vuelo anual por cada destino desde los almacenes centrales de Lima y se obtuvo un total de 72 viajes anuales y 18 TM.

⁴² Comentarios de Iván García, ejecutivo senior en el campo de la Tecnología de la Información (TI), con experiencia nacional e internacional quien fuera entrevistado por los autores para la presente investigación.

Como se observa en la tabla 9, se redujo el número de viajes en 88% y la cantidad de CO2 emitido en 79% en un año.

Tabla 11. Resumen de ahorro anual de TM de CO2 en viajes aéreos

Valores anuales	Viajes	CO2 TM
Modelo actual	603	87
Modelo propuesto	72	18
Ahorro anual proyectado	531	69
Ahorro %	88%	79%

Fuente: Schlumberger, 2014; Carbon footprint, 2016.
Elaboración: Propia, 2016.

Para calcular el ahorro en viajes locales terrestres se identificaron los orígenes y destinos, posteriormente se multiplicó por la cantidad de CO2 por cada kilómetros de recorrido (Carbon Footprint 2016); así se obtuvo que la empresa recorrió 146.000 km anuales, produciendo más de 2.900 TM de carbono anualmente. En el anexo 8 se identifican los ahorros logrados en la cantidad de kilómetros recorridos en un periodo de 10 meses. Así se redujo la frecuencia de envío a cuatro veces al mes y se obtuvo que se recorrerán 50.000 km, generando 1.012 TM anuales.

En la tabla 10 se aprecia la reducción del número de viajes en 65% y la cantidad de CO2 emitido en 65% en un año, esto debido a que el CO2 por kilómetro se mantiene constante.

Tabla 12. Resumen de ahorro anual de TM de CO2 en viajes terrestres

Valores anuales	Km	CO2 TM
Modelo actual	159.376	3.186
Modelo propuesto	55.211	1.104
Ahorro anual proyectado	104.165	2.082
Ahorro %	65%	65%

Fuente: Schlumberger, 2014; Carbon footprint, 2016.
Elaboración: Propia, 2016.

No se está considerando el ahorro en combustible ya que esto está considerado dentro del precio de compra del proveedor bajo el modelo de VMI. En total se ahorran 2.151 TM anuales.

4. El proyecto

El presente apartado tiene como objetivo describir el proyecto de implementación del modelo Vendor managed inventory (VMI) para materiales consumibles y repuestos no críticos. Para ello se considerará la metodología del PMBOK (Guía de fundamentos de la gestión de proyectos) para abordar detalladamente las áreas de conocimiento proyecto desde su creación, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre del mismo.

4.1 Acta de constitución

En una primera etapa se definirán las bases del proyecto a través del acta de constitución del proyecto o project chart que se muestra a continuación:

Tabla 13. Project chart

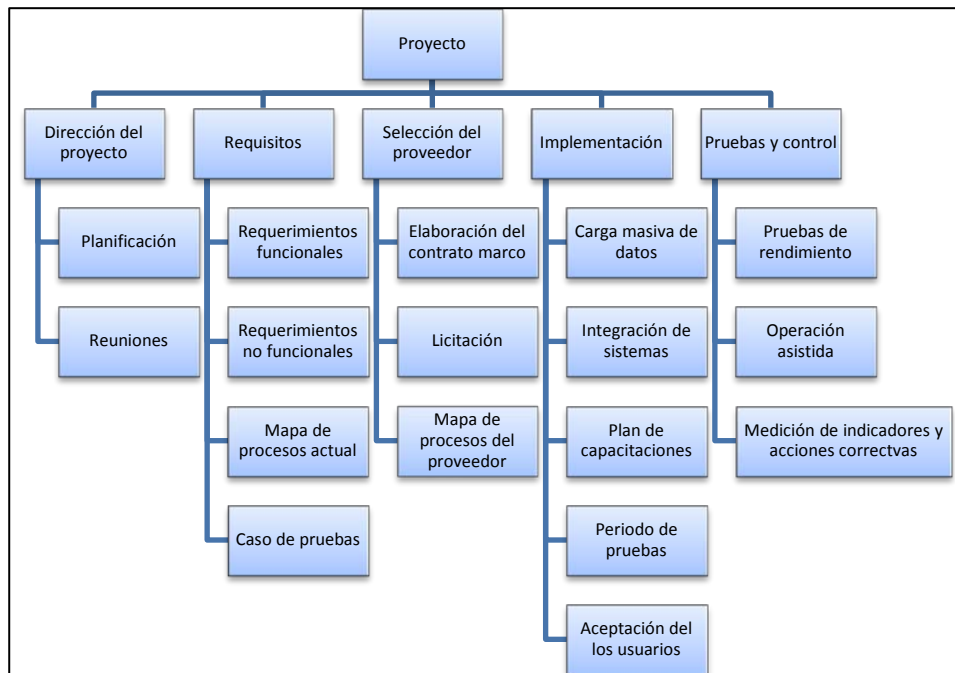
Nombre del proyecto: Implementación de un modelo VMI para materiales consumibles y repuestos en los almacenes de Lima, Talara e Iquitos	Siglas del proyecto: MRO-Lim-Tal-Iqu
Descripción del proyecto: Implementación del modelo VMI para materiales consumibles y repuestos de las referencias no críticas en los almacenes de las bases de mantenimiento ubicadas en Lima, Talara e Iquitos. El proyecto estará a cargo del equipo de TI, compras y aprovisionamiento y finanzas. Este comité estará formado por: Gerente de gestión de cadena de suministro. Gerente de TI. Gerente de finanzas. Gerente de operaciones.	
Objetivos del proyecto: Reducir los días de inventario en al menos 40%. Reducción de proveedores para la subcategoría de MRO en al menos 60% Reducción de órdenes de compra en al menos 60% Reducir el tiempo de aprovisionamiento de los materiales no críticos en al menos 60%.	Problemática actual: Cobertura de inventario: 317 días. Tiempo de aprovisionamiento promedio de 70 días. Bajo porcentaje de ítems de catálogo contra solicitados (41%). Costo de ordenamiento de US\$ 244.440 anuales.
Tiempo de duración del proyecto: 32 semanas	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

4.2 Plan de dirección del proyecto

Se tomará la estructura de descomposición de trabajo (EDT) a fin de delimitar el campo de alcance del proyecto. A continuación se muestra el EDT:

Gráfico 31. Estructura de descomposición de trabajo del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se puede observar en el gráfico 31, el desarrollo está consagrado a través de cinco fases que contemplan el tiempo total del proyecto, las cuales se pasará a detallar:

4.2.1 Fase 1: Dirección del proyecto

En esta etapa se justifica el proyecto tomando en cuenta las observaciones en la etapa de diagnóstico que permitan definir si éste resulta factible, según las condiciones y mejoras que evalúe el directorio.

4.2.2 Fase 2: Requisitos

En esta etapa se definen las necesidades para llevar a cabo el proyecto. Por un lado, se definen los requerimientos funciones que son los atributos mínimos que debe contar el sistema VMI para el rubro de negocio de la empresa en estudio. Por otro lado, se definen los requerimientos no funcionales los cuales consisten en determinar las características y/o restricciones para el funcionamiento del sistema. Esta última necesidad requiere de la participación del área de operaciones para la revisión de los procesos junto con TI.

4.2.3 Fase 3: Selección del proveedor

En esta etapa se selecciona a los proveedores según los criterios que la empresa determine para la implementación de un sistema VMI. Por un lado, se determinará el mejor proveedor o

proveedores que cubran con más del 50% del volumen de compras de materiales de consumo y repuestos no críticos a través de precios negociados según los volúmenes de compra, además, que cumplan con los requisitos de adaptación al VMI. Por otro lado, se determinará al proveedor que cumpla con los requisitos funcionales y no funcionales definidos anteriormente para la implementación del sistema VMI.

4.2.4 Fase 4: Implementación

En esta etapa se desarrollan todas las fases que involucran la instalación del sistema VMI desde la importación de datos al sistema, implementación y puesta en marcha. Durante su ejecución se evalúa la interfaz del sistema asegurando el intercambio de información en línea entre el proveedor y la empresa. Para ello se considera un periodo de pruebas que asegure la correcta integración del proceso antes del lanzamiento del sistema.

4.2.5 Fase 5: Pruebas y control

Esta etapa inicia luego de la puesta en marcha y tiene como objetivo asegurar la calidad del sistema durante su ejecución a través de pruebas de rendimiento, operación asistida, medición de indicadores y toma de acciones correctivas.

4.3 Gestión del tiempo del proyecto

Con la finalidad de determinar el cronograma del proyecto, a continuación se presenta un detalle de las actividades indicando su actividad precedente y duración (ver anexo 10). El tiempo de duración del proyecto es de 32 semanas.

