

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“EVALUACIÓN FINANCIERA DE UN PROYECTO DE
APROVISIONAMIENTO ELECTRÓNICO”**

**INFORME DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTA:

JUAN JOSÉ SEPTIÉN VÉLEZ

MÉXICO, D.F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado Asignado:

Presidente: Prof. Eduardo Rojo y de Regil
Vocal: Prof. Ernesto Pérez Santana
Secretario: Prof. Alejandro León Iñiguez Hernández
1er. Suplente: Prof. José Sabino Samano Castillo
2do. Suplente: Profa. Yolanda Castillo Vallejo

Sitio en donde se desarrolló el tema:

Grupo Air Liquide; Paris, Francia

Asesor del tema:

I. Q. Alejandro León Iñiguez Hernández

Sustentante:

Juan José Septián Vélez

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Química por todos los conocimientos y grandes momentos.

Al Ing. Alejandro Iñiguez por su apoyo para llevar a cabo este informe y mostrar el lado sencillo de las cosas.

A todos mis amigos y en especial a Ingrid, Diego, Lalo, Pablo y Rafa porque gracias a ustedes me dan ganas de que volviera a ser el primer día de clases para vivir de nuevo todos estos años.

A Itzé por su amor, motivación y gran presencia.

A mi madre y a Lucía, Adriana y Pablo por estos primeros 30 años de invaluable apoyo y ejemplo.

A la memoria de mi padre.

“Más vale tarde que nunca...”

INDICE	Página
INTRODUCCIÓN	3
▪ Objetivo del estudio	5
▪ Alcance	6
▪ Metodología	7
CAPÍTULO 1. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL PROCESO DE COMPRAS	8
1.1 Proceso de Adquisiciones	8
1.2 Portafolio de Compras	12
CAPÍTULO 2. EXPLICACIÓN DEL APROVISIONAMIENTO ELECTRÓNICO	15
2.1 Aprovisionamiento Electrónico	16
2.2 Modelos de Compra	18
2.3 ¿Qué Comprar?	21
2.4 Dos Visiones sobre E -Procurement	22
2.5 Contenido	24
2.5.1 Estructura del Contenido	25
CAPÍTULO 3. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE PROCESOS DE OBTENCIÓN DE GASES INDUSTRIALES	26
3.1 Gases	26
3.1.1 Separación de Gases del Aire	26
3.1.2 Gases Derivados de la Separación del Gas Natural	32
3.1.3 Principales Usos	34
3.2 Descripción del Mercado	37
3.2.1 Estructura de la Industria	38
3.2.2 Crecimiento	39
3.3 Posición de Air Liquide en la Industria	40
CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN FINANCIERA	42
4.1 Métodos Utilizados	43
4.2 Resultado de la Evaluación Financiera	45
4.3 Evaluación Comparativa	50
4.3.1 Industria Similar	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	56
APÉNDICES	58

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Áreas involucradas en la función de compra	10
Figura 2. Portafolio de Compra	13
Figura 3. Estructura de los Negocios Vía Electrónica	15
Figura 4. Correspondencia entre Materiales y Soluciones	16
Figura 5. Línea de Negocios de Air Liquide	40
Figura 6. Gráfica del VPN vs. Tasa de Descuento	45
Figura 7. Gastos vs. Ahorros	49

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Diferencia entre compras estratégicas y compras transaccionales	9
Tabla 2. Diferencia entre Materiales Directos e Indirectos	11
Tabla 3. Clasificación de Materiales Indirectos	12
Tabla 4. Principales Usos de los Gases Industriales	34
Tabla 5. Ventas de las principales compañías productoras de gas en el 2004	38
Tabla 6. Crecimiento esperado para la Triada (2004-2008)	40
Tabla 7. Objetivo de Estrategia de Ahorro	46
Tabla 8. Detalle de Costos	46
Tabla 9. Ahorros Logrados	48
Tabla 10. Indicadores Financieros	49
Tabla 11. Indicadores Clave de Desempeño en Compras	51
Tabla 12. Categorías Potenciales para Compra Electrónica	55

INTRODUCCIÓN

Este informe resume la situación actual de la función de aprovisionamiento electrónico – e-procurement – utilizando las herramientas proporcionadas por la Tecnología de Información (TI) así como una descripción global de la industria de los gases industriales, donde se llevó a cabo el proyecto. Como resultado de este informe se proporciona la evaluación financiera de un proyecto de “e-procurement” en el cual participó el sustentante.

A principios del 2003 se comenzó a instalar oficialmente el sistema de aprovisionamiento electrónico en la compañía, y para finales de 2005 terminó su etapa de implementación. En 2006 el proyecto entró en un esquema de presupuesto reducido para su mantenimiento. Sin embargo, una vez que sea completamente desplegado, los beneficios, no solamente económicos, vendrán a la compañía con su uso continuo. Los ahorros generados dependen principalmente de la proporción de bienes y servicios comprados a través del sistema. Además, el sistema necesita ser mantenido desde el punto de vista técnico, así como estratégico. Esto es, debe evolucionar con la estrategia global de compras de la compañía para conservarse como una herramienta de valor agregado a largo plazo.

El objetivo de este informe es proporcionar al lector una visión comprehensiva del aprovisionamiento electrónico y de la industria de gases industriales, así como de la situación financiera de un proyecto de este tipo en su estado de transición, para asegurar su alineación con la estrategia global de compras de la compañía.

La implementación de un sistema de aprovisionamiento electrónico, por lo general, simplemente facilita la compra por catálogo de materiales indirectos como por ejemplo, los artículos de oficina. El retorno de la inversión o ROI (por sus siglas en

inglés - Return on Investment) de este tipo de proyectos es invariablemente bueno, rara vez siendo lo contrario¹.

El ir más allá, de la compra de plumas y papel, a la compra de materia prima (los materiales que componen el producto final) o a los servicios variados que una compañía adquiere, como consultoría, personal eventual o servicios de traducción, se convierte en un reto. Cuando una compañía hace grandes compras de materias primas o componentes de importancia estratégica, lo hace por lo general a través de acuerdos multimillonarios. Estos acuerdos son negociados, por semanas o meses, involucrando los materiales para todo el año siguiente. En este tipo de negociaciones, el aprovisionamiento electrónico agrega poco valor.

Sin embargo, el aprovisionamiento electrónico puede brindar más que solo precios bajos. El impacto neto de otras de sus características derivadas, como mejor productividad, rápido procesamiento, mayor visibilidad y la eliminación de compras no planeadas, pueden tener un ROI mucho más alto de lo que puede ser alcanzado al escatimarse unos cuantos centavos del precio.

Si consideramos que alrededor del diez por ciento del dinero en las cuentas de compras es gastado en el ochenta por ciento de las transacciones², este segundo componente de “ahorro” que ofrece una iniciativa de aprovisionamiento electrónico es mucho más interesante.

La compañía en la cual se desarrolló este trabajo está llevando a cabo un programa interno de eficiencia con la meta de generar ahorro de gastos (cost savings). Aproximadamente, la mitad de los ahorros logrados serán generados a través de varias iniciativas de compra, incluyendo la implementación de un sistema electrónico de compras a nivel global.

¹ M. WHEATLY, *How to Know if E-Procurement is Right for You*, CIO Magazine, June 15, 2003.

² M. ASSPURO, *Supplier Financial Analysis: By the Numbers*, NAPM Conference Proceedings, 1997

Este sistema permite a todos aquellos que generan requisiciones dentro de la compañía revisar los catálogos electrónicos, emitir órdenes de compra y registrar recepciones de las mismas utilizando una interfase de red simple e intuitiva que es accesible a través de su red interna (Intranet). Al final de 2005 se terminó la etapa de implementación y en 2006 se dio paso a la etapa de mantenimiento.

Dado que el presupuesto operativo asignado al proyecto se vio reducido como resultado de su nuevo estatus, la necesidad de llevar a cabo una evaluación del proyecto en términos de rentabilidad fue inminente para asegurar beneficios continuos a la compañía.

- **Objetivo del Estudio**

El proyecto cambió su estatus a finales de 2005. Su etapa de despliegue comprometió recursos y un mayor presupuesto. Para el comienzo de 2006, el presupuesto invertido para sus gastos se vio reducido bajo el esquema de mantenimiento. Durante los próximos años el sistema debe funcionar eficientemente, siendo determinantes los ahorros realizados para tomar la decisión de continuar su uso. El retorno de la inversión de un proyecto de aprovisionamiento electrónico es ampliamente reconocido por ser positivo y muy rápido. La literatura revisada como apoyo para la realización de este reporte resalta esta propiedad particular, sin embargo no muestra cálculos significativos.

Hasta el momento, más de 110,000 transacciones se han llevado a cabo a través del sistema, equivalentes a un monto de alrededor de 10 millones de dólares Estadounidenses.

El objetivo de este estudio es, por lo tanto, describir los principales puntos que necesitan considerarse. El proyecto está por alcanzar su fin y se ha convertido en una herramienta cotidiana para la elaboración de requisiciones en la compañía, por lo que resaltan tres áreas principales de importancia:

I. Revisión del aprovisionamiento electrónico – Estudiar los fundamentos del aprovisionamiento electrónico y definir que es adecuado para ser comprado a través de éste. Definir una serie de propiedades que ayudarán en la selección de nuevas categorías de compra con el fin de expandir el uso de esta herramienta y de ser posible, incursionar en la compra de materias primas.

II. Encuesta en la industria – llevar a cabo un estudio comparativo dentro de compañías similares para llevar un seguimiento de los últimos logros en el campo y aprender que tan extensivo puede llegar a ser el uso de estos sistemas. Aprender de la información publicada, la dimensión de la cantidad de dinero manejada, volumen de transacciones y el número de productos negociados.

III. Evaluación del proyecto – Determinar el número de transacciones que necesitan ser realizadas a través del sistema para que sea rentable. Utilizar la información histórica de las transacciones generadas hasta el momento y con una proyección para los siguientes años obtener el retorno de la inversión del proyecto.

En este informe, todos los puntos antes mencionados serán analizados críticamente y se identificarán opciones para su manejo con las recomendaciones apropiadas.

- Alcance

Este informe trata sobre la situación actual del sistema de aprovisionamiento electrónico implementado, así como una revisión comprehensiva de lo que es el aprovisionamiento electrónico. Cuando posible, se harán comparaciones con los logros de otras compañías similares. Sin embargo, este trabajo no particulariza sobre la definición original del proyecto, información sobre la implementación, o sobre el estudio de negocio original del proyecto de la empresa, con la excepción, claro está, donde aspectos de éstos temas sean relevantes.

En este informe se incluye también, un análisis de la compañía y de la industria de gases industriales, con comentarios particulares a este caso. El objetivo de estos capítulos es brindar un entendimiento del proyecto en su contexto dentro de la compañía y sus colaboradores, y no sobre las dificultades técnicas de instalación de un sistema de aprovisionamiento electrónico a profundidad.

- Metodología

El material para la elaboración de este reporte se obtuvo de la información recolectada a través de la experiencia del autor en la participación del despliegue del sistema dentro de la compañía. Se llevaron a cabo entrevistas con personas pertenecientes a grupos clave como gerentes de diversas áreas de la compañía incluyendo: Compras, IT (Tecnología de Información) y Negocios Electrónicos (e-Business). La información sobre otras compañías se obtuvo a través del departamento de Planeación Estratégica y fue consultada a manera de obtener una perspectiva completa de todos los temas importantes para este trabajo. En paralelo, se llevó a cabo una investigación significativa en Internet, especialmente, dentro de organizaciones de compra oficiales.

CAPÍTULO 1. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL PROCESO DE COMPRAS

Las compañías son creadas con el objetivo de vender, ya sean productos o servicios¹. Para producirlos, otros productos o servicios son requeridos y deben ser adquiridos creando una cadena de abastecimiento. La función de Compras es por tanto, una función inevitable y muy importante de toda compañía sin importar a lo que esta se dedique.