4.4 Gestión de calidad del proyecto

Las herramientas para evaluar la calidad del proyecto que se utilizarán en el presente trabajo serán el cuadro de planificación y control en el proceso de requerimiento y entrega de *software*. Para este caso, se incluirá a un líder de calidad dentro del equipo que cumpla con el papel de auditor dentro del proceso antes mencionado. A continuación se muestra la tabla de planificación (ver tabla 12):

Tabla 14. Proceso de análisis de requerimiento de software y entrega

Proceso de análisis de requerimientos de software y entrega	Gerente de Cadena de Abastecimiento	Lider de calidad	TI	Operaciones
Desarrollar/Documentar documento de req. de software				X
Revisar requerimientos de software	X	X	X	X
Aprobar requerimientos de software	X			
Evaluar/reportar el proceso de requerimientos de software	X			
Resolver las recomendaciones de la auditoría		X	X	X
Preparar/Documentar la versión del documento de liberación		X		
Revisar la versión del documento de liberación	X		X	X
Aprobar la versión del documento de liberación	X			
Evaluar/Reportar el Proceso de Entrega de Productos Finales			X	X
Resolver las recomendaciones de la auditoría	X			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Asimismo, se establecieron los siguientes indicadores a fin de medir la calidad del proyecto desde su implementación. A continuación se muestra la lista de indicadores (ver tabla 13):

Tabla 15. Indicadores de gestión de calidad del proyecto

#	Descripción	Indicador
1	Días de inventario	Coberturas por cada base de mantenimiento.
2	Nivel de servicio	Encuesta mensual
3	Costos de implementación	Costos logísticos, costos de inventario, costos operaciones y de transporte.
4	Tiempo de entrega de los repuestos	Lead time del proveedor desde la colocación de la orden hasta su total atención.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

4.5 Gestión de los recursos humanos

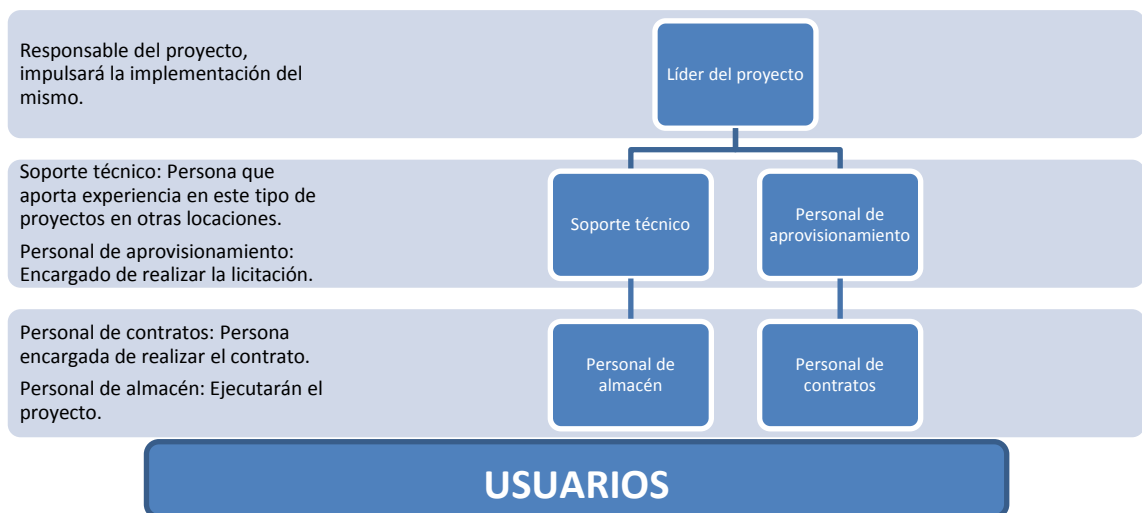
La formación del equipo de trabajo para el desarrollo del proyecto es vital para la consecución del mismo, por lo que deberá conformarse un equipo de trabajo al interior de la empresa para la implementación del proyecto que deberá estar formado por:

- **Líder o gerente del proyecto.** Máximo responsable del proyecto. Debe ser un integrante del área de gestión de la cadena de suministro de Schlumberger del Perú S.A., quien será el responsable de impulsar la implementación del proyecto dentro de la organización y de validar los resultados del mismo.

- **Usuarios clave.** Los responsables de los procesos identificados que son personal del área de aprovisionamiento, contratos, procura y personal de tecnología de información así como personal de almacén, quienes deberán asistir a las reuniones que sean necesarias para definir el modelo futuro y cualquier toma de decisión. Forma parte del Comité de Seguimiento.
- **Usuarios finales.** Responsables de recibir el servicio. Si bien no intervienen dentro del equipo del proyecto, sí representan la retroalimentación del servicio a suministrar.
- **Soporte técnico.** Apoyará al equipo de trabajo del proveedor en la instalación del entorno de trabajo (desarrollo e implementación), en base a las experiencias en otras locaciones.

Según la descripción realizada en el punto anterior, a continuación se presenta el equipo de trabajo que estará a cargo del proyecto, detallando el área al cual pertenece dentro de la organización y definiendo sus tareas específicas.

Gráfico 32. Equipo de trabajo del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Con la finalidad de determinar responsabilidades en las actividades del proceso, a continuación se detalla la matriz de responsabilidades (RACI) del proyecto en estudio.

Gráfico 33. RACI del proyecto

#	Fase / Etapa	Responsable	Accountable	Coordinate	Information
		R	A	C	I
1	Dirección del proyecto	SC	SC	SC	FN, TI, OP
2	Requisitos del VMI	TI	SC	OP	FN, TI, OP
3	Licitación y contratación	SC, FN	SC	OP	FN, TI
4	Implementación	OP, TI	SC	OP	FN, TI, OP
5	Pruebas y control	OP, TI	SC	OP	FN

SC Cadena de abastecimiento
 TI Tecnología de información (TI)

FN Finanzas
 OP Operaciones

Fuente: Elaboración propia, 2016.

4.6 Gestión de riesgos

Los riesgos asociados al proyecto por etapa de ejecución del mismo son los siguientes (ver tabla 16):

Tabla 16. Riesgos del proyecto

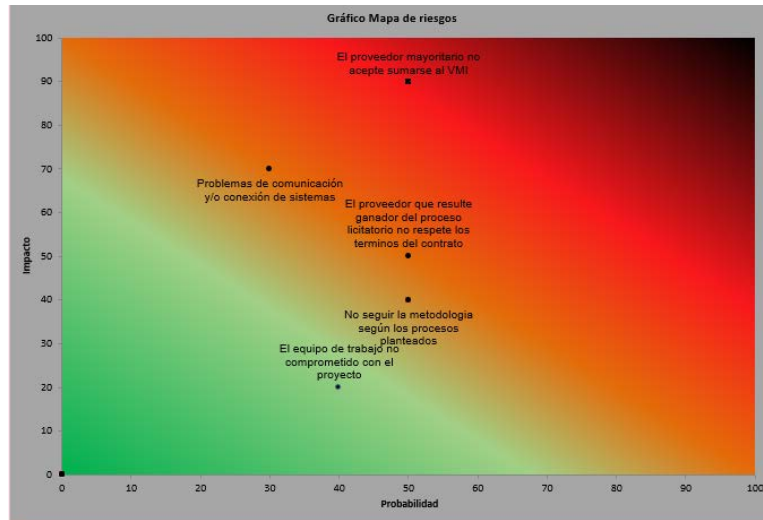
#	Etapa del Proyecto	Riesgos asociados al proyecto
1	Contratación del servicio	No seguir la metodología según lo procesos planteados para el VMI
2	Proceso de licitación	Equipo de trabajo no comprometido con el proyecto
3	Proceso de licitación	El proveedor mayoritario no acepte sumarse al VMI
3	Contratación del servicio	El proveedor que resulte ganador del proceso licitatorio no respete los términos del contrato
4	Implementación del modelo	Problemas con las conexión y/o comunicación

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Por un lado, se asignó el grado de ocurrencia de casi 50% para cada riesgo antes de establecer los planes de acción, salvo a problemas con la conexión en donde ya existen algunos planes de contingencia. Por otro lado, se asignó un mayor impacto a que el proveedor mayoritario no acepte sumarse al VMI, ya que los costos relacionados a la búsqueda de un proveedor con las mismas características podría resultar más costoso para llegar a cabo el proyecto dentro el tiempo establecido, siguiendo los problemas de comunicación los cuales podrían generar grandes pérdidas por un mal manejo de la información en línea.

Una vez identificados los riesgos y asignarles el grado de ocurrencia e impacto, se realizará el mapeo de los mismos. A continuación se muestra el gráfico 34:

Gráfico 34. Mapa de riesgos del proyecto



Fuente: Schlumberger, 2014.
 Elaboración: Propia, 2016.

Dispuestas las primeras medidas de mitigación de los riesgos e impactos, se procede a priorizarlas como se muestra en la siguiente tabla 16 según cálculo de la pérdida esperada.

Tabla 17. Cálculo de la pérdida esperada por riesgo asociado

Tipo de riesgo	Probabilidad	Impacto	Riesgo	Pedida
No seguir la metodología según los procesos planteados	50	40	Alto	USD 20,000
El equipo de trabajo no comprometido con el proyecto	40	20	Medio	USD 8,000
El proveedor mayoritario no acepte sumarse al VMI	50	90	Bajo	USD 45,000
El proveedor que resulte ganador del proceso licitatorio no respete los terminos del contrato	50	50	Alto	USD 25,000
Problemas de comunicación y/o conexión de sistemas	30	70	Alto	USD 21,000

Fuente: Schlumberger, 2014.
 Elaboración: Propia, 2016.

Como se visualiza en la tabla 16, si los riesgos del proyecto no son mitigados a través de acciones correctivas, en su debido tiempo, la pérdida bajo el peor escenario podría llegar a los US\$ 119.000. Por lo que si los ahorros generados por la implementación del VMI resultan menores a este valor, el proyecto no resulta viable.

4.7 Análisis financiero

El presente acápite tiene como objetivo cuantificar el resultado del proyecto llevado a cabo bajo un análisis operativo y financiero en un periodo de cinco años, que muestre los ahorros generados por la por la disminución de inventarios, variación de precios de compras y costos de

ordenamiento en diferentes escenarios. Para ello se realizará un comparativo entre la situación actual mejorada frente a la puesta en marcha del proyecto de implementación del VMI con la finalidad de cuantificar el impacto económico de dicha propuesta.

Como se mencionó en el apéndice 5.3.1, la propuesta de implementación de VMI considera una disminución gradual del inventario inmovilizado y un saldo de inventario no consumido nulo para los próximos periodos, esto debido a que el stock sería asumido por el proveedor desde el lanzamiento del sistema. Sin embargo, al trasladar el riesgo al proveedor bajo un sistema de consignación, éste realizará un incremento de precios de catálogo para mantener los niveles de cobertura según la política de la empresa. Para este caso y según cada escenario, los precios de los artículos MRO no críticos tendrían un incremento de 15% en el escenario pesimista y de 10% en un escenario optimista frente al escenario actual. A diferencia la situación actual mejorada que tendría una disminución del 5% frente al escenario actual.

Por otra parte, como se mencionó en el apéndice 5.3.2, la propuesta de implementación de VMI considera una reducción de por lo menos 50% de los costos de ordenamiento bajo la situación actual. Sin embargo, considerando un nuevo modelo de abastecimiento mejorado, asumiremos los mismos valores para el cálculo.

Por último y como parte del proyecto de implementación del sistema VMI, consideramos una inversión US\$ 90,000 en el escenario optimista y US\$ 150,000 en el pesimista.

Para evaluar los costos de oportunidad de implementar un sistema VMI durante cinco años se calcula el costo de capital promedio ponderado (CCPP) el cual, validado por la gerencia general de Schlumberger, fue de 10,5, y se considera un valor aproximado según los montos de préstamo y tasas de interés de las fuentes de financiamiento consideradas actualmente por la empresa. En el anexo 12 y 13 se muestra el detalle de los ahorros llevados a valor actual neto (VAN) y en miles de dólares.

En conclusión, podemos deducir que el proyecto bajo el mejor escenario tendría un ahorro estimado de US\$ 1.422.000, mientras que en el peor escenario este sería aproximadamente US\$ 990.000, principalmente, por los ahorros generados en inventario durante todo el periodo de evaluación.

Conclusiones y recomendaciones

1. Debido a la constante caída del precio del barril del petróleo, de US\$ 100 a US\$ 31 en dos años, es imperativo que las empresas relacionadas directamente con el petróleo en crudo busquen soluciones de reducción de costos que vayan alineadas con la optimización y mejora de procesos de cadena de suministro.
2. La metodología asociada al desarrollo de esta investigación se basó en el análisis de indicadores mediante el tablero de gestión estratégica y el análisis de procesos donde se identificaron cuatro problemas principales asociados con la gestión de cadena de suministro: el porcentaje de requisiciones sobre productos de catálogo es de 41%, los días de inventario de MRO son 317 días de cobertura, el costo de ordenamiento es de US\$ 70 por orden de compra y el tiempo de aprovisionamiento es de 71 días en promedio.
3. Adicionalmente las compras de MRO representan el 7% de las compras anuales de la empresa, donde el tiempo promedio de aprovisionamiento es de 72 días en promedio, el inventario anual de MRO representa US\$ 1.296.000 y el inventario no crítico es del 90%.
4. Se recomienda la implementación de un modelo colaborativo VMI con la finalidad de optimizar y mejorar los indicadores de gestión asociados con el abastecimiento de materiales consumibles y repuestos para la empresa.
5. Durante la implementación se recomienda el involucramiento de la alta dirección con la finalidad de disminuir la resistencia a la misma, y proyectar un ánimo de colaboración mutua para evitar cualquier resistencia al cambio que retrase los avances del proyecto.
6. Se recomienda también establecer alianzas estratégicas entre el cliente y proveedor de manera que ambos aseguren un menor costo por niveles de servicio esperados. Para que el proyecto se lleve a cabo es recomendable mantener constantemente actualizadas las bases de datos de los proveedores y clientes a fin de evitar cualquier riesgo en el abastecimiento y, por consiguiente, en los niveles de servicio esperados. Por otro lado, aprovechar las sinergias de ambos contribuirá significativamente a generar nuevas y mutuas oportunidades de negocio.

Bibliografía

Adams, C. (2016). “Por la caída del crudo, pocos mega proyectos petroleros seguirán en pie”. En: *Cronista.com*. [En línea]. 15 de enero del 2016. Fecha de consulta: 20/01/2016. Disponible en: <<http://www.cronista.com/financiamientos/Por-la-caida-del-crudo-pocos-mega-proyectos-petroleros-seguiran-en-pie-20160115-0031.html>>.

Anderson, R. (2015). “¿Hasta cuándo se mantendrá bajo el precio del petróleo?”. En: *BBC Mundo*. [En línea]. 24 de febrero del 2015. Fecha de consulta: 07/10/2015. Disponible en: <http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/02/150224_petroleo_precio_analisis_am>.

Angus, R. (2016). *Deferred upstream projects tally reaches 68*. Edinburgh/Houston: Wood Mackenzie.

Bolsamanía. (2016). “Libia, la nueva amenaza para los precios del petróleo con la que el mercado no cuenta”. En: *Bolsamanía*. [En línea]. 13 de enero del 2016. Fecha de consulta: 18/01/2016. Disponible en: <<http://www.bolsamania.com/noticias/economia/libia-la-nueva-amenaza-para-los-precios-del-petroleo-con-la-que-el-mercado-no-cuenta--995083.html>>.

Carbon Footprint. (2016). “Flight carbon footprint calculator”. En: *Carbon Footprint Ltd*. [En línea]. Fecha de consulta: 13/01/2016. Disponible en: <<http://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?tab=3>>.

Caro Paccini, Jorge. (2013). “Vendor Managed Inventory – VMI”. En: *Asociación Peruana de Profesionales en Logística (APPROLOG)*. [Página web]. Fecha de consulta: 16/11/2015. Disponible en: <<http://approlog.org/wp-content/uploads/2013/09/Vendor-Managed-Inventory-VMI-Aprolog.pdf>>.

CDI Lean. (2013). “Kotter y la Gestión del Cambio”. En: *CDI Lean*. [En línea]. 07 de noviembre del 2013. Fecha de consulta: 13/01/2016. Disponible en: <<http://www.cdiconsultoria.es/kotter-y-gesti%C3%B3n-cambio>>.

Centro Internacional de Capacitación y Soporte (CICAPSO S.A.C.). (s.f.). “Método de priorización de variables basado en matrices”. [PDF]. Fecha de consulta: 15/11/2015. Disponible en: <[http://www.planificacion.upla.edu.pe/portal/images/REFLEXIONES/METODOPARAPONDERARGECYT\(conf\).pdf](http://www.planificacion.upla.edu.pe/portal/images/REFLEXIONES/METODOPARAPONDERARGECYT(conf).pdf)>.

Chopra, S., y Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de Suministro*. México: Pearson.