1.1 Proceso de Adquisiciones

El proceso de compra tiene su inicio con el pronóstico de producción². De ahí, es posible conocer que tanto se necesitará para poder cumplirlo (el tiempo, al igual que los recursos, es un factor muy importante, pero a fin de mantener esta explicación lo más sencilla posible, no será tomado en cuenta). El departamento de compras o el comprador prepara lo que se conoce como una Propuesta para la Requisición (PPR), la cual incluye todas las especificaciones para los productos necesarios. Una vez que la PPR está lista, se manda a una serie de proveedores previamente seleccionados, que a su vez hacen sus ofertas. De todas las cotizaciones, el comprador elige la mejor opción y comienza la parte de negociación del contrato. Cuando el contrato es firmado, la compañía compradora coloca órdenes formales de compra en los términos estipulados en el mismo. Este contrato será válido para una o más órdenes. Los proveedores reciben las órdenes de compra y proceden a surtirlos. Una vez que los productos o servicios comprados son entregados, la compañía recibe las facturas correspondientes en ese momento o días después. El departamento de compras libera los pagos al proveedor, estableciéndose los servicios post-venta y apoyo para el cliente. En este punto del proceso de compra, los compradores evalúan el desempeño del proveedor basados en que tan bien el vendedor abastece las órdenes o servicios

¹ R. BREALEY, S. MYERS, *Principles of Corporate Finance*, 4a. Edición, McGraw-Hill Inc., 1991

² J. LEENDERS, F. FEARON, *Purchasing & Supply Management*, 11a. Edición, Ed. Irwin, 1997

contratados. Los volúmenes adquiridos son medidos para identificar mejoras en futuras negociaciones con los proveedores.

Durante el proceso que se acaba de describir, algunos pasos son considerados como compra estratégica, mientras otros son conocidos como compras transaccionales. Estas últimas involucran todas las órdenes de compra que se colocan ante el proveedor una vez que el contrato se establece y mientras éste está vigente. La siguiente tabla explica con mayor detalle las diferencias entre ellos.

Tabla 1. Diferencia entre compras estratégicas y compras transaccionales

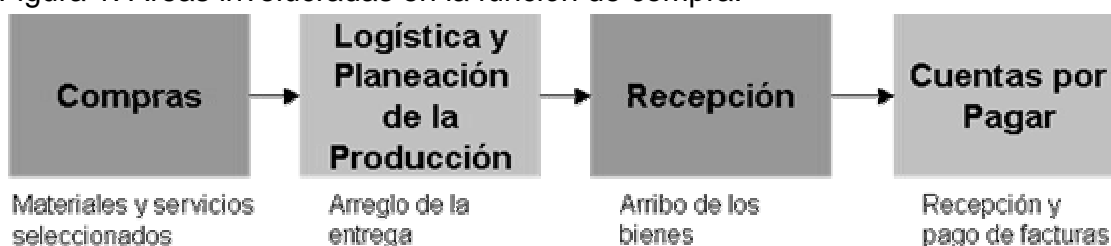
	Compra estratégica	Compra transaccional
Objetivo	Establecer relaciones a largo plazo entre vendedor y comprador	Procesar transacciones de acuerdo a contratos preestablecidos
Actividad central	Comparación de proveedores (licitación) y negociación de contrato	Colocación de órdenes de compra con proveedores acordados
Impacto	Reduce el costo de los productos vendidos (costo directo)	Reduce el trabajo de escritorio y procesamiento (costo indirecto)
Habilidades requeridas	Negociación, análisis de datos	Conocimiento de los contratos existentes

Fuente: Tabla elaborada por el autor.

Existe un tercer tipo de compra, que se lleva a cabo en acuerdos únicos. Esto se conoce como compras al momento o “Spot Buying” y ocurre generalmente cuando los proveedores ya contratados no pueden completar la orden, cuando hay una orden urgente o cuando la orden es única y su tamaño es demasiado pequeño para justificar el proceso de negociación de un contrato. Además de la frecuencia (compra única vs. recurrente), existen muchas otras diferencias entre este tipo de compra y la compra transaccional, particularmente el número de abastecedores. Mientras que en la compra transaccional se prefiere un número menor de proveedores para mantener el proceso concentrado y fácil, para la compra al momento, es mejor tener el mayor número de proveedores y opciones posibles.

En la compra se ven involucrados dos tipos de costos: el costo directo del material o servicio adquirido y el costo de la función de compra³. Este segundo costo incluye al personal y el costo de administración (overhead) requerido para buscar, comparar, negociar y encontrar la fuente de productos y servicios. Hay otras áreas dentro de una organización que representan costos de manera indirecta al proceso de compra. Estos incluyen la recepción de material, inspección del mismo y emisión de pagos.

Figura 1. Áreas involucradas en la función de compra.



Fuente: Idem 5

Departamento de compras – Este departamento es el responsable de la adquisición de los materiales, componentes, maquinaria de producción, equipo y servicios requeridos para manufacturar un producto, así como la obtención de materiales indirectos. Además de lo anterior, el departamento de compras es responsable de la selección y evaluación de proveedores y de la negociación y ejecución de contratos.

Logística y Planeación de la Producción – Estos departamentos determinan que y cuanto debe ser adquirido, así como cuando y donde es requerido.

Departamento de Recepción (Almacén) – Este departamento se encuentra físicamente al inicio del flujo de suministros dentro de una compañía. Este departamento es responsable del almacenamiento de los productos, así como de revisar inicialmente la calidad y la cantidad del suministro.

³ S. ALANIZ, *E-Procurement, A Guide fo Buy-Side Applications*, Stephens Inc., Diciembre 2001.

Cuentas por Pagar – El departamento de pagos es responsable del procesamiento de las facturas recibidas por parte de los proveedores, así como de la liberación del pago a los mismos bajo los términos acordados.

Debido a que la compra ocurre al inicio de la cadena de valor, el impacto de las decisiones de compra se magnifica cuando el producto fluye a través de la organización y hasta los consumidores finales.

Los gastos relacionados a los bienes adquiridos, ya sean productos o servicios, pueden ser catalogados por el uso de los mismos. Hay dos usos: directo e indirecto⁴. Un material directo es un artículo que se convierte en parte del producto final, mientras que un material indirecto es un artículo que no forma parte de un proceso de producción, pero es utilizado en otros procesos complementarios como los operacionales, administrativos o de ventas. Se debe adquirir una cantidad significativa de bienes indirectos para ejecutar la actividad principal de la empresa.

Tabla 2. Diferencia entre materiales directos e indirectos

	Materiales Directos	Materiales Indirectos
Uso	Producción	Mantenimiento, reparación y operaciones (MRO)
Contabilidad	Costo de los productos vendidos	Administrativo general
Costo de procesamiento (relativo al valor total de la orden de compra)	Bajo	Alto
Dinero invertido en la compra	Alto	Bajo
Sensibilidad al tiempo de entrega	Alto	Bajo (excepto para reparación y mantenimiento)
Control interno necesario (en promedio)	Alto	Bajo

Fuente: Idem 6

⁴ J. MATTHEUS, *Targeting Purchasing for Product Profitability*, NAPM Conference Proceedings, 1997

Mirando con mayor detalle a los materiales indirectos, es posible observar que son clasificados en diferentes categorías de acuerdo a su uso. Como se muestra en la tabla anterior, la sensibilidad al tiempo de entrega no es la misma para todos. Así como tampoco otros factores como las habilidades requeridas para seleccionarlos adecuadamente.

Tabla 3. Clasificación de Materiales Indirectos

	Mantenimiento y Reparaciones	Operaciones
Ejemplos	Herramientas de reparación, materiales y piezas de repuesto.	Papelería y equipo de oficina, IT, servicios de viajes, trabajo temporal.
Sensibilidad de tiempo	Alta	Baja
Contabilidad y gerencia	Alta	Baja
Experiencia requerida	Alta	Baja

Fuente: Idem 6

1.2 Portafolio de Compras

Una pregunta básica planteada en este informe se refiere a como las organizaciones están intentando reducir el tiempo y el costo de las transacciones asociadas con la obtención de compras de bajo valor. Presumiblemente, si las organizaciones comprometen menos esfuerzo a compras de bajo valor, las actividades de valor agregado deben recibir más atención. Mientras que la necesidad de bienes y servicios de bajo valor nunca va a desaparecer, el esfuerzo requerido para obtener estos bienes y servicios debe disminuirse en gran medida. Los bienes y servicios que una organización requiere, demandan diferentes aproximaciones de compra y licitación, basados en el valor de la compra y en la competitividad del mercado. La siguiente figura presenta una aproximación modelando un portafolio de compra para apoyar el hecho anterior⁵.

⁵ R. TRENT, M. KOLCHIN, *Reducing the Transactions Costs of Purchasing Low Value Goods and Services*, Centro de Estudios Avanzados en Compras, 2000

Figura 2. Portafolio de Compra



Fuente: Idem 7

I. En el cuadrante de “Adquisición” están localizados los bienes y servicios que tienen bajo valor y un mercado limitado de proveedores. La meta en este caso es reducir el costo administrativo de la compra. La cantidad total de dinero gastado en esta categoría es baja, pero consume una cantidad desproporcionada de tiempo y recursos para su administración. Un ejemplo de esto, son las partes de repuesto de bajo valor que sólo uno o pocos proveedores pueden surtir.

II. En el cuadrante “Múltiple” están localizados los bienes y servicios altamente estandarizados para los cuales existe un mercado muy activo de proveedores. La meta es reducir directamente el precio, obteniendo el menor gasto y por tanto, un mayor valor. El total del dinero gastado en esta categoría es alto y hay muchos proveedores sustitutos. Ejemplos: bienes y servicios operativos de bajo valor tales como suministros de oficina.

III. En el cuadrante de “Ventaja” están localizados aquellos productos o servicios donde la consolidación y racionalización de opciones de abastecimiento pueden incrementar su valor. La meta en este caso está más enfocada a la reducción del costo administrativo, más que a la del precio. La cantidad total de dinero gastado en esta categoría generalmente es alta y por la posición de ventaja en las compras, los compradores pueden obtener no sólo bajo precio, sino también ganar muchas ventajas en otras áreas no relacionadas con este último. Ejemplos de esto

serían bienes y servicios cuyo volumen puede llevar a negociaciones sobre calidad, entrega y servicio.

IV. En el cuadrante “Estratégico” están localizados los materiales y servicios directos. La meta en este caso está enfocada en la reducción del precio más que en el costo, pero es crucial recordar que el valor estratégico puede significar que el bien o servicio reciba una gran proporción del dinero total de compra, o que el artículo es crítico para la función de producción. La cantidad de dinero total gastada en esta categoría es generalmente la más grande dentro de la compañía. Ejemplos de esto son la materia prima y artículos acondicionados para las necesidades específicas del comprador.

El mejoramiento del proceso de compras de bajo valor es de vital importancia en el proceso global de compra. Esto es debido al peso administrativo desproporcionado que el departamento de Compras asume al tener la necesidad de realizar compras de bajo valor. Muchas organizaciones pierden demasiado tiempo y esfuerzo en su gestión y corren el riesgo de incurrir en fallas al no poner suficiente atención en aquellas compras de mayor valor estratégico. Además del impacto directo en la función de Compras, la importancia de mejorar el proceso de compras de bajo valor es muy importante para las áreas de finanzas, contabilidad y dirección ejecutiva⁶.

⁶ A. READELS, *What is Purchasing and How Do We Know if We Did It?*, NAPM International Proceedings, 2000

CAPÍTULO 2. EXPLICACIÓN DEL APROVISIONAMIENTO ELECTRÓNICO

La nueva era en dónde la forma de hacer negocios de las empresas se conduce y asiste electrónicamente, ha dado paso al vasto universo del “e-business”. Aquí es donde cambia la manera en que los negocios son llevados a cabo y en la manera en que éstos interactúan con otros negocios. Dentro de este concepto, el uso revolucionario del Internet ha jugado un papel clave en las actividades transaccionales. Su principal impacto es en el comercio electrónico (e-commerce) el cual, en pocas palabras, involucra la compra y venta de productos en línea. El aprovisionamiento electrónico forma parte de este grupo.

Figura 3. Estructura de los Negocios Vía Electrónica



Fuente: J. ELLSWORTH, Marketing on the Internet, 2a. Edición, Wiley, John & Sons Ed., 1996

La elaboración de estrategias y la implementación de soluciones para convertirse en una empresa o negocio habilitado electrónicamente requiere un estudio a profundidad. Es necesario mencionar que no existe una receta única para el éxito. Los elementos individuales, así como la toma correcta de decisiones, llevarán a la compañía hacia delante dentro del universo del e-business. Estos elementos individuales no tienen un orden específico para su implementación y son, en gran medida, específicos para cada compañía. Entre ellos, uno de los elementos que tiene un efecto casi inmediato y es considerado como uno de los básicos, es el aprovisionamiento electrónico¹. El “e-procurement” se puede considerar como el proceso electrónico a través del cual, los negocios llevan a cabo la compra de productos, equipos y servicios dentro del esquema negocio-a-negocio (business-

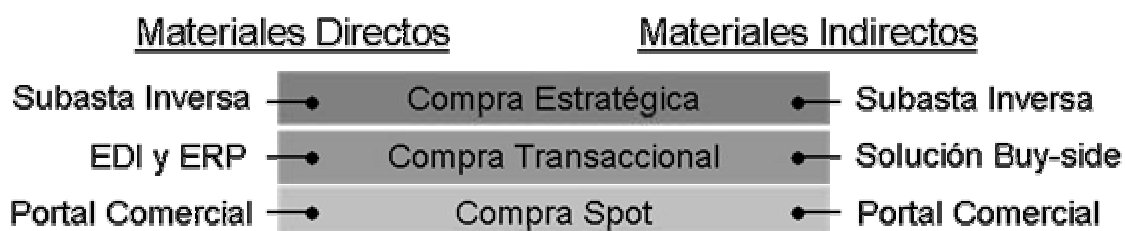
¹ M. Thompson, *E-Procurement, Purchasing for the Internet-Based Economy*, The Butler Group, Agosto 2000.

to-business). Sin embargo, no todos los tipos de compras son adecuados para esta nueva tecnología. Hoy en día es posible comprar casi cualquier cosa de manera electrónica, pero no es lo mismo que decir que cualquier cosa debe ser comprada electrónicamente. Por lo anterior, se vuelve indispensable entender a profundidad la función de compras explicada en el capítulo anterior.