COP 20. (2015). “¿Cómo se mide la Huella de Carbono?”. En: *LIMA COP20*. [En línea]. 11 de mayo del 2015. Fecha de consulta: 13/10/2015. Disponible en: <<http://www.cop20.pe/22973/como-se-mide-la-huella-de-carbono/>>.

Demand Planning LLC. (2013). “Vendor Managed Inventory for MRO Planning”. En: *Demand Planning*. [En línea]. Mayo del 2013. Fecha de consulta: 24/09/2015. Disponible en: <<http://demandplanning.net/documents/VendorMangInvMROplan.pdf>>.

Donnelly, J. M. (2013). “Five Basic Practices That Can Quickly Close the Gap with Best Practices in MRO Inventory Management”. En: *Supply Chain 247*. [En línea]. 13 de junio del 2013. Fecha de consulta: 10/09/2015. Disponible en: <http://www.supplychain247.com/article/five_basic_practices_that_can_quickly_close_the_gap_with_mro_inventory/inventory>.

Edicom Group. (s.f.). “Gestión del Abastecimiento. Qué es”. En: *Edicom Group*. [Página web]. Fecha de consulta: 18/11/2015. Disponible en: <http://www.edicomgroup.com/es_ES/solutions/CRP/what_is.html>.

Florio, L. F. (2015). “El crudo barato obliga a un ajuste en las petroleras”. En: *La Vanguardia Economía*. [En línea]. 12 de septiembre del 2015. Fecha de consulta: 18/11/2015. Disponible en: <<http://www.lavanguardia.com/economia/20150912/54436475752/dinero-crudo-barato-obliga-ajuste-petroleras.html>>.

Iglesias López, L. A. (2013). “Inventario gestionado por el proveedor (Vendor Managed Inventory)”. En: *LogisMype*. [En línea]. 20 de mayo del 2013. Fecha de consulta: 22/10/2015. Disponible en: <<https://logispyme.wordpress.com/2013/05/20/inventario-gestionado-por-el-proveedor-vendor-managed-inventory/>>.

Luna Amancio, N. (2015). “Las heridas de Pluspetrol en la Amazonía peruana”. En: *Ojo Público Elecciones 2016*. [En línea]. 15 de febrero del 2015. Fecha de consulta: 20/11/2015. Disponible en: <<http://ojo-publico.com/29/las-heridas-de-pluspetrol-en-la-amazonia-peruana>>.

Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2015). “Hidrocarburos”. En: *Ministerio de Energía y Minas*. [Página web]. Fecha de consulta: 13/8/2015. Disponible en: <http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=5&idPublicacion=247>.

Niranjan, Tarikere T.; Wagner, Stephan M. y Thakur-Weigold, Bublu. (2011). “Are you ready for VMI?”. En: *Industrial Engineer*. Vol. 43, N°2, february del 2011, pp. 39-44. Fecha de consulta: 16/11/2015. Disponible en: <https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/study-programme-websites/mba-eth-scm-dam/documents/publications/practitioner/2011-Industrial_Engineer-EN.pdf>.

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin). (2015). “Sector Hidrocarburos Líquidos”. En: *Reporte de Análisis Económico Sectorial*. Año 4, N° 5, marzo 2015. [En línea]. Lima: Oficina de Estudios Económicos de Osinergmin. Fecha de consulta: 23/11/2016. Disponible en:

<http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES-Hidrocarburos-Marzo-2015-OEE-OS.pdf>.

Sección Economía. (2016). “Producción peruana de hidrocarburos líquidos cayó 13,5% en el 2015”. En: *Diario Gestión*. [En línea]. 26 de enero de 2016. Fecha de consulta: 30/01/2016. Disponible en: <<http://gestion.pe/economia/produccion-peruana-hidrocarburos-liquidos-cayo-135-2015-2153394>>.

Sección Empresas. (2015). “Cientos de indígenas toman lote 1AB de Pluspetrol en Loreto”. En: *Diario Gestión*. [En línea]. 27 de enero del 2015. Fecha de consulta: 20/11/2015. Disponible en: <<http://gestion.pe/empresas/cientos-indigenas-toman-lote-1ab-pluspetrol-loreto-2121698>>.

Sección Operaciones están paralizadas. (2014). “Petroteras rescinden sus contratos con el Estado peruano”. En: *Diario Perú 21*. [En línea]. 17 de julio del 2014. Fecha de consulta: 12/11/2015. Disponible en: <<http://peru21.pe/economia/petroteras-contratos-perupetro-repsol-pluspetrol-y-korea-national-oil-2192297>>.

Snelson, D. (2012). “Estimating the Financial Benefits of Vendor Managed Inventory (VMI)”. En: *Waer Systems*. [En línea]. Fecha de consulta: 15/10/2015. Disponible en: <<http://www.waersystems.com/assets/estimating-the-financial-benefit-of-vmi---a-waer-whitepaper.pdf>>.

Schlumberger (2014). “Schlumberger”. Documentos internos.

U.S. Energy Information Administration. (s.f.). “Real Prices Viewer”. En: *Short-Term Energy and Summer Fuels Outlook*. [En línea]. Fecha de consulta: 05/02/2016. Disponible en: <<http://www.eia.gov/forecasts/steo/realprices/>>.

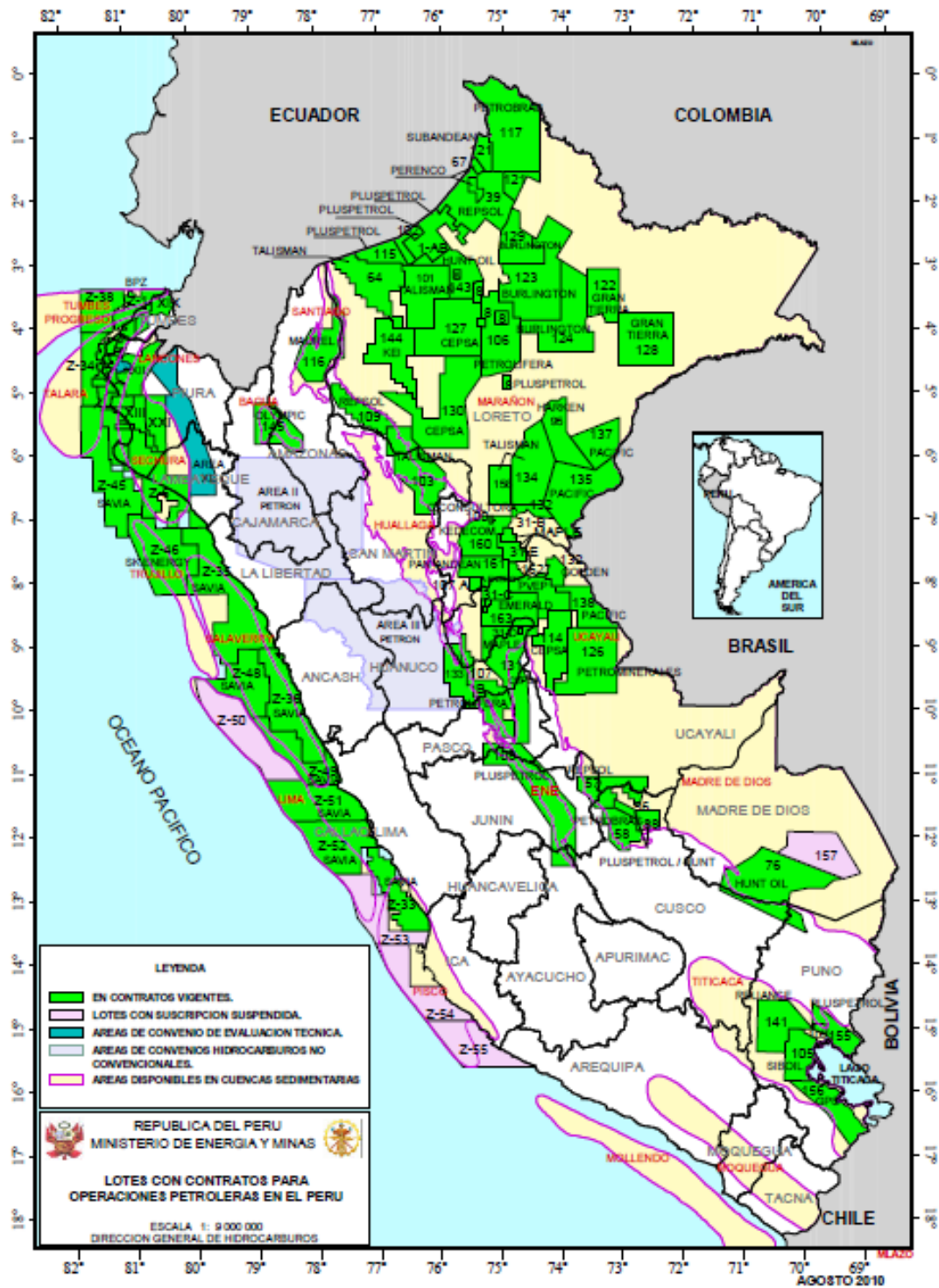
Villajuana, C. (2013). *Estratejiendo: Plan Estratégico y Balanced Scorecard*. Lima: Esan Ediciones.

Villajuana, C. (2015). “Estrategias competitivas y medición del desempeño”. [Presentación de power point]. Material de clase. Lima, p.12.

WWF. (2015). “La demanda de energía necesita de la Amazonía”. En: *Extracción de petróleo y gas en la Amazonía*. [En línea]. 01 de Junio del 2015. Fecha de consulta: 10/10/2015. Disponible en: <http://wwf.panda.org/es/nuestro_trabajo/iniciativas_globales/amazonia/problemas_en_la_amazonia/otras_amenazas/extraccion_de_petroleo_y_gas_en_la_amazonia/>.

Anexos

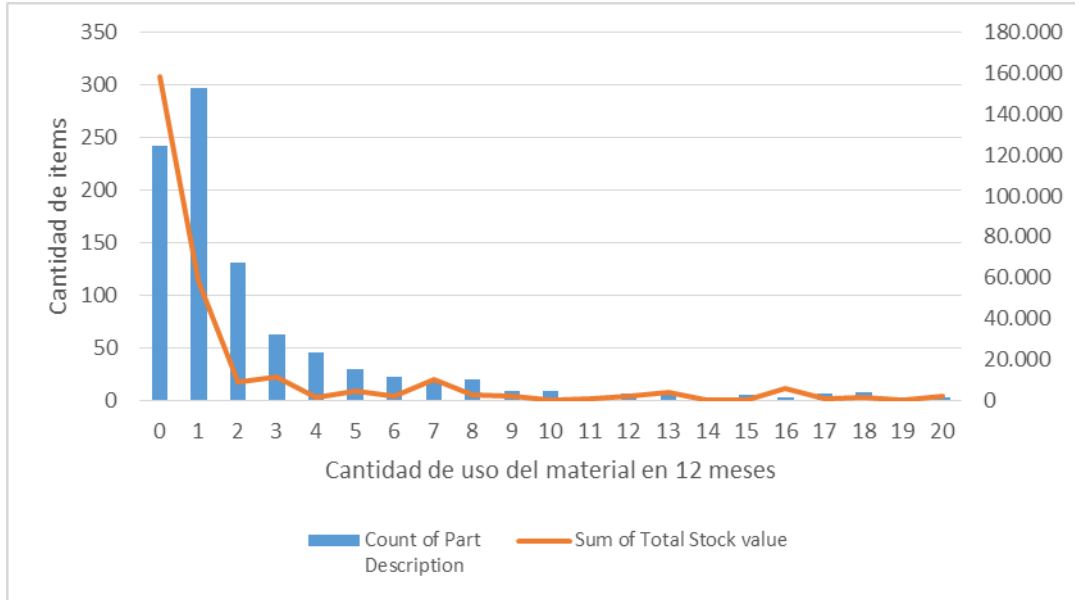
Anexo 1. Lotes con contratos para operaciones petroleras en el Perú



Fuente: Ministerio de Energía y Minas (MINEM), 2010.

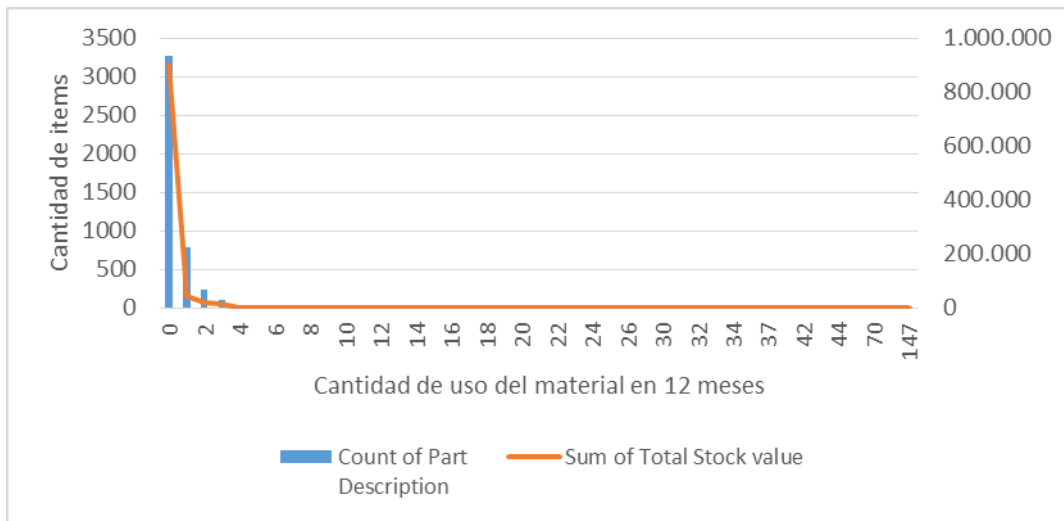
Anexo 2. Consumo del inventario

Frecuencia de consumo del inventario crítico versus valor



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Frecuencia de consumo del inventario no crítico versus inventario valorizado



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 3. Equipos solicitados enero-diciembre 2015

Part Description	Values												
	Jan	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Set	Oct	Nov	Dec	Total
12 1/8 STABILISER SERIES 85, PD9SRC-AA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
BOX SHIPPING: 36 FT 6 IN, L, STL, 375-738	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
14-5/8 STABILIZER SLEEVE, 9.5 RX COLLAR PDXTRA RSD													
HDF-DA HYDRAULIC DELAY FIRING HEAD	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	96
BATTERY, ANNULAR F, 150 C (WITH F-CAC CELLS)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	96
CRATING 72 REEL W/ BAR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
POWER MODULE ASSEMBLY	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
BOX SHIPPING: 32 FT 0 IN, L, STL, 375-738	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
LOZENGE TSP PAD, PD900 BUSH ASSEMBLY	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
PDCU-CA CONTROL UNIT UPGRADE KIT	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
(en blanco)													
REEL, 72 HEAVY DUTY	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	84
PAD, LOZENGE, FINAL M/C ASSY, 12 1/4 PDX5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
MEX-EB DV6M DOWN EXTENDER ASSY	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
REDRESS KIT, 3.68 EFIRE/RDT 240HR FILL SUB ASSY	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
KIT, INA THRUST BEARING, DRIVESHAFT ASSEMBLY, A962M MOTOR	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	84
BOX SHIPPING: 23 FT 0 IN, L, STL, 375-738	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	84
KIT, SEAL REDRESS, FOR EZV 1 RUN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
MEX-CA ADN LP EXTENDER FOR SAVER SUB	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
SFT-832, TEST KIT, SHOP, MP8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
REDRESS KIT, HDF-DA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
LOAD CELL GAGE PLACEMENT	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
ASSEMBLY M10 ACQUISITIO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
BATTERY, SHARP, 150C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
LIFT SUB X-OVER ASSY, 2.375 API X3.000-6 STUB ACME	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
KIT, COOLING MODIFICATION, EMOTE Q AC INDUCTION MOTOR, MSCT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
SLING, FISHING, 12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
KIT, SPARE PARTS, MP8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
ADAPTER, E2E LOWER, 114[4.5] HSD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
TREFOIL DISTRIBUTOR ASSY, BRAZE, PDX5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
PC BD ASSY, ACQUISITION SYSTEM WITH SHIPPING FRAME	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
UPS (ENAG)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
A675M DRIVESHAFT INA BEARING CONVERSION KIT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
BATTERY, MP3-825 SONIC (ROTATED SLOT), 150C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
962 MOTOR CATCHER ASSEMBLY, W/ FLOW BYPASS, 10 TO 14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
ADAPTER, E2E UPPER, 114[4.5] HSD	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
ASSY, BATTERY 150C RTC	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
ASSY, ARC203, RES ACQUISITION	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
RADIAL BEARING, LOWER ROTATING, A675M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 4. Resultados de la encuesta para la aplicación de un modelo VMI