2.1 Aprovechamiento Electrónico

El aprovisionamiento electrónico es, ante todo, una solución destinada a la racionalización y optimización de la función de compra y a las formas de abasto a través del uso del Internet y otras herramientas electrónicas. Los métodos tradicionales de compra han cambiado para adecuarse a mercados más dinámicos. Durante la explicación del proceso de compra, se señalaron diferentes categorías de compra y en cada caso existe una serie de herramientas y soluciones apropiadas para ellas. La correspondencia entre los diferentes tipos de bienes y los diferentes tipos de actividades de compra, explicados con anterioridad, con sus respectivas soluciones de aprovisionamiento electrónico se entenderán mejor con la ayuda de la siguiente figura².

Figura 4. Correspondencia entre Materiales y Soluciones



Fuente: Idem 10

Esto significa que bajo la plataforma de la tecnología de aprovisionamiento electrónico están incluidas diferentes herramientas que permiten a las empresas comerciar entre ellas. Mientras que para las compras estratégicas el término de Licitación Electrónica (e-sourcing) se ha establecido, para las compras

² S. ALANIZ, *E-Procurement, A Guide fo Buy-Side Applications*, Stephens Inc., Diciembre 2001

transaccionales el término utilizado es Requisición Electrónica (e-requisitioning). Estas soluciones diferentes pueden a su vez ser clasificadas de acuerdo a su formato comercial. Hay dos tipos principales de formatos comerciales, el directo y el de concentración. El primero incluye al comercio realizado a través de una conexión directa entre las partes, comprador y vendedor. Eso apoyado por las soluciones del lado de los compradores (buy-side) y de los vendedores (sell-side). El segundo tipo incluye las conexiones comerciales a través de un portal comercial centralizado, apoyado por soluciones de intercambio y subasta, así como de soluciones de optimización de la cadena de abastecimiento.

Soluciones “buy-side”: Su principal propósito es optimizar los procesos de compras transaccionales de la compañía y son sistemas esencialmente controlados por el comprador. Estos contienen información (contenido) de los productos ofrecidos por los proveedores y puestos a disposición y controlados a través de la tecnología que el comprador ha adquirido o rentado a través de terceros. Algunas de las compañías que producen soluciones de éste tipo son: Ariba, Commerce One, Clarus, Oracle y SAP.

Soluciones “sell-side”: Su principal propósito es reunir la información de productos ofrecidos a la venta por proveedores en catálogos en línea (manejo de contenidos) y optimizar las actividades de procesamiento de transacciones de los vendedores. Ejemplos de compañías especializadas en el manejo de contenido de catálogos son: Aspect Development, Requisite Technologies y Arcadia. Otros ejemplos de proveedores de soluciones de procesamiento de transacciones son InterShop, OpenMarket, BroadVision y Smith-Gardner.

Soluciones de intercambio y subasta: Su principal propósito es permitir a los portales comerciales el emparar compradores y vendedores o realizar subastas en Internet. Algunas compañías de tecnología de intercambio incluyen a Tardex (adquirida por Ariba), Tradeum e Intelligent Digital. Compañías de soluciones de

subasta en línea son OpenSite, Moai y Trading Dynamics (adquirida por Ariba), entre otras.

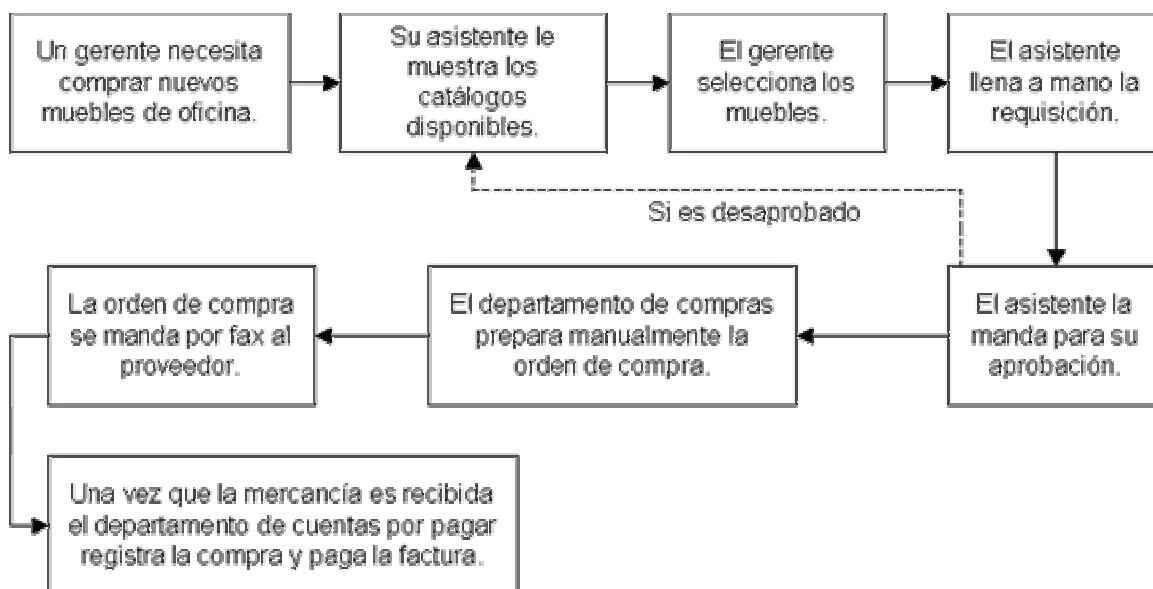
Soluciones de optimización de la cadena de suministro: Su propósito principal es permitir la integración de cadenas de suministro y ayudar a los compradores y vendedores a planear de manera conjunta los requerimientos de producción, predicción de la demanda y reabastecimiento del inventario. Ejemplos de proveedores de sistemas de optimización de cadena de suministro son i2 y Manugistics.

Para los propósitos de este informe, el enfoque estará en las soluciones “buy-side” antes mencionadas. Siendo el objetivo reducir el costo y tiempo de surtimiento de las órdenes de compra, este tipo de soluciones recurren de igual manera a la utilización de catálogos electrónicos así como a herramientas de flujo de información para administrar, simplificar y automatizar los procesos de toma de decisiones y aprovisionamiento. La implementación de soluciones de “e-procurement” permite a los departamentos de compras concentrarse en actividades que aportan mayor valor agregado a la compañía como lo son las negociaciones.

2.2 Modelos de Compra

Una vez entendido el proceso de compra, es claro que el área más propensa a mejorar con la ayuda de las herramientas electrónicas es la que se refiere a las compras transaccionales. A continuación se muestra a través de diagramas de flujo, la comparación entre una compra tradicional con papel y fax y una compra a través de una solución “buy-side”, mostrando como funciona y como ayuda a reducir el costo de compra.

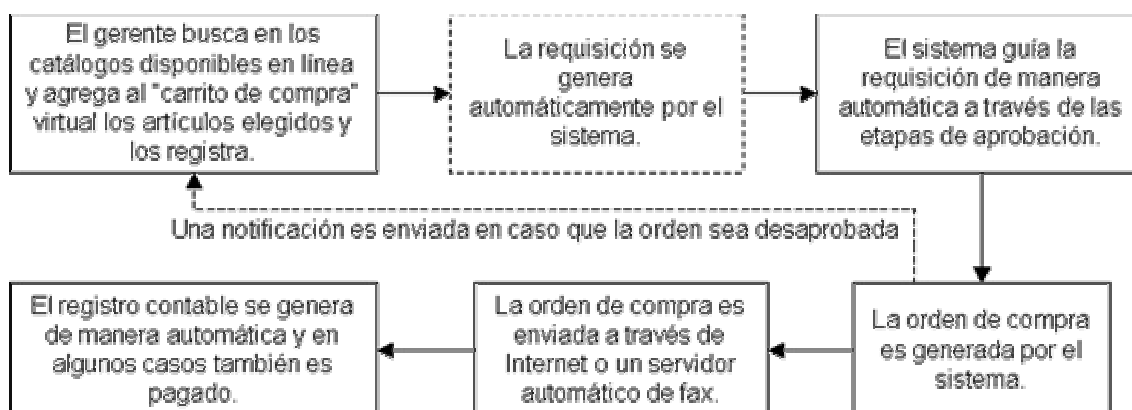
Proceso Tradicional de Compra



Fuente: Diagrama elaborado por el autor

1. Alguien dentro de la compañía, digamos un gerente, requiere nuevos muebles para su oficina. El o ella le solicitan al asistente una orden bajo ciertas especificaciones (color, estilo, etc.)
2. El o la asistente revisa el catálogo impreso de artículos de oficina del proveedor designado y encuentra varias opciones. No seguro de cual opción exactamente escoger, le muestra el catálogo al gerente.
3. El o la gerente hace su elección.
4. El o la asistente copia el nombre del producto y el número dentro de la forma de requisición de compra.
5. El o la asistente manda la orden de requisición a la oficina del gerente y/o al gerente de compras para su aprobación.
6. La requisición es aprobada (si no es aprobada, se vuelve al paso 2), por lo que el departamento de compras copia la información del producto y prepara una orden de compra impresa.
7. El departamento de compras elabora y manda la orden de compra al proveedor por fax.
8. El departamento de cuentas por pagar, una vez registrada la entrada relacionada a la orden de compra, paga la factura.

Proceso Electrónico de Compra



Fuente: Diagrama elaborado por el autor

1. El o la gerente requiere muebles nuevos para su oficina. A través de la red interna, se conecta al sitio compras y hace su elección del catálogo en línea. Con solo apretar un botón, los artículos son agregados al "carrito de compra" virtual y la información relacionada al producto es automáticamente registrada en el formato de requisición.
2. La requisición de compra es enviada de manera electrónica para su aprobación.
3. Si la requisición no es aprobada, el gerente es notificado. En caso de ser aprobada, se adiciona a otras requisiciones similares generadas más o menos al mismo tiempo dentro de la compañía. Una orden de compra se registra automáticamente, extrayendo la información necesaria de las requisiciones.
4. La orden de compra es enviada al proveedor a través del Internet o a través de otros medios automáticos como a un servidor de fax.
5. El registro contable correspondiente, es generado automáticamente en el sistema de contabilidad. En algunos casos la factura se paga de manera electrónica utilizando una tarjeta corporativa de compra o a través de una transferencia electrónica de fondos.

Además del proceso de ahorro señalado, el uso de este tipo de soluciones ayuda a reducir otros factores que afectan el proceso de compra. Las compras "maverick", que se refiere a la acción de compra sin un contrato pre-negociado,

son prácticamente eliminadas ya que los productos presentes en los catálogos en línea son solamente aquellos dentro del alcance de los acuerdos³. De igual manera, la cantidad de errores se disminuye por la estandarización de la información, ya que el llenado de requisiciones y órdenes de compra se hace de manera electrónica y no manualmente. La mayoría de los materiales indirectos se presentan en los catálogos, en especial aquellos de tipo operacional y están alineados horizontalmente a través de toda la compañía. Esto da por resultado la concentración de mayores volúmenes de compra y, por lo tanto, acceso a mejores descuentos por volumen.

Este tipo de soluciones ayudan a aligerar la carga de los departamentos de compras en las tareas de procesamiento de transacciones y a trasladar la función de compra transaccional a los usuarios finales que solicitaron los bienes o los servicios. Un factor muy importante es el proceso de cambio; el poner en práctica una solución “buy-side” trae consigo un mayor nivel de toma de decisiones para el usuario final y esto no siempre es bienvenido. Este tipo de soluciones tiende a disminuir costos en transacciones que los usuarios no perciben de manera directa⁴.

La fuerza principal detrás de la adopción de nuevas metodologías es el desarrollo del liderazgo en compras. La segunda razón más importante es la reducción de costos y control exigidos al nivel de la dirección ejecutiva.