#	Pregunta	Ponderación	Puntaje (1-4)	Resultado Final
1	¿Son los ingresos de la empresa estables a lo largo de los años?	3,86	3	11,58
2	¿Los costos transaccionales son altos?	5,14	4	20,56
3	¿Son los sistemas de información y comunicación buenos al interior de la empresa?	6,74	4	27,00
4	¿La empresa no tiene inconvenientes en compartir información con los proveedores?	9,97	2	19,94
5	¿Es el gerenciamiento de las compras una actividad core del negocio?	7,07	1	7,07
6	¿Son los productos estandarizados y la customización es mínima?	7,07	2	14,14
7	¿Son los productos repetitivos con baja frecuencia de cambios respecto a las especificaciones?	8,04	3	24,12
8	¿Los productos cuentan con una identificación estandar a lo largo de la cadena de suministro?	6,75	4	27,00
9	¿La variación de la demanda es baja?	4,82	2	9,64
10	¿Es la demanda analizada y los niveles de stock controlados cercanamente?	7,40	2	14,80
11	¿Existe una relación a largo plazo de elevada confianza entre proveedor y cliente?	7,72	3	23,16
12	¿Son los beneficios del modelo VMI evidentes para ambas partes del modelo?	7,07	3	21,21
13	¿Constituyen los proveedores estratégicos un alto porcentaje de las ordenes de compra?	5,14	3	15,42
14	¿Los proveedores están de acuerdo con cooperar con la iniciativa del VMI?	8,68	3	26,04
15	¿Los sistemas de información de la empresa se encuentran integrados con los proveedores?	4,50	1	4,50

Fuente: Elaboración propia, 2016.

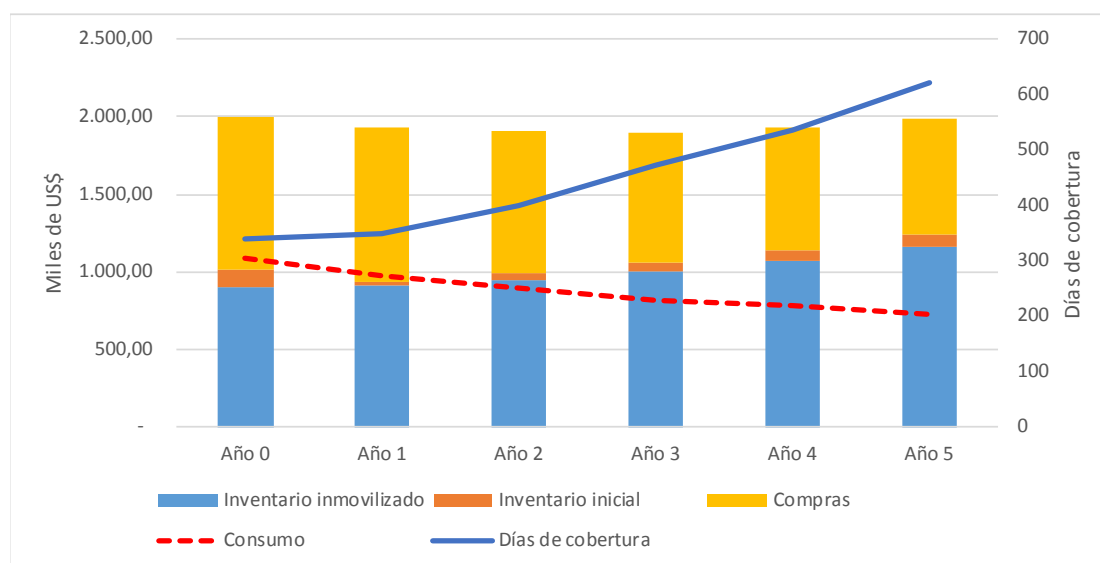
Anexo 5. Proyección de cobertura de inventario del escenario actual

Esquema actual (miles)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Inventario inmovilizado	899,13	915,03	950,47	1.003,87	1.073,63	1.158,92	6.001,05
Inventario inicial	109,00	15,90	35,43	53,40	69,75	85,29	368,78
Consumo	1.085,10	976,59	898,46	817,60	776,72	730,12	5.284,58
Compras	992,00	996,12	916,43	833,95	792,25	744,72	5.275,47
Inventario final	15,90	35,43	53,40	69,75	85,29	99,89	

Cobertura	93%	95%	110%	129%	147%	170%
Días de cobertura	339	348	401	472	537	622

Fuente: Schlumberger, 2015.

Elaboración: Propia, 2016.



Fuente: Schlumberger, 2015.

Elaboración: Propia, 2016.

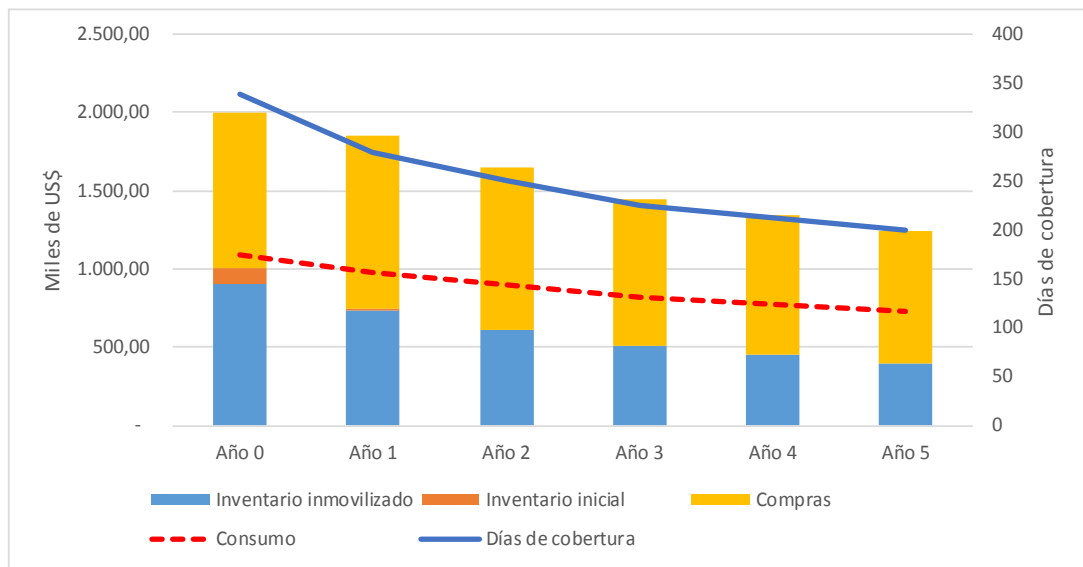
Anexo 6. Proyección de cobertura de inventario del escenario pesimista

	15,0%						
Esquema actual (miles)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Inventario inmovilizado	899,13	732,03	614,90	504,22	453,80	399,34	3.603,42
Inventario inicial	109,00	15,90	-	-	-	-	124,90
Consumo	1.085,10	976,59	898,46	817,60	776,72	730,12	5.284,58
Compras	992,00	1.104,79	1.033,23	940,24	893,23	839,63	5.803,12
Inventario final	15,90	-	-	-	-	-	15,90

Cobertura	93%	77%	68%	62%	58%	55%
Días de cobertura	339	280	250	225	213	200

Fuente: Schlumberger, 2015.

Elaboración: Propia, 2016.



Fuente: Schlumberger, 2015.

Elaboración: Propia, 2016.

Esquema actual (miles)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inventario MRO No crítico	1.008	748	615	504	454	399
Consumos de MRO No crítico	1.085	977	898	818	777	730

Cobertura	93%	77%	68%	62%	58%	55%
Días de cobertura	339	280	250	225	213	200

Modelos de abastecimiento	Actual	VMI	Ahorro	%
Inventario inmovilizado	1.159	399	-760	-66%
Días de cobertura	622	200	-422	-68%
Compras	745	840	95	13%
Ahorro en cobertura de MP			-1.087	

Anexo 7. Viajes aéreos

Cantidad de viajes aéreos actuales

Cantidad de viajes aéreos actual		Mes					Total	CO2 unt	TM CO2
Locación	Ruta	1	2	3	4				
Iquitos	Iquitos Cusco		1	1		2	0,16	0,29	
	Iquitos Lima	4	11		31	46	0,15	6,93	
	Iquitos Puerto Maldonado		1			1	0,16	0,10	
	Iquitos Pucallpa	2	4		1	7	0,08	0,58	
	Iquitos Talara	12	5	3	11	32	0,13	4,13	
	Iquitos Tumbes	1		1		1	0,12	0,14	
Iquitos total		19	22	4	46	91		12,17	
Lima	Lima Cusco			1	2	3	0,86	2,58	
	Lima Iquitos	7	12	9	3	31	0,15	4,59	
	Lima Pucallpa	4	5	4	6	19	0,07	1,30	
	Lima Puerto Maldonado	1		2	1	4	0,13	0,47	
	Lima Talara	2	3	3	4	12	0,14	1,68	
	Lima Tumbes	1		2	1	4	0,15	0,54	
Lima total		14	20	21	16	71		11,16	
Talara	Talara Cuzco	2				2	0,21	0,50	
	Talara Iquitos	4	1			4	0,13	0,55	
	Talara Lima	5	8	2	2	17	0,14	2,38	
	Talara Pucallpa	2	6	4	4	16	0,13	2,08	
Talara total		13	14	7	5	38		5,51	
Gran total		46	56	32	67	201		28,84	

Fuente: Schlumberger, 2014; Carbon footprint, 2016.
Elaboración: Propia, 2016.