2.3 ¿Qué Comprar?

Al inicio de este reporte mencionamos que hoy en día casi todo puede ser comprado de manera electrónica, pero que no todo debe ser comprado de ese modo. Una cosa es comprar papel y lápices y otra cosa son los componentes

³ J. MARSHALL, *Surrogate Sourcing – Not to be Confused with Outsourcing*, *Best Practices in Purchasing and Supply Management*, Vol. 3, Centro de Estudios Avanzados en Compras, Septiembre 1999

⁴ D. NEEF, *E-Procurement, From Strategy to Implementation*, Financial Times Prentice Hall, 2001

complejos, hechos a la medida con ingeniería de punta. La pregunta entonces, es como sabemos qué puede entrar al sistema de aprovisionamiento electrónico.

La distinción tradicional entre materiales directos e indirectos nos proporciona una idea inicial pero por lo general es insuficiente. Hay factores que aplican tanto a materiales directos como indirectos, como el hecho de ser sustituibles y el factor de compresión (reducir el número de proveedores, lograr mayores volúmenes y disminuir los precios), que proporcionan un poco más de información. La respuesta en sí es simple, si el material puede ser clasificado en un catálogo y puede ser descrito a través de parámetros estandarizados, entonces, puede ser ofrecido de manera electrónica. Las nuevas generaciones de soluciones para aprovisionamiento electrónico son cada vez más flexibles y sofisticadas. Hoy en día se pueden anexar archivos electrónicos como imágenes asistidas por Computadora (CAD – Computer Aided Design) o especificaciones de materiales a la orden de compra.

Artículos como bombas, motores, cilindros de gas, componentes electrónicos y válvulas, son claramente materiales directos, pero también tienen alto grado de sustitución y compresión. El motor o la bomba de un fabricante es, posiblemente, muy similar a cualquier otro que también cumpla con las especificaciones, por lo que los proveedores estarán compitiendo en otros factores como precio y calidad. A través de la negociación directa, los compradores actualmente pueden conseguir mejores acuerdos, especialmente si agrupan diferentes artículos en una misma compra⁵.

2.4 Dos Visiones sobre E-procurement

Cuando alguien hace una compra, siempre hay alguien que vende. Las soluciones de aprovisionamiento electrónico tienen que ser consideradas desde ambas

⁵ S. ALANIZ, *E-Procurement, A Guide fo Buy-Side Applications*, Stephens Inc., Diciembre 2001

perspectivas, la del comprador y la del vendedor⁶. Las compañías necesitan operar de ambos lados así como compartir los beneficios. Si este no es el caso, será muy difícil para los proveedores cooperar proporcionando su parte del trabajo. En esta mini cadena de abastecimiento, los beneficios para el comprador son más fáciles de cuantificar. Sin embargo, el proveedor necesita abrir nuevos canales y al mismo tiempo permitirse nuevas oportunidades de mercado; si no se mueven dentro de esta nueva tecnología, se quedarán aislados en un futuro.

El espacio de las soluciones “buy-side”, de acuerdo a lo descrito anteriormente, está mejor preparado para los suministros del tipo MRO. Sin embargo, otros tipos de mercancías pueden ser también adquiridos a través de este tipo de soluciones. Los proveedores necesitan tener la habilidad de volverse más pro-activos, de tal manera que puedan ir de una situación en donde solo presenten el catálogo y esperen a que los clientes los contacten, a una situación donde ellos pueden estar conectados a los sistemas de abastecimiento del cliente y ver cuando las mercancías suministradas requieren ser renovadas. Esta idea viene de las metodologías de abasto llamadas Empuje y Jale (“push” y “pull”), metodologías ya existentes en los módulos de inventarios de sistemas de Planeación de Recursos Empresariales (ERP - Enterprise Resource Planning) más grandes.

El impacto del aprovisionamiento electrónico será resentido principalmente por proveedores pequeños, generalmente independientes. En la medida que las grandes organizaciones de proveedores se mueven hacia el aprovisionamiento electrónico y ofrecen la oportunidad para el comprador de hacer ahorros al reducir el costo de procesamiento de órdenes de compra, los márgenes para el vendedor más pequeño se volverán aún menores. Una solución para este tipo de proveedores, es la creación de nuevas alianzas comerciales para extender el volumen y la variedad de productos ofrecidos, por lo tanto ofreciendo mayor contenido. Esto puede ser consolidado a través de la creación de cooperativas

⁶ M. THOMPSON, *E-Procurement, Purchasing for the Internet-Based Economy*, The Butler Group, Agosto 2000

comerciales, dónde las alianzas y la presentación de los productos asociados puede llevar a los compradores hacia el proveedor menor. Una solución que conjunta a varios proveedores puede ayudar a atraer compradores a lo que podría parecer un único proveedor mayor.

Para las grandes organizaciones de proveedores existentes, las nuevas oportunidades de mercado estarán en obtener un mayor alcance geográfico en el cual ofrecer sus productos. Por lo anterior, existe la oportunidad de beneficiarse en las economías de escala.

2.5 Contenido

El contenido es la información que los usuarios leen a través una interfase de compra o de venta. Siempre se incluye una descripción del producto, precio y códigos de producto. El contenido, dependiendo del producto, también incluirá documentos técnicos sobre su uso, certificados de seguridad, dimensiones, tamaño del paquete, peso, etc. Es decir, toda la información requerida para realizar decisiones de compra. La estructura del contenido es crítica, ya que las diferentes interfases requieren información diferente del producto y en diferentes formatos⁷.

Esto nos introduce al tema del tipo de interfase que el proveedor debe elegir, tomando en cuenta como debe adecuarse a las demandas del mercado o clientes. Si el proveedor necesita proporcionar y soportar el contenido para un número variado de interfases, el reto de administrarlo y cotejarlo puede volverse muy complejo. Los proveedores son responsables de la creación del contenido, y la habilidad de proporcionarlo a las interfases de compra es, por lo general, un buen indicador del nivel de preparación del proveedor hacia su inserción en el sistema de aprovisionamiento electrónico del cliente.

⁷ Varios Autores, *E-Procurement et Places du Marché*, CIGREF, Junio 2002

Existe el riesgo de que una pobre respuesta a la solicitud de contenido por parte de un cliente, pueda llevar a un reemplazo del proveedor por aquel otro capaz de responder. Sin embargo, los clientes aún tienen dificultades significativas para obtener contenido, por lo que los proveedores que puedan proporcionarlo adecuadamente, son aquellos que serán bien recibidos.

2.5.1 Estructura del Contenido

Como ha sido mencionado con anterioridad, existe un elemento adicional al contenido y éste es la estructura del mismo. Un proveedor no solamente requiere proporcionar contenido que incluya la información requerida, si no que también la información tiene que estar en el formato adecuado. Si existiera un formato de uso común, esto no representaría para el proveedor gastos adicionales en su preparación y manejo. El problema, es que existen una gran variedad de formatos empleados en los sistemas utilizados por sus clientes. De hecho, aún cuando diferentes clientes hayan adoptado la misma tecnología, ellos la aplicarán de manera particular, creando variaciones en las demandas del formato de contenido. Cada nueva adaptación al contenido para ajustarse a estos sistemas agrega costos, por lo que los proveedores se encuentran en la difícil postura de tener que decidir entre involucrarse con el sistema específico de aprovisionamiento electrónico de un cliente o arriesgarse a ser reemplazados por otro proveedor. Deben ser muy cuidadosos ya que puede llegar el momento en donde el costo de manejo del contenido sea mayor que las ganancias obtenida en los bienes y servicios proporcionados.

CAPÍTULO 3. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE PROCESOS DE OBTENCIÓN DE GASES INDUSTRIALES

3.1 Gases

El mercado de los gases industriales se compone principalmente de dos bloques. El primero se refiere a los gases que se obtienen de la separación del aire en sus componentes; el segundo se compone de los gases que se obtienen por el proceso del gas natural, mas específicamente Hidrógeno, Bióxido de Carbono y Monóxido de Carbono¹.

3.1.1 Separación de los Gases del Aire

Los principales gases derivados del aire se encuentran en el mismo en las siguientes proporciones- Oxígeno, 21%; Nitrógeno, 78%; y Argón, 0.9%. Entre los gases raros que se encuentran en el aire en muy pequeñas cantidades y que son recuperados se encuentran el Kriptón, Xenón y Neón. En el aire también están presentes Bióxido de Carbono, Helio e Hidrógeno, pero su producción industrial utiliza distintas fuentes. La producción de Oxígeno, Nitrógeno y Argón se hace principalmente a través de la fractura criogénica del aire.

El Oxígeno también puede encontrarse junto con el Hidrógeno en el agua y en metales, minerales, rocas y compuestos orgánicos; constituyendo ya sea libre o en formas combinadas, el 47% de la corteza terrestre. El Nitrógeno se encuentra presente en compuestos proteínicos de todas las formas de vida y en compuestos orgánicos e inorgánicos, incluyendo los depósitos minerales de nitrato. También puede hallarse mezclado con otros gases en algunos depósitos de gas natural e hidrocarburos y en depósitos ricos en Helio. En cuanto al Argón se refiere, este también se puede formar en la corteza terrestre en pequeñas cantidades,

¹ B. SURESH, *Air Separation Gases*, *Chemical Economics Handbook*, SRI Consulting, Septiembre 2002

mediante el rompimiento radioactivo del Potasio-40, las cuales escapan lentamente a la atmósfera.

Oxígeno, Nitrógeno y Argón son gases incoloros, inodoros e insípidos. El Argón y el Nitrógeno son vistos como gases completamente inertes, aunque el Nitrógeno se puede combinar con algunos metales activos para formar nitritos y con algunos elementos gaseosos a altas temperaturas. El Oxígeno es extremadamente reactivo y se combina directamente con prácticamente todos los elementos (excepto Argón, Helio y Neón) bajo una gran variedad de condiciones para formar óxidos.

- Procesos de Separación

Los gases industriales que están presentes en la atmósfera, Oxígeno, Nitrógeno y Argón, son producidos principalmente por la destilación criogénica del aire. Otros métodos alternativos para la producción de estos gases se han vuelto muy importantes en los últimos años debido a que estos métodos se han vuelto mucho más económicos. En particular se encuentran los procesos no criogénicos basados en membranas de separación o absorción, tales como la absorción oscilatoria por presión (PSA – Pressure Swing Adsorption), absorción oscilatoria al vacío (VSA – Vacuum Swing Adsorption), absorción oscilatoria por presión a vacío (VPSA – Vacuum Pressure Swing Adsorption). Estas técnicas son utilizadas para la producción de Nitrógeno y Oxígeno.

La mayoría de las fuentes industriales estiman que estos procesos no criogénicos proveen aproximadamente entre 30% a 35% del mercado que tradicionalmente suplía el producto elaborado criogénicamente. Entre las aplicaciones en donde el producto criogénico es utilizado principalmente, se incluyen aquellas que requieren grandes volúmenes, alta pureza del producto o las bajas temperaturas asociadas con el producto líquido.

- Destilación Criogénica del Aire

La mayoría del volumen comercial de Oxígeno, Nitrógeno y Argón son producidos por la fracturación criogénica del aire licuado. Pequeñas cantidades de gases raros, tales como Kriptón, Neón y Xenón, son producidas también. El proceso de producción, conocido como Proceso Linde, fue desarrollado en Europa en los años 1900². Las plantas de producción son conocidas como plantas de separación del aire y consisten básicamente de sistemas de compresión de aire, purificación y procesos de intercambio de calor, destilación de producto y compresión de los gases ya separados.

Los intercambiadores de calor y las columnas de destilación se encuentran en una estructura aislada, llamada caja fría. Dicha caja fría puede ser una sola unidad o el conjunto de varias que se encuentran unidas para formar una sola planta de separación grande o un simple tren en alguna planta; varias cajas frías que se encuentran separadas pueden operar como trenes múltiples en una planta dada. Las cajas frías son diseñadas para distintas capacidades que van desde 1 tonelada de Nitrógeno y/o Oxígeno al día hasta varios miles de toneladas al día. Al proceso se puede incorporar el equipo necesario para la recuperación de Argón y de otros gases raros. La plantas de separación de aire de mayor capacidad pueden producir hasta 3,500 toneladas métricas de Oxígeno al día y tienen el potencial para separar 10,000 ton de Nitrógeno y 180 tons de Argón por día.

Aunque pueden existir variaciones, el proceso consiste básicamente de las siguientes operaciones:

- El aire de la atmósfera es comprimido y enfriado
- El agua es removida; el aire comprimido pasa a través de una turbina para reducir la presión, por lo tanto el aire se enfría aún más. La fase líquida es separada por destilación.