Cantidad de viajes aéreos propuestos

Cantidad de viajes aéreos propuestos		Mes					Total	CO2 UNT	TM CO2
Locación	Ruta	1	2	3	4				
Lima	Lima Cusco	1	1	1	1	4	0,86	3,44	
	Lima Iquitos	1	1	1	1	4	0,15	0,60	
	Lima Pucallpa	1	1	1	1	4	0,07	0,28	
	Lima Puerto Maldonado	1	1	1	1	4	0,13	0,52	
	Lima Talara	1	1	1	1	4	0,14	0,56	
	Lima Tumbes	1	1	1	1	4	0,15	0,60	
Gran total		6	6	6	6	24		6,00	

Fuente: Schlumberger, 2014; Carbon footprint, 2016.
Elaboración: Propia, 2016.

Anexo 8. Kilómetros de traslados terrestres

Kilómetros de traslados terrestres locales actuales

Kilómetros		Mes										Gran total	CO2 unt	TM CO2	
Locación	Ruta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Lima	Lima Talara	6.210	4.140	12.420	8.970	19.500	11.040	12.780	7.080	7.410	4.620	94.170	0,02	1883,4	
	Lima Pucallpa	2.550	1.020	2.040	1.020	5.610	1.530	1.020	90	600	2.220	17.700	0,02	354,0	
	Lima Lima	40	1.099	19			119	1.483	2.300	4.690	5.789	15.539	0,02	310,8	
	Lima Quincemil	2.160	2.160	4.320	1.080	1.080	2.160			1.080		14.040	0,02	280,8	
	Lima Tumbes		810						180		810	1.800	0,02	36,0	
	Lima Cepsa			480								960	0,02	19,2	
	Lima Callao			40	44			158	119	119	139	178	796	0,02	15,9
	Lima Ransa							20	178	139	218		554	0,02	11,1
	Lima Cusco								120				120	0,02	2,4
	Lima Barranca										90		90	0,02	1,8
	Lima Curimana											60	60	0,02	1,2
	Lima Atsa									40		20	59	0,02	1,2
	Lima V.E.S.							24			16		40	0,02	0,8
	Lima Metroil									39			39	0,02	0,8
	Lima NOV										17	20	37	0,02	0,7
	Lima Ate										20		20	0,02	0,4
	Lima S.M.P										16		16	0,02	0,3
Lima total		10.961	9.711	19.322	11.118	26.195	15.057	15.887	9.814	14.304	13.727	146.095		2.921	

Fuente: Schlumberger, 2014; Carbon footprint, 2016.

Elaboración: Propia, 2016.

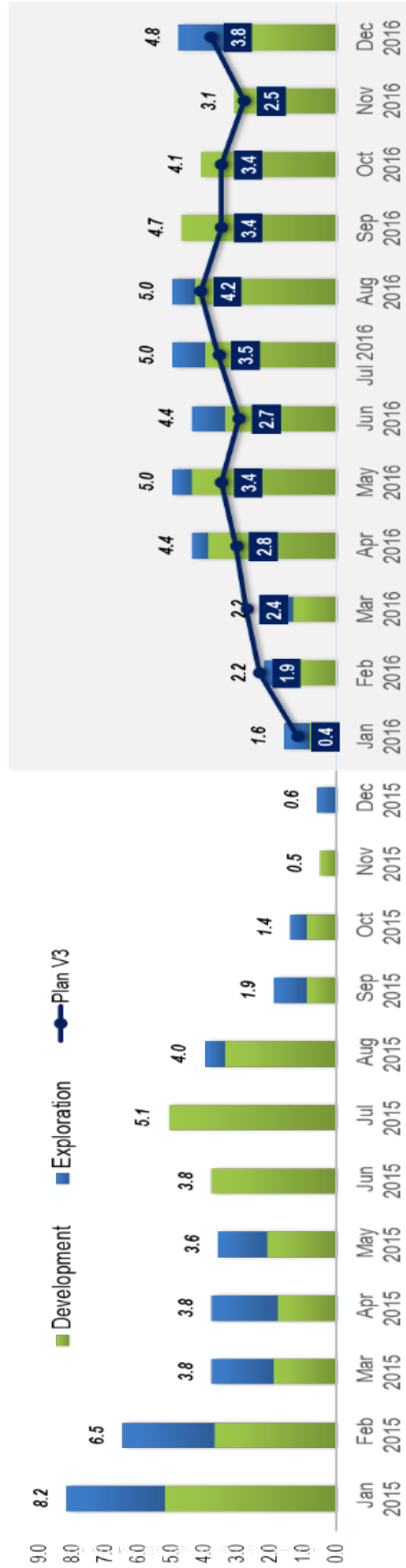
Kilómetros de traslados terrestres locales propuestos

Kilómetros		Mes										Gran total	CO2 unt	TM CO2
Locación	Ruta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Lima	Lima Talara	4.348	4.348	4.348	4.348	4.348	4.348	4.348	4.348	4.348	4.348	43.480	0,02	869,6
	Lima Pucallpa	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713	7.130	0,02	142,6
Lima total		5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	50.610		1.012

Fuente: Schlumberger, 2014; Carbon footprint, 2016.

Elaboración: Propia, 2016.

Anexo 9. Servicios ejecutados y proyectados para Schlumberger



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

Anexo 10. Diagrama de Gantt del proyecto

N° Tareas	Responsable	MESES / SEMANAS																																			
		ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
FASE 1 - Dirección del proyecto																																					
1	Recolección de información y procesos de negocio																																				
2	Elaboración del cuestionario para la aplicación del VMI																																				
3	Justificar el proyecto																																				
FASE 2 - Requisitos del VMI																																					
4	Requerimientos funcionales																																				
5	Requerimientos no funcionales																																				
6	Casos de prueba																																				
FASE 3 - Licitación y contratación																																					
7	Elaboración de las bases del contrato																																				
8	Licitación proveedores para implementación del VMI																																				
9	Levantar procesos del proveedor																																				
FASE 4 - Carga de datos e implementación																																					
10	Carga masiva de información																																				
11	Integración de los sistemas																																				
12	Plan de capacitaciones																																				
13	Periodo de pruebas																																				
14	Aceptación del usuario																																				
FASE 4 - Implementación y control																																					
14	Pruebas postproducción																																				
15	Operación asistida																																				
15	Monitoreo y control																																				

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 11. Lista de entrevistados

Nombres y apellidos	Experticia	Ocupación actual
Villajuana Pablo, Carlos.	Ingeniero industrial, MBA por la Universidad de Québec (Canadá); doctor en Administración de Negocios Globales por la Universidad Ricardo Palma (Perú). Consultor estratégico y en gestión empresarial; miembro del directorio de tres empresas privadas.	Se ha desempeñado como gerente general, gerente de marketing y gerente de operaciones. Actualmente es responsable de la calidad de sistemas de la calidad en 10 fábricas.
Del Castillo Mori, José Gabriel	Maestría en Management Sciences por la Universidad de Manchester (Inglaterra); licenciado en Ingeniería Industrial por la Pontificia Universidad Católica (Perú). Se ha desempeñado como gerente de Consultoría, especializado en las áreas de operaciones y productos de consumo en empresas como Andersen Consulting (Accenture), Price Waterhouse, IBM Consulting y Arthur Andersen, en España, Inglaterra y Perú.	Ha laborado como gerente de Operaciones de la Clínica Internacional, y hoy en día es senior manager de Accenture.
Garmendia, Francisco	Magíster en Administración de Empresas por la Escuela de Administración de Negocios para Graduados, ESAN; licenciado en Economía por la Universidad del Pacífico; bachiller en Derecho y Ciencias Políticas, Universidad de Lima.	Director Corporativo de Compras de Yanbal International.
Del Carpio, Manuel	Master of Business Administration (MBA) por la Universidad de Durham.	Socio fundador y director de Supply Chain Management Perú, con experticia en desarrollo, implementación y operación de modelos de gestión.
Alania, Enrique	Doctor en Administración de Negocios por Maastricht School of Management (Holanda), doctor en Administración Estratégica de Empresas por la Pontificia Universidad Católica (Perú); master of Philosophy por Maastricht School of Management (Holanda); MBA por la Universidad del Pacífico (Perú).	Gerente del área de Logística de Compañía Minera Antamina.
Jiménez Rosa, Antonio	Ingeniero de Telecomunicaciones por la Escuela Superior de Ingenieros (Sevilla, España) y MBA por China Europe International Business School (CEIS) y London Business School (LBS).	Executive director de Banca de Inversión para Empresas y Corporaciones en BBVA Continental
Rivera Manoy, Mónica.	Experiencia en tecnologías de la información y gerencia de proyectos.	SAM IT Business Systems proyecto MANAGER