² www.linde-gas.com

- El aire licuado es destilado en las cajas frías. El Nitrógeno se recupera como vapor en la parte superior de la columna; el Oxígeno se recupera como líquido en la parte baja. En general, si se requiere un producto con mayor pureza, el aire debe de pasar por mas etapas de destilación y las columnas de destilación tienen que ser mucho más altas.

Si todo el contenido de Oxígeno del aire es separado como producto, la porción del Nitrógeno debe ser tres veces la del Oxígeno. En los inicios las plantas de gran capacidad fueron diseñadas para producir Oxígeno gaseoso principalmente. El Nitrógeno y/o el Argón eran ventilados o descartados. Por este motivo, las plantas criogénicas son evaluados por su capacidad de producción de Oxígeno. Pero debido al incremento en la demanda de Nitrógeno y Argón, se ha propiciado su recuperación. Los generadores de Nitrógeno se han construido en industrias tales como la de electrónicos. La recuperación de Argón puede impactar significativamente la rentabilidad de una planta criogénica.

Aunque la separación criogénica del aire es considerada como una tecnología madura, los procesos han ido mejorando. En 1990 se requerían alrededor de 300 a 310 kWh/ ton de electricidad para producir Oxígeno sin compresión. Esta cantidad se ha reducido a un rango de 220-230³.

- Membranas de Separación

Este proceso opera bajo el principio de permeabilidad selectiva para separar los gases. Cada gas tiene un rango de permeabilidad característico que es función de su habilidad de disolverse y difundirse a través de la membrana. Las membranas de separación de gas que se encuentran más frecuentemente en la industria están fabricadas de fibras de polímero huecas. Miles de estas fibras son tejidas en un modulo membraico. Los gases mas permeables como el Oxígeno, el vapor de

³ EIGA - European Industrial Gases Association, *The Safe Separation of Gas Mixtures*, Doc. 39/01, 2003

agua y el bióxido de carbono se concentran en un flujo, mientras que el Nitrógeno y el Argón son retenidos y recolectados en un flujo distinto.

El primer sistema producción comercial de separación de Oxígeno y Nitrógeno del aire, a través de una membrana fue introducido por las compañías Monsanto (mediante su unidad Permea) y Dow Chemical a principios de los ochentas.

Dado el reconocimiento de la importancia de la tecnología de separación de gases por membranas, varias de las empresas de gases comerciales adquirieron o se unieron a las compañías que contaban con esta tecnología.

Las membranas poliméricas para la separación de aire, son utilizadas para producir un flujo de 95-99.5% de Nitrógeno que se utiliza en blanqueamiento y neutralización. Como subproducto se encuentra el aire enriquecido de Oxígeno, 35-55% de concentración, que es utilizado para aplicaciones de enriquecimiento, tales como combustión de aire enriquecida y terapias de Oxígeno. La baja concentración de Oxígeno limita las oportunidades de mercado para la producción de Oxígeno bajo este método.

- **Proceso de Absorción**

El proceso de absorción oscilatoria por presión produce Oxígeno y Nitrógeno mediante el paso de aire comprimido a través de un medio adsorbente. La selección del adsorbente y el diseño del ciclo de producción determinan que gas será producido. Dependiendo del tipo de adsorbente utilizado, el Oxígeno concentrado o el Nitrógeno concentrado en forma de gas pasa más rápido a través del adsorbente y es entonces recolectado. El desperdicio que se queda en los poros del adsorbente es desabsorbido a bajas presiones para regenerar el adsorbente.

Las unidades PSA son típicamente portátiles; son utilizadas en el sitio de la producción y se pueden arrancar y parar con relativa facilidad. Los sistemas de absorción oscilatoria al vacío y la absorción oscilatoria por presión a vacío son

similares al sistema PSA, pero operan a presiones mas bajas y el adsorbente es regenerado al vacío.

- Otros Procesos de Separación

Existen otros métodos de producción para producir Oxígeno, Nitrógeno o Argón, que incluyen los siguientes:

Generación de Gas Inerte – Se usa en la producción de Nitrógeno para procesos que no lo requieren de alta pureza. Los generadores manejan el aire fraccionado en un sistema cerrado, en el que la combustión de gas natural (u otra fuente de hidrocarburo) y el Oxígeno en el aire genera un producto rico en gas Nitrógeno.

Disociación de Amoniac – Usado en la producción de Nitrógeno, cuya pureza es un poco menor que el obtenido mediante procesos criogénicos. Este producto se usa principalmente en el tratamiento de ciertos metales. El Nitrógeno es producido por la ruptura del Amoniac anhidro, en estado líquido, en sus componentes: Nitrógeno e Hidrógeno.

Pozos de Gas Natural Ricos en Nitrógeno- Este proceso recupera el Nitrógeno de corrientes de gas natural. El Nitrógeno recuperado es usado, sobre todo, para revisar el yacimiento petrolífero e inyectarlo de nuevo en los pozos de petróleo para aumentar la presión y maximizar la extracción.

Disociación Electrolítica del Agua - Produce Oxígeno e Hidrógeno. Este método era anteriormente una fuente importante de Oxígeno de alta pureza, pero los requerimientos de energía son muy altos. El interés en desarrollar nuevas fuentes económicas de Hidrógeno se ha incrementado debido a la demanda que generan las células de combustión de Hidrógeno; debido a esto el proceso de electrólisis ha tenido mejoras sustanciales.

Producción de Argón a partir de plantas de Amoniaco - Produce Argón. El Hidrógeno y el Nitrógeno son los componentes del Amoniaco. Estos gases se obtienen de la combustión del gas natural (Hidrógeno) y de la separación del aire (Nitrógeno). El Argón es componente de ambas materias primas, por lo que su concentración se incrementa en las corrientes de purga.

3.1.2 Gases Derivados de la Separación del Gas Natural

- Hidrógeno

Los volúmenes más grandes de Hidrógeno son consumidos en la producción de Amoniaco en las refinerías y en la producción de Metanol. La mayor parte de este Hidrógeno es producido por el consumidor en el sitio donde este será usado. Actualmente, la mayor parte de Hidrógeno es sacado de fuentes de hidrocarburo, como la transformación del vapor de gas natural. El incremento en los precios de la energía y la preocupación (e interés) por el ambiente aumentan la atención hacia el Hidrógeno como un recurso de energía renovable. Idealmente, la energía solar sería utilizada para producir el Hidrógeno directamente del agua; el cual posteriormente sería oxidado para la generación de energía. El agua generada como subproducto sería reciclada. Los desarrollos en la tecnología de celda de combustible sugieren que la demanda del Hidrógeno a mediano plazo puede aumentar.

Los estudios más importantes del mercado insinúan un fuerte impacto en la demanda de Hidrógeno durante los próximos años, con respecto al balance de Hidrógeno en las refinerías, las cuales son los principales productores y consumidores de Hidrógeno. En general, las regulaciones ambientales que están siendo puestas en práctica en la mayoría de los países industrializados, aumentar la demanda de Hidrógeno en las refinerías para la producción de gasolina y el diesel desulfurado, ya que los combustibles deben de ser mas limpios y deben de cumplir con las especificaciones del motor. Asimismo, el crudo pesado, el cual no

contiene tanto Hidrógeno como el crudo ligero, esta siendo más utilizado en las refinerías; esto provoca que la generación de Hidrógeno como subproducto en refinerías probablemente disminuya mientras que los requerimientos de Hidrógeno aumentan.

- Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono de uso industrial es obtenido mediante la combustión de carbón con Oxígeno en exceso a altas temperaturas. Otro método de obtención es a través de la ruptura de bióxido de carbono a muy altas temperaturas, pero como los requerimientos de energía son excesivamente altos, este proceso no es utilizado. Aunque tradicionalmente, este gas es usado en la industria de extracción metálica, hoy en día el mercado con mayor crecimiento es la producción de combustibles artificiales.

El manejo de monóxido de carbono es peligroso, debido a que es un gas sumamente venenoso. Al ser un gas inodoro, este no puede ser registrado por los sentidos humanos. Respirar aire que contiene 0.1% en volumen de monóxido de carbono, puede ser fatal para el ser humano; una concentración aproximadamente de 1% puede causar la muerte en unos minutos.

- Bióxido de Carbono

El bióxido de carbono líquido es por lo general recuperado como un subproducto gaseoso en algunos procesos industriales, como la producción de Hidrógeno por reformación de vapor de gas natural o en la producción de Etanol por fermentación. En este último, el bióxido de carbono es producido por la reducción de azúcar causada por la levadura.

El consumo mundial de este gas ascendió a 10.6 millones de toneladas durante el 2002 y por lo general es distribuido por pipas o carro- tanques. Debido a esto, el

negocio de bióxido de carbono es sumamente regional⁴. Se espera que la oferta de bióxido de carbono incremente debido al aumento de combustible a base de etanol en los Estados Unidos.

3.1.3 Principales Usos

El rango de usos de gases industriales es enorme. Algunos ejemplos de los usos más comunes son descritos en la siguiente tabla:

Tabla 4. Principales Usos de los Gases Industriales

- Oxígeno

Producción de metal	- Utilizado en importantes cantidades en la producción de acero en lo hornos ráfaga para mejorar la combustión y así reducir las emisiones. - Utilizado en la recuperación de metales no ferrosos (como el cobre) para enriquecer la combustión en los hornos de fundición. También aumenta la concentración de óxidos.
Químicos	- Consumido en grandes cantidades en procesos químicos, principalmente en las reacciones de oxidación catalítica. - Eliminación del Nitrógeno inerte. - Obtención de casi todos los óxidos. - Incremento en la eficiencia de fermentación.
Gasificación	- Producción de gas sintético para la generación de energía.
Productos finales de metal	- Ampliamente utilizado en soldaduras y cortes (Oxígeno + Acetileno, arco eléctrico)
Vidrio y concreto	- Para hornos de fundición de cal y de cemento. - Para hornos de fundición de gas.
Petróleo	- Utilizado para ayudar a la regeneración de los “crackers”

⁴ EIGA – European Industrial Gases Association, *Refrigerated CO₂ storage at user’s premises*, Doc. 66/99, 2002

(refinación)	<p>catalíticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Producción de gas de síntesis para la producción de Hidrógeno, el cual es usado a su vez para retirar azufre.
Médico	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta la cantidad de Oxígeno en la corriente sanguínea. - Utilizado en los tratamientos de cáncer, gases anestésicos, incubadoras pediátricas, etc. - Terapia de Oxígeno en casa.
Pulpa y papel	<ul style="list-style-type: none"> - Usado en el blanqueamiento de la pulpa, sustituyendo al cloro. - Aumenta la recirculación de pulpa.
Tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> - Alimenta a bacterias que oxidan la materia orgánica. - Enriquecimiento en unidades de incineración de lodo de aguas residuales.
Agua potable	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizado para la producción de ozono, para desinfectar y controlar el olor, color y sabor.
Otros	<ul style="list-style-type: none"> - Programas de naves espaciales (oxidación del Hidrógeno como combustible) - Usado en tratamientos riesgosos de basura.

▪ Nitrógeno

Químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Control de las reacciones poliméricas - Control de temperatura y Oxígeno. - Prevención de fuegos y explosiones - Recuperación de solventes - Purga de reactores y otros contenedores - Sistemas de condensación
Productos metálicos	<ul style="list-style-type: none"> - Remoción de Hidrógeno de metales fundidos (tales como acero y aluminio) - Atmósferas protectoras para prevenir la corrosión
Electrónicos	<ul style="list-style-type: none"> - Creación de atmósferas inertes y puras (cubrimiento).

	- Control de temperatura para semiconductores
Petróleo (extracción)	- Desplazamiento de aire de los pozos petroleros para seguridad - Aumentar la presión en pozos de petróleo para aumentar la extracción. - Detección de fugas
Petróleo (refinación)	- Utilizado principalmente para limpiar los equipos. - Para crear atmósferas inertes.
Industria alimenticia	-Para el enfriamiento criogénico de los productos frescos y preparados. - Para el llenado de bebidas enlatadas no carbonatadas. - Usado en sistemas de distribución de cerveza para asegurar las cervezas ideales de barril.
Vidrio	- Ayuda en la fabricación de vidrio plano. - Moldeado en frío.
Otros	-Desmoldado de piezas de plástico y hule.

▪ Argón

Producción de metal	- La manufactura de acero es el mas grande consumidor; utilizado en la producción de acero inoxidable. - Como atmósfera en los hornos para la producción de Titanio. - Remover impurezas del aluminio derretido.
Productos finales de metal	- Gas de protección para soldaduras.
Otros	- Relleno de los focos incandescentes.

▪ Hidrógeno

Químico	- Producción de Metano. - Producción de Amoniaco.
Industria Alimenticia	- Hidrogenación de grasas y aceites.