Anexo 11. Lista de entrevistados (viene de la página anterior)

Rosales, José	Ingeniero industrial especializado en Supply Chain Processes; traductor de conferencias de Supply Chain	Project Manager: Optimizations in Supply Chain (Technology and Process)
García, Iván.	Ejecutivo senior en el campo de la Tecnología de la Información (TI), con experiencia nacional e internacional. Master of Business Administration, Maastricht School of Management (Holanda). Magíster en Administración Estratégica de Empresas, Pontificia Universidad Católica del Perú.	Managing Director de Tek Consulting LATAM, director ejecutivo Optimiza Business Group. Gerente de Tecnologías de la información de Minera Chinalco Perú, subsidiaria transnacional.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 12. Resumen de ahorros generados según escenario optimista, moderado y pesimista (miles de dólares)

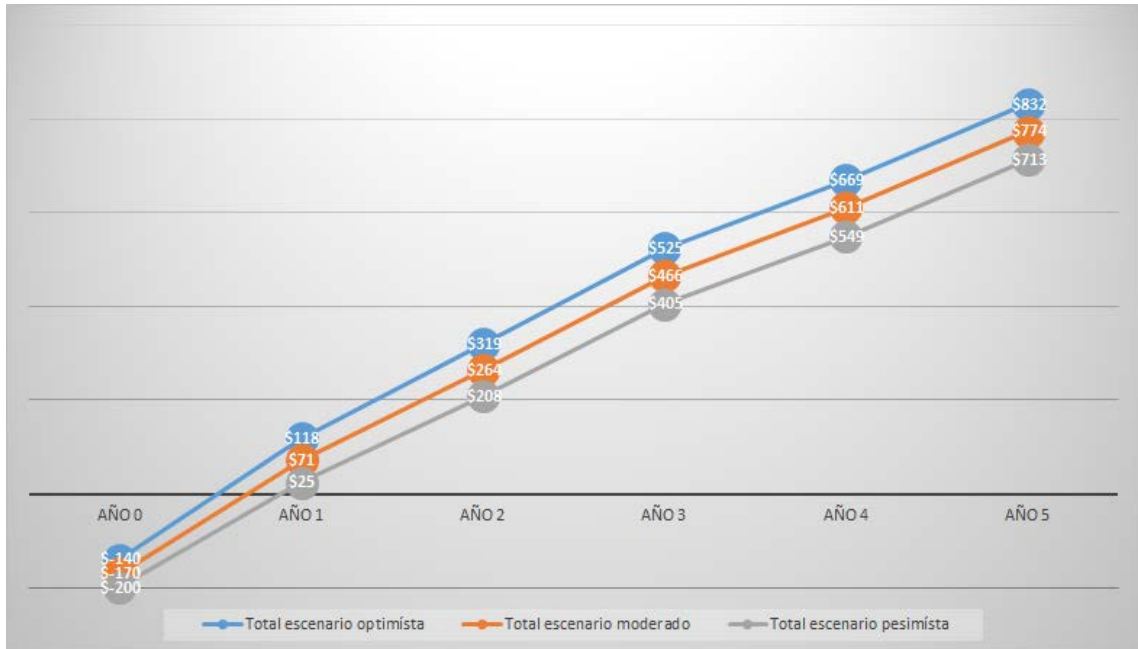
Escenario optimista	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inventario esperado con VMI	\$ 1,008	\$ 702	\$ 549	\$ 425	\$ 372	\$ 316
Inventario mejorado y proy	\$ 1,008	\$ 931	\$ 986	\$ 1,057	\$ 1,143	\$ 1,244
Ahorro esperado por Inventario	\$ -	\$ 229	\$ 437	\$ 632	\$ 771	\$ 928
Precios de compra con VMI	\$ 992	\$ 1,057	\$ 988	\$ 899	\$ 854	\$ 803
Precios de compra mejorado y proy.	\$ 942	\$ 946	\$ 871	\$ 792	\$ 753	\$ 707
Ahorro esperado por Precio de Compra	\$ -50	\$ -110	\$ -118	\$ -107	\$ -102	\$ -96
Costo de ordenamiento esperado	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135
Costo de ordenamiento sin VMI	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135
Inversión	\$ 90					
Total escenario optimista	\$ -140	\$ 118	\$ 319	\$ 525	\$ 669	\$ 832
CCPP	10.50%					
VAN	\$ 1,422					

Escenario moderado	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inventario esperado con VMI	\$ 1,008	\$ 725	\$ 582	\$ 464	\$ 412	\$ 356
Inventario mejorado y proy	\$ 1,008	\$ 931	\$ 986	\$ 1,057	\$ 1,143	\$ 1,244
Ahorro esperado por Inventario	\$ -	\$ 206	\$ 404	\$ 594	\$ 732	\$ 888
Precios de compra con VMI	\$ 992	\$ 1,081	\$ 1,011	\$ 920	\$ 874	\$ 821
Precios de compra mejorado y proy.	\$ 942	\$ 946	\$ 871	\$ 792	\$ 753	\$ 707
Ahorro esperado por Precio de Compra	\$ -50	\$ -134	\$ -140	\$ -128	\$ -121	\$ -114
Costo de ordenamiento esperado	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135
Costo de ordenamiento sin VMI	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135
Ahorro esperado	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión	\$ 120					
Total escenario moderado	\$ -170	\$ 71	\$ 264	\$ 466	\$ 611	\$ 774
CCPP	10.50%					
VAN	\$ 1,209					

Escenario pesimista	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inventario esperado con VMI	\$ 1,008	\$ 748	\$ 615	\$ 504	\$ 454	\$ 399
Inventario mejorado y proy	\$ 1,008	\$ 931	\$ 986	\$ 1,057	\$ 1,143	\$ 1,244
Ahorro esperado por Inventario	\$ -	\$ 183	\$ 371	\$ 553	\$ 690	\$ 845
Precios de compra con VMI	\$ 992	\$ 1,105	\$ 1,033	\$ 940	\$ 893	\$ 840
Precios de compra mejorado y proy.	\$ 942	\$ 946	\$ 871	\$ 792	\$ 753	\$ 707
Ahorro esperado por Precio de Compra	\$ -50	\$ -158	\$ -163	\$ -148	\$ -141	\$ -132
Costo de ordenamiento esperado	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135
Costo de ordenamiento sin VMI	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135
Inversión	\$ 150					
Total escenario pesimista	\$ -200	\$ 25	\$ 208	\$ 405	\$ 549	\$ 713
CCPP	10.50%					
VAN	\$ 990					

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 13. Resumen de ahorros generados en cada escenario según flujo de efectivo (miles de dólares)



Fuente: Schlumberger, 2014.
Elaboración: Propia, 2016.

Nota biográfica

Ing. Enzo Crosato Diaz

Ingeniero Industrial, experto en gestión de la cadena de suministro en empresas de ámbito global y en el diseño e implementación de procesos y estrategias de optimización de costos. Tiene más de 10 años de experiencia en el rubro petrolífero. Actualmente es responsable de la gestión de cadena de suministro en Schlumberger.

Ing. Adán Allyosha Obregón Jáuregui

Titulado con honores de la carrera de Ingeniería Industrial por la Universidad de Ciencias Aplicadas (UPC), con experiencia en las áreas de Proyectos, Operaciones, Planeamiento y Producción. Líder de planeamiento y control de la producción en empresa transnacional y gestor de proyectos globales de cadena de suministro. Maestro Pokémon.

Ing. Andrés Soriano Valdivia

Ingeniero Industrial con experiencia en el ámbito logístico global y atención al cliente, egresado de la Universidad de Ciencias Aplicadas (UPC). Tiene más de seis años de experiencia en el rubro de maquinarias y repuestos. Ha trabajado en las áreas de Planeamiento, Compras, Operaciones y Distribución. Tiene experiencia en el área Comercial asumiendo proyectos de gran envergadura. Actualmente es jefe de Repuestos en Linde High Lift Perú.