Productos metálicos	- Reducción de menas minerales. - Soldaduras
Energía	- Usado como combustible de cohetes. -Producción de electricidad mediante celdas de combustible.
Petróleo (refinación)	- Hidrodesulfuración de combustibles.

- Monóxido de Carbono

Químicos	- Producción de metanol. - Agente reductor (remoción de Oxígeno de varios compuestos).
Productos metálicos	- Reducción de menas minerales.
Energía	- Producción de combustibles artificiales.

- Bióxido de Carbono

Químico	-Ampliamente utilizado debido a sus propiedades criogénicas. -Producción de Metanol. -Producción de Urea.
Industria Alimenticia	-Para congelamiento criogénico de productos. -Para la carbonatación de bebidas enlatadas y en botella.
Seguridad	-Usada en extintores
Petróleo	-Incrementa la recuperación de petróleo.

Fuente: B. SURESH, Air Separation Gases, Chemical Economics Handbook, SRI Consulting, Septiembre 2002

3.2 Descripción del Mercado

3.2.1 Estructura de la Industria

El negocio de gases industriales está sumamente concentrado. En 2002, las siguientes cuatro empresas dominaban la industria: Air Products and Chemicals, Inc. (Estados Unidos); Air Liquide, S.A. (Francia); The BOC Group PLC (Reino

Unido); y Praxair, Inc. (Estados Unidos). Juntas, estas cuatro empresas suministraron más del 50 % de los \$32-34 mil millones de dólares E.U.A. del negocio de gases industriales. Linde AG (Alemania) se convirtió en un jugador principal después de la adquisición AGA AB (Suecia) y participación del Grupo Messer (Alemania).

La tabla 5 muestra las ventas del 2002 por compañía.

Se esperaba que el grupo BOC fuera adquirido por una compañía controladora de Air Products y Air Liquide, pero la adquisición no se llevó a cabo, debido a que las partes no consiguieron la aprobación de la Comisión Federal de Comercio. Fue entonces cuando Suez Lyonnaise des Eaux sometió una oferta no solicitada para la adquisición de Air Liquide a principios del 2001. Sin embargo, se disolvió en septiembre del 2001 sin alcanzar acuerdo alguno.

Tabla 5. Ventas de las principales compañías productoras de gas en el 2004
(Millones de dólares E.U.A.)

	Ventas totales	Venta de Gas como % de las ventas totales	Venta de gases
Air Liquide	7,900	87%	6,873
BOC	6,140	80%	4,912
Praxair	5,100	80%	4,080
Air Products	5,400	70%	3,780
Linde	4,200	60%	2,520
Nippon Sanso	2,100	-	-
Messer Group	1,526	-	-

Fuente: Air Liquide, Reporte Anual 2005

Todas las principales empresas de gas industrial han sido reestructuradas durante los cinco años pasados, debido a los mejoramientos en funcionamiento y eficacia en la organización. En el pasado, estas empresas se encontraban organizadas por cadenas de producción y forma de entrega. Esto provocaba que distintos grupos de las ventas compitieran por el mismo cliente, debido a que los representantes de la misma empresa trataban de vender al producto en líquido, gas o producto hecho en las mismas instalaciones del cliente por pequeñas plantas criogénicas o no criogénicas. Actualmente, la mayoría de estas empresas se encuentran

organizada por líneas de mercado, como el de acero, el electrónico y el de salud. Esto ayuda a mantener la forma de entrega que el cliente requiere y solamente se tiene un punto de contacto con el cliente para todas sus necesidades de gas.

Se considera que la producción y el consumo de los gases esta completamente balanceado, debido a que la importación y exportación de gases es mínima y también a que almacenar grandes cantidades de gas no es factible por cuestiones de volumen.

3.2.2 Crecimiento

El mercado de los gases industriales es sumamente competitivo y maduro. La capacidad de crear contratos de largo plazo (diez a quince años) da a entender que la industria tiene relativamente baja volatilidad en los precios y un crecimiento estable.

Relativamente, el crecimiento en el consumo de Oxígeno se relaciona a sus aplicaciones ambientales, como la combustión enriquecida por Oxígeno y la producción de acero. El Nitrógeno es usado en una variedad de industrias como neutralización y cubrimiento. La industria química es el principal mercado para el Nitrógeno, seguida por la industria de extracción de petróleo. El mayor crecimiento de Argón es debido a su uso en la producción de acero inoxidable. La demanda más grande de Hidrógeno es en su empleo para obtener combustibles más limpios. Su uso en las celdas de combustión no es todavía considerado como una importante generación de demanda.

La industria de separación de gases industriales en Europa Occidental ha sido uno de los pocos sectores industriales que ha tenido un crecimiento estable y sobre todo por encima del promedio, durante la década pasada. Este crecimiento se ha debido en gran parte a los cambios en las industrias de consumo y a nuevas

aplicaciones. En la tabla 6 se encuentra el crecimiento esperado para la Triada (E.U.A., Europa y Japón).

Tabla 6. Crecimiento esperado para la Triada (2004-2008)

	EUA	Europa	Japón
Oxígeno	3.8%	3.5%	1.5%
Nitrógeno	3.1%	4.5%	1.3%
Argón	3.6%	5.0%	-
Hidrógeno	10%		
Bióxido de carbono	2.5%	3.5%	1.4%

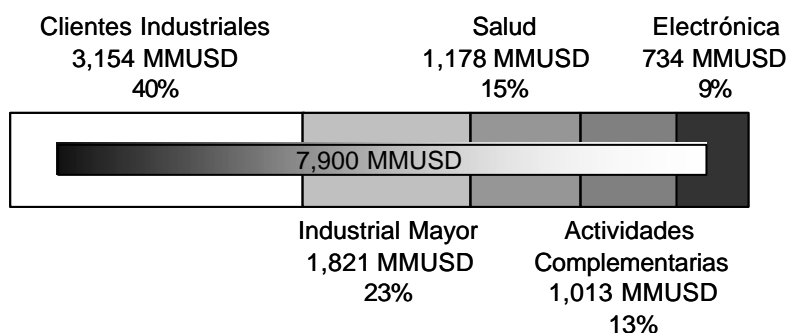
Fuente: Global Spec, The Engineering Industrial Gases Survey, 2004

3.3 Posición de Air Liquide en la Industria

Air Liquide es el líder mundial en la producción de gases de uso industrial y medicinal; cuenta con operaciones en 65 países. Esta empresa, de origen francés, fue fundada en 1902 y emplea a más de 30,800 empleados.

El ingreso en el año 2002 fue de 7.9 mil millones de euros, siendo el 76% por ventas fuera de Francia. Se estima que tiene alrededor de 1 millón de clientes por todo el mundo y 350,000 accionistas. 6.9 mil millones de euros, 87 %, del ingreso total fueron obtenidos por la venta de gas; "La principal fuerza del grupo, es su negocio esencial, los gases industriales y médicos que son indispensables para sus clientes". El resto del ingreso se obtuvo por los servicios proporcionados por el grupo en actividades complementarias. La oferta de Air Liquide esta dividida en distintas líneas de negocio, las cuales se pueden observar en la figura 5.

Figura 5. Línea de Negocios de Air Liquide



Fuente: Air Liquide, Reporte Anual 2005

Clientes Industriales: Air Liquide distribuye gases líquidos en camiones criogénicos o cilindros de gas a clientes que requieren cantidades de pequeñas a medianas de gases industriales. Bajo esta línea de negocio se encuentran una gran variedad de clientes, donde se incluyen las industrias de soldadura y corte de metales, la de alimentos, la de sustancias químicas y productos petroquímicos, la de laboratorios y análisis, la de producción y tratamiento de metales, la electrónica secundaria, la de cristal y esmaltes; y por último la de pulpa y papel. Los contratos bajo esta línea son de corto a mediano plazo, de uno a cinco años.

Industrias grandes: Esa línea se dedica a los clientes que requieren grandes volúmenes de gases y de manera continua. Air Liquide construye, administra y opera plantas que suministran gases en la planta del cliente o lo distribuye a través de redes de tubería. Los mercados que abarca esta línea de negocio, incluyen sustancias químicas (químicos básicos y finos, productos petroquímicos), metales (la industria siderúrgica), petróleo y gas natural (refinación). Los contratos de este ramo son de largo plazo, cinco a quince años.

Uso Médico: Air Liquide proporciona gases médicos, equipo y servicios para aplicaciones en hospitales y en casa, principalmente para tratamiento de deficiencias respiratorias.

Electrónica: Air Liquide suministra gases de transportación, gases de especialidad y servicios y equipos asociados para la industria de la producción de semiconductores. Las unidades de producción de gas a menudo son instaladas en la planta del cliente. Los gases son usados en el embalaje y en los procesos de ensamblaje en la fabricación de semiconductores.

Actividades Complementarias: El gas que se utiliza en estas actividades, se usa en soldadura y corte de metales (equipo y consumibles), ingeniería y construcción (plantas industriales), especialidades químicas (tensoactivos), la industria espacial (combustible de cohetes y depósitos de combustible) y buceo (Aqualung).

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN FINANCIERA

La decisión sobre invertir en una aplicación de aprovisionamiento electrónico y desarrollarla al grado de que un negocio se pueda beneficiar al realizar sus compras en línea es delicada. Plumitas, papel para fotocopias y lápices son una cosa; componentes complejos, hechos sobre diseño son algo muy distinto.

Como ya se mencionó en la introducción de este informe, la implementación de una herramienta de “e-procurement” por lo general simplemente facilita la compra por catálogo de materiales indirectos como los consumibles de oficina. El retorno de la inversión (ROI por sus siglas en inglés; Return on Investment) de estos proyectos es invariablemente buena¹. El verdadero reto es desarrollarlos lo suficiente para que se asegure su constante utilización en el largo plazo. Si cuesta muy caro mantener el proyecto una vez implementado, este podría interferir con objetivos estratégicos de la compañía y necesita ser reevaluado. Las condiciones de competencia y presupuestos que cada vez requieren de mayores justificaciones para ser otorgados, hacen que este tipo de proyectos deban pasar por un riguroso estudio de rentabilidad. Las empresas hoy en día evalúan una compleja mezcla de objetivos, costos y riesgos además de trasladar la responsabilidad a sus gerentes para maximizar las ganancias².

Pero no hay que perder de vista que el “e-procurement” puede entregar mucho más que precios bajos. De hecho, el impacto neto de sus otros atributos principales – mayor productividad, menor tiempo de procesamiento de órdenes de compra, mayor visibilidad, la eliminación de compras no planeadas – puede tener un potencial de ahorros mucho mayor de lo obtenido por un simple descuento en precio.

¹ M. WHEATLY, *How to Know if E-Procurement is Right for You*, CIO Magazine, June 15, 2003.

² K. PALEPU, P. HEALY, V. BERNARD; *Business Analysis & Valuation*; South-Western College Publishing; 2000.

Quienes deseen implementar estas herramientas deben estar preparados a preparar modelos de negocio que entreguen un mejor ROI. Aunque en base a lo anterior esto implique un aumento en el tiempo y el trabajo invertido durante las primeras etapas, de igual manera se incrementará el factor de éxito debido a que el dinero se invertirá de manera más inteligente. Los modelos de evaluación deben considerar proyectos de administración para asegurarse que se hagan en tiempo y no pierdan enfoque, creando así el valor esperado.

4.1 Métodos Utilizados

Como es sabido, el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual al nivel de inflación vigente³. Es decir, siempre que se hagan comparaciones de dinero a través del tiempo, deberá tomarse en cuenta una tasa de interés que modifica el valor del dinero conforme este transcurre periódicamente. La siguiente fórmula se utiliza para saber el valor futuro de un monto de dinero:

$$F_n = P (1+i)^n$$

Donde:

P: Monto de dinero que se tiene actualmente

F: Valor futuro del monto P

i : Tasa de interés o de Crecimiento

n: Número de periodos capitalizables

Para la evaluación financiera realizada en este informe se utilizaron dos métodos que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo: el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Rendimiento.

³ G. BACA, *Evaluación de Proyectos*, 3a. Edición, McGraw-Hill, 1995

- Valor Presente Neto (VPN)

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos de efectivo descontados a la inversión inicial⁴. Los flujos de efectivo se describen brevemente como los beneficios netos obtenidos por la empresa después de impuestos y depreciación para un periodo determinado. Ahora, un flujo de efectivo descontado, toma en cuenta el momento del tiempo en el cual se generó este último. Como ya se mencionó, cuando se hacen cálculos de pasar, en forma equivalente, dinero del presente al futuro se utiliza una tasa de interés o de crecimiento. Pero cuando se quiere pasar cantidades futuras al presente, se usa una tasa de descuento, llamada así porque descuenta el valor del dinero en el futuro a su equivalente en el presente, y a los flujos traídos al tiempo cero se les llama flujos descontados. La siguiente fórmula expresa matemáticamente el enunciado anterior:

$$VPN = -I_0 + \sum_1^n \frac{FE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

I_0 : Inversión inicial

FE: Flujo de efectivo

i : Tasa de descuento

n : Número de periodos capitalizables

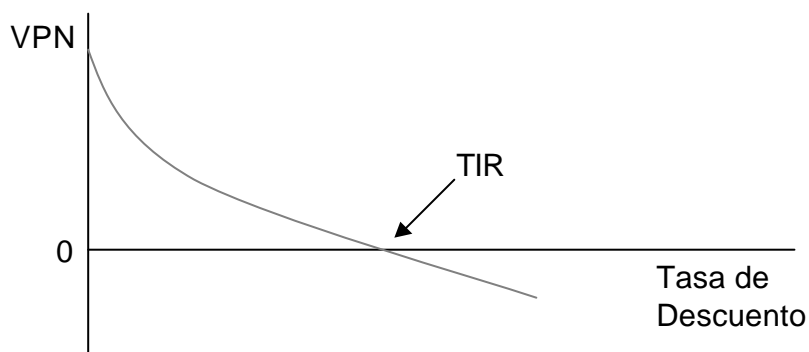
De acuerdo con la explicación anterior, es claro que para aceptar un proyecto, las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos ($VPN > 0$). Es importante mencionar que si el VPN es igual a cero y la tasa de descuento utilizada es igual a la tasa de inflación para ese periodo, el dinero no ha hecho más que conservar su valor adquisitivo real. Otra conclusión importante, es que el VPN es inversamente proporcional al valor de la tasa de descuento, por lo tanto, a medida que esta última aumenta, el VPN va disminuyendo hasta llegar a cero y a valores negativos (Ver figura 6).

⁴ *Idem*

- Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Es la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero⁵. Dicho de otro modo, es la tasa de descuento que iguala la suma de los flujos de efectivo descontados a la inversión inicial. El criterio de aceptación para un proyecto basado en este método es cuando la TIR es mayor a una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR). La TMAR por lo general está determinada por el valor de la tasa de inflación y por un premio al riesgo. Es decir, un inversionista al momento de arriesgar su dinero al participar en un proyecto busca no nada más que su dinero no pierda poder adquisitivo, sino que además obtenga un monto adicional por asumir dicho riesgo.

Figura 6. Gráfica del VPN vs. Tasa de Descuento



Fuente: F. WESTON, T. COPELAND, Finanzas en Administración, 8a. Ed., McGraw -Hill, 1988

4.2 Resultado de la Evaluación Financiera

La compañía en la cual se desarrolló este proyecto, ha puesto en los últimos años esfuerzos significativos en la reorganización de sus procesos de compra con el fin de contribuir con la estrategia global de reducción de costos. Uno de los grandes retos es el de transformar los ahorros planeados a través de convenios de compra en ahorros reales.

⁵ R. STEVENSON, Fundamentos de Finanzas, 1a. Ed., McGraw-Hill, 1980

Las categorías de compra de bajo valor, generalmente servidas por un amplio número de proveedores representa un 7% de sus gastos totales de compra, aproximadamente 300 millones de dólares, y un 90% de las órdenes de compra. Debido a que no todas las categorías de compra se pueden incluir en el sistema de aprovisionamiento electrónico y a que la envergadura del proyecto no es todo el Grupo, su objetivo de ahorro en el largo plazo se estimó en 150 millones de dólares.

Tabla 7. Objetivo de Estrategia de Ahorro

Gasto Total de Compra de la Compañía	USD 4,500 M
Objetivo de la Estrategia Global	58%
Monto de la Estrategia Global	USD 2,600 M
Gasto en Compras de Bajo Valor	USD 300 M
Gasto Contemplado por el Proyecto	USD 150 M

Fuente: Tabla elaborada por el autor

El comienzo de la implementación del sistema comenzó en el año 2003 y en ese momento se determinó la asignación del dinero a ser invertido en el proyecto. Al final del año 2005 sus costos totalizaron 3.8 millones de dólares. La siguiente tabla muestra con mayor detalle estos costos.

Tabla 8. Detalle de Costos

Costos Proyecto (000 USD)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total	%
Integración con ERP	100	780	677	Fase Operativa del Sistema			1,557	40
Industrialización Técnica			337				337	9
Implementación Geográfica	734	755	185				1,681	43
Administración de Catálogos			300				300	8
TOTAL INVERTIDO	834	1,536	1,500				3,870	
%	21	40	39					
Mantenimiento	2	280	364	488	518	518		

Notas sobre estos costos:

Los números hasta 2005 son reales

Los números del 2006 al 2008 son estimados

Los costos se basan en estudios realizados en el momento de inicio del proyecto y no incluyen el gasto en recursos humanos.

Fuente: Tabla elaborada por el autor

Desde que el sistema inicio sus operaciones, las entidades lo han utilizado de manera exitosa para generar ahorros a través de varias acciones organizacionales

y de compra. El sistema permite generar estos ahorros. Algunos tienen efecto inmediato en los balances de Ganancias y Pérdidas, como lo son precios más bajos, control de gastos y cumplimiento de contratos. Otros toman más tiempo en revelar su impacto, como los son los ajustes en recursos humanos y otros similares⁶. Estos beneficios, a diferencia de los costos directos, son más difíciles de cuantificar pero es igualmente importante hacerlo en la mayor medida posible, para cada categoría de compra:

- Procesos / Administrativo: Los ahorros generados por el sistema de “e-procurement” son de aproximadamente 35 USD por orden de compra (estudio realizado por un tercero durante la evaluación inicial del proyecto) o de 9 USD aproximadamente por partida debido a que hay un promedio de cuatro partidas (líneas de pedido) por cada orden de compra.

- Poder de compra / precios bajos: Es mucho mayor de lo esperado, alrededor del 20% de descuento para el primer artículo cargado en el sistema (suministros de oficina). Gracias a su inclusión en el sistema, los equipos de compra se basaron en el sistema para ganar credibilidad en el proceso de negociación. Por primera vez, los proveedores de este tipo de productos, pudieron darse cuenta de las necesidades particulares de la compañía y la facilidad para cambiar de proveedor. Se considera entonces, un 10% de descuento en promedio para todas las categorías de compra incluidas en el sistema.

- Control de gastos y administración: La transparencia provista por la herramienta promueve el autocontrol y reduce el gasto total. Este efecto se puede ver incrementado de manera importante con el involucramiento de la gerencia de la compañía. El sistema le da a los gerentes definitivamente un acceso más sencillo a los datos y les permite administrar sus gastos. Además, cuando un proveedor proporciona descuentos que reducen directamente los precios, los gerentes deben de tomarlos en cuenta y modificar sus presupuesto acorde con las nuevas

⁶ D. NEEF, *E-Procurement, From Strategy to Implementation*, Financial Times Prentice Hall, 2001

condiciones y pueden tomar esta oportunidad para reforzar su administración de gastos. Cuantificar de manera global el impacto de este punto es difícil, pero un 5% de descuento es un valor bastante adecuado.

- Cumplimiento de Contratos: Este efecto es generalizado pero varía ampliamente de una categoría de compra a otra, así como por localidad geográfica. En el estudio de negocio realizado para la implementación del sistema se determinó un aumento estimado realista del cumplimiento de contratos de 30% y un 10% de ahorro por categoría, dando un 3% de descuento neto. Por medio de estos descuentos, el incremento en el respeto de los acuerdos tiende a expandirse aún para aquellas categorías de compra no cubiertas por el sistema, sin embargo este impacto positivo no es tomado en cuenta para los cálculos realizados para este informe.

La siguiente tabla muestra los ahorros logrados con el uso del sistema. En el apéndice I se muestra una tabla con el detalle de los cálculos.

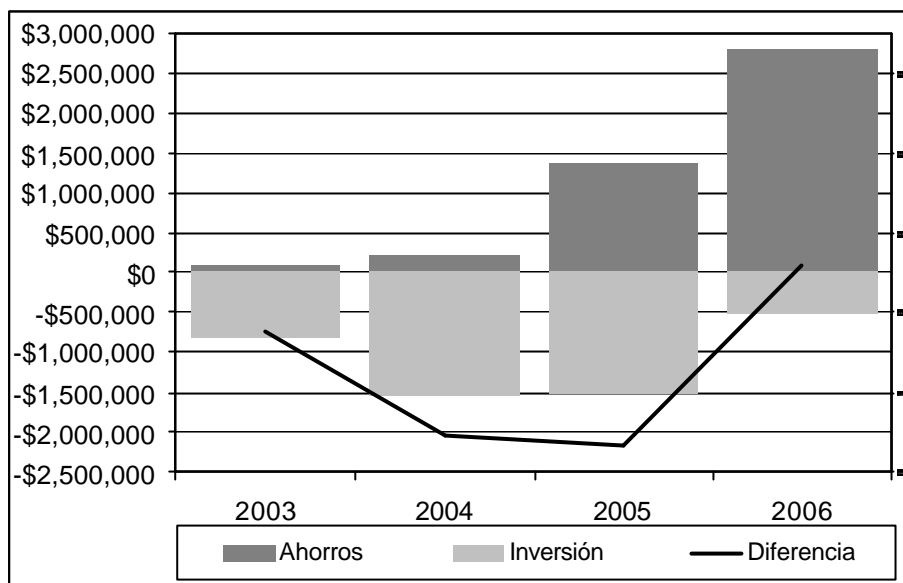
Tabla 9. Ahorros Logrados

Ahorros Generados (USD)	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	101,370	214,998	1,376,000	2,798,500	4,023,400	4,863,190

Fuente: Tabla elaborada por el autor

Trazando juntos los ahorros y los gastos de inversión, obtenemos una gráfica comparativa que muestra como estos últimos son compensado por los ahorros netos antes del final de 2006 con las actuales tendencias conservadoras.

Figura 7. Gastos vs. Ahorros



Fuente: Gráfica elaborada por el autor

El equilibrio mostrado en la figura anterior conduce al cálculo del Retorno de la Inversión de todo el proyecto. Según las estimaciones fijadas para los tres años entrantes, este análisis arrojó los siguientes números. El apéndice II muestra una descripción detallada de los cálculos.

Tabla 10. Indicadores Financieros

VPN* al 12%	USD 2,742 K
ROI	3.5 años
TIR	46 %

*CAPEX Depreciado en un periodo de 5 años

*Tasa de Impuestos = 28%

Fuente: Tabla elaborada por el autor

El sistema demuestra su eficacia con un Valor Neto Actualizado positivo. El ROI indica que el punto de recuperación del proyecto deberá ser alcanzado en poco menos de tres años y medio. Según las estimaciones, esto será cuando corra el año 2007, confirmando así su importancia estratégica para la compañía.

4.3 Evaluación Comparativa

Durante 2002, la compañía compró el equivalente a 4,500 millones de dólares. Esta cantidad representa el 57 % del ingreso total por ventas de la empresa. Según el Centro de Estudios Avanzados de Compras (CAPS por sus siglas en inglés) en su Reporte Comparativo de Áreas de Adquisiciones para la Industria Química del mismo año⁷, las compañías gastan alrededor del 56% de su ingreso total por ventas, lo cual coloca la compañía para la cual se realizó este estudio dentro de una posición adecuada. Del mismo reporte, las compras de bajo valor en general representan alrededor del 10 al 15% del gasto total de compra, rubro en el cual la compañía se encuentra bien localizada (7%). Finalmente, otro hecho importante obtenido a partir de esta fuente, es el de que alrededor del 78% de las empresas utilizan aplicaciones de aprovisionamiento electrónico con un promedio de 45,000 transacciones por año; durante el 2005, la compañía realizó 90,000 transacciones a través de su sistema de “e-procurement”.

Otro reporte del Programa de Investigación “eC3” del CAPS proporciona información importante sobre actividades de aprovisionamiento electrónico, independientemente del sector industrial. Si bien no se especifica que los siguientes indicadores son particulares para soluciones “buy-side” (como la que concierne a este informe), es útil presentarlos para darnos una idea de donde se encuentra el sistema implementado vis-à-vis a un promedio de 80 empresas participantes en el mundo entero.

⁷ CAPS Research, *Purchasing Performance Benchmarking Report for the Chemical Industry*, CAPS, 2001

Tabla 11. Indicadores Clave de Desempeño en Compras

Indicador Clave de Desempeño (KPI) - Descripción	Promedio	Mín.	Máx.	Sistema
Tiempo en uso (meses)	34	11	58	51*
Usuarios que elaboraron al menos una transacción (promedio mensual)	1,346	28	7,489	930
Proveedores disponibles	13,297	20	156,359	100
Proveedores que recibieron al menos una transacción (promedio mensual)	1,231	11	12,501	92
Gasto total (MMUSD)	\$ 229	\$ 0.6	\$ 6,926	\$ 6
Total de transacciones de compra	21,138	663	106,661	42,300
Total de líneas de compra	65,694	1,194	909,796	90,000
Tiempo de aprobación promedio (días)	1.43	0.03	5.74	---

*Data para 2003-2004, el resto exclusivamente de 2003

Fuente: CAPS Research, Cross Industry Report – Benchmark Data, CAPS, 2002

4.3.1 Industria Similar

En este apartado se revisó la situación actual del aprovisionamiento electrónico en competidores directos en la producción de gases industriales. La mayor parte de la información fue encontrada directamente en los portales electrónicos de cada una de las empresas mencionadas a continuación y a través de la supervisión de competidores del departamento de Planeación Estratégica de la compañía.

- Air Products and Chemicals (APC)⁸

APC gasta aproximadamente el 50% de sus ingresos totales por ventas y reporta tener más de 12,000 proveedores agrupados en siete áreas de compras especializadas por actividad.

La plataforma de “e-procurement” utilizada por APC esta basada en la solución de Administración de Gastos de Ariba que incluye tanto el módulo de compra como el de evaluación de proveedores agrupados en su portal electrónico llamado AP Direct Buyer. Estas aplicaciones se encuentran administradas por un tercero, EDS. Cuenta con alrededor de 2,100 usuarios que a su vez colocan 3,300 órdenes de compra por mes a sus 35 proveedores en Inea. Su iniciativa de aprovisionamiento electrónico reporta manejar 500 millones de dólares E.U.A. por mes. Adicionalmente a las categorías de compra tradicionales, descritas

⁸ www.airproducts.com

previamente en este informe, APC asegura administrar algunas correspondientes a materia prima como químicos y lubricantes, suministros industriales y de laboratorio a través de su sistema de aprovisionamiento electrónico.

- British Oxygen Company (BOC)⁹

La cuenta de gastos por compras de BOC equivale al 60% de sus ventas totales e informa tener más de 20,000 proveedores. Las compras son reguladas por el Consejo Directivo de Suministro Global.

La plataforma de aprovisionamiento electrónico de BOC está basada en tecnología de Commerce One – Conductor y Roundtrip. El primero es equivalente a la herramienta de compras utilizado por Air Liquide y el segundo permite a los usuarios tener acceso a catálogos mantenidos por el proveedor. Los sistemas y herramientas utilizados por BOC son mantenidos internamente.

- Praxair (PRX)¹⁰

La cuenta de gastos por compras de PRX equivale al 57% de sus ventas totales e informa tener más de 15,000 proveedores. Las compras son reguladas por el Departamento de Materiales y Suministros. Praxair es bien conocido por su extenso empleo de portales de Comercio e Intercambio Electrónicos. El portal electrónico “MetFabCity”¹¹ es un sistema propietario desarrollado exclusivamente para estas clases de intercambios. Su solución de aprovisionamiento electrónico es llamada Praxair Express Exchange y hospeda aproximadamente 100,000 artículos. Además de las categorías típicas de aprovisionamiento electrónico, maneja elementos más complejos como tanques de gas y equipo relacionado. Al igual que en Air Liquide, Praxair cuenta con una solución de Requisite Technologies llamada “eMerge” para la administración de contenido.

⁹ www.boc.com

¹⁰ www.praxair.com

¹¹ R. D'AQUINO, *Information Procurement Gas Management and the Web*, *Chemical Engineering Progress*, Diciembre 2002

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El futuro de los sistemas de aprovisionamiento electrónico será determinado por su capacidad de lograr aún más ahorros. Los negocios no sólo competirán por tener la mejor solución de compras sino por tener la cadena de suministros más eficiente¹. La diferenciación de productos siempre será una fuente de ventaja competitiva; sin embargo, la experiencia y el servicio que una empresa proporciona a sus clientes puede hacer la diferencia. Cualquier empresa que quiera ser líder en el mercado por su servicio al cliente tiene que ser líder en la administración de la cadena de suministro. El papel del Internet es preponderante en el esfuerzo para lograrlo ya que puede proveer integración en tiempo real de todas las herramientas electrónicas. El suministro de tecnología de compra a los miembros de una red de comercio así como la integración de las transacciones al momento en que estas ocurren a los sistemas de administración de la compañía, asegura la preservación de los clientes y establece una relación que evita su salida.

En particular para las soluciones “buy-side” como la descrita en este informe, el sostener los beneficios económicos como los de otra índole solo se puede lograr con el uso cotidiano. Lo anterior en función de que los ahorros generados dependen en gran medida de la proporción de bienes y servicios adquiridos por el sistema. Hoy, tanto la tecnología como las expectativas del comprador han madurado al punto donde el aprovisionamiento electrónico puede ser utilizado para proveerse de otras cosas aparte de los materiales indirectos contenidos en catálogos. Los materiales directos, y los servicios que compran las empresas son ahora verdaderas opciones a ser consideradas.

Los proveedores de sistemas ERP están aprovechando esta oportunidad y se están convirtiendo en participantes indispensables en el espacio de compra transaccional de bienes indirectos. La compañía para la cual se desarrollo este

¹ L.ELLRAM, *Strategic Cost Management in the Supply Chain: A Purchasing and Supply Management Perspective*, CAPS, 2002

informe actualizará primero la versión del software para después considerar migrar a la solución de compra de su Planeador de Recursos Empresariales “ERP”, SAP en este caso, llamada MySAP. La convergencia de SAP y el actual sistema de aprovisionamiento electrónico esta en línea con la estrategia de ahorro de la compañía y provee la certeza suficiente para el futuro de la herramienta .

Por el momento, la herramienta enfrentará retos importantes en 2006. Aunque la etapa de despliegue del proyecto está oficialmente terminada, algunas entidades aún se encuentran en proceso de implementación o comenzarán a hacerlo antes de que termine el año. La situación en la filial de Japón, donde un agresivo plan de crecimiento esta tomando lugar y por tanto la cantidad de dinero que representará ese volumen de transacciones, es de particular importancia.

El mantener una infraestructura informática funcional es otro gran reto. El ancho de banda disponible en algunas de las localidades a donde se desea llevar el sistema es insuficiente. Este punto deberá ser resuelto para expandir su cobertura e incrementar su utilización. El rápido crecimiento en el número de artículos puede llegar a saturar las bases de datos en un momento dado, por lo que la administración del contenido es de vital importancia².

De acuerdo con las conclusiones anteriores, se recomienda la expansión del portafolio de productos que pueden ser comprados a través del sistema. El hacerlo constituye un factor clave para el éxito del sistema. Las propiedades de los artículos que se pueden comprar en líneas fueron descritas previamente en este informe pero otras categorías deben ser consideradas en el corto plazo. La siguiente tabla presenta algunas de ellas:

² M. HARDING, *Pieces of the Puzzle*, *Purchasing Today*, Julio 1996

Tabla 12. Categorías Potenciales para Compra Electrónica

Categoría de Compra	Ejemplos
Combustibles, lubricantes, catalizadores y otros químicos	Lubricantes Filtros
Envases criogénicos	Accesorios y servicios
Otros envases	Accesorios y servicios
Equipamiento para cilindros de gas	Componentes diversos
Compresores	Componentes diversos
Bombas	Componentes diversos
Otras máquinas y equipo de envasado	Componentes diversos
Material eléctrico	Suministros
Instrumentación	Suministros
Tubería y válvulas	Suministros
Equipo relacionado con el transporte del producto	Montacargas Neumáticos Refacciones
Consultoría	Auditoría de calidad
Equipo industrial variado	Equipo de seguridad Ropa de trabajo
Vehículos	Renta de autos
Servicio de viajes	Agencias de viaje Renta de autos Hotel
Comunicación	Suministros
Sistemas - TI	Servidores Impresoras Periféricos Software

Fuente: Tabla elaborada por el autor

Como comentario final sobre la expectativa generada por la implementación de un sistema de “e-procurement”, se recomienda siempre tener presente que el retorno de la inversión vendrá en parte a través de la reducción en los precios de compra. El resto se conseguirá con las mejoras obtenidas en el proceso administrativo de compra.

BIBLIOGRAFÍA

- Libros

G. BACA, Evaluación de Proyectos, 3a. Edición, McGraw-Hill, 1995

R. BREALEY, S. MYERS, Principles of Corporate Finance, Cuarta Edición, McGraw-Hill Inc., 1991

J. ELLSWORTH, Marketing on the Internet, Wiley, 2a. Edición, John & Sons Ed., 1996

J. LEENDERS, F. FEARON, Purchasing & Supply Management, 11a. Edición, Ed. Irwin, 1997

K. PALEPU, P. HEALY, V. BERNARD; Business Analysis & Valuation; South-Western College Publishing; 2000

R. STEVENSON, Fundamentos de Finanzas, 1a. Ed., McGraw-Hill, 1980

F. WESTON, T. COPELAND, Finanzas en Administración, 8a. Ed., McGraw-Hill, 1988

- Publicaciones

S. ALANIZ, E-Procurement, A Guide fo Buy-Side Applications, Stephens Inc., Diciembre 2001

M. ASSPURO, Supplier Financial Analysis: By the Numbers, National Association of Purchasing Management Conference Proceedings, 1997

CAPS Research, Purchasing Performance Benchmarking Report for the Chemical Industry, CAPS, 2001

CAPS Research, Cross Industry Report – Benchmark Data, CAPS, 2002

R. D'AQUINO, Information Procurement Gas Management and the Web, Chemical Engineering Progress, Diciembre 2002

EIGA - European Industrial Gases Association, The Safe Separation of Gas Mixtures, Doc. 39/01, 2003

EIGA – European Industrial Gases Association, Refrigerated CO₂ storage at user's premises, Doc. 66/99, 2002

L. ELLRAM, Strategic Cost Management in the Supply Chain: A Purchasing and Supply Management Perspective, CAPS, 2002

M. HARDING, Pieces of the Puzzle, Purchasing Today, Julio 1996

J. MARSHALL, Surrogate Sourcing – Not to be Confused with Outsourcing, Best Practices in Purchasing and Supply Management, Vol. 3, CAPS, Septiembre 1999

J. MATTHEUS, Targeting Purchasing for Product Profitability, NAPM Conference Proceedings, 1997

D. NEEF, E-Procurement, From Strategy to Implementation, Financial Times Prentice Hall, 2001

A. READELS, What is Purchasing and How Do We Know if We Did It?, NAPM International Proceedings, 2000

B. SURESH, Air Separation Gases, Chemical Economics Handbook, SRI Consulting, Septiembre 2002

M. THOMPSON, E-Procurement, Purchasing for the Internt-Based Economy, The Butler Group, Agosto 2000

R. TRENT, M. KOLCHIN, Reducing the Transactions Costs of Purchasing Low Value Goods and Services, CAPS, 2000.

M. WHEATLY, How to Know if E-Procurement is Right for You, CIO Magazine, June 15, 2003.

Varios Autores, E-Procurement et Places du Marché, CIGREF, Junio 2002

- Internet

http://materials.globalspec.com/LearnMore/Materials_Chemicals_Adhesives/Industrial_Specialty_Gases/Industrial_Specialty_Gases

www.airliquide.com

www.airproducts.com

www.boc.com

www.linde-gas.com

www.praxair.com

Apéndice I. Ahorros del Proyecto (Detalle)

Ahorros Proporcionados	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Consideraciones						
Ahorros de proceso por transacción (USD)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Descuento en precio por proveedores (%)	-	-	10	10	10	10
Reducción de gastos por medio de autocontrol y administración (%)	5	5	5	5	5	5
Incremento en cumplimiento de contratos (%)	30	30	30	30	30	30
Ahorro promedio por cumplimiento (%)	5	8	10	10	10	10
Número de transacciones ^{1,2}	6,893	35,319	90,000	167,667	207,767	228,543
Monto total de transacciones ^{1,2,3}	638,500	2,390,000	5,000,000	9,666,667	14,633,333	18,260,000
Monto total de transacciones revisado ⁴	638,500	2,390,000	6,000,000	10,916,667	15,883,333	19,510,000
Ahorros administrativos y de proceso	62,037	317,871	810,000	1,509,000	1,869,900	2,056,890
Ahorros por descuento en precios	-	-	500,000	966,667	1,463,333	1,826,000
Ahorros por administración del gasto	31,925	119,500	250,000	483,333	731,667	913,000
Ahorros por cumplimiento de contratos	9,578	57,360	180,000	327,500	476,500	585,300
Ahorros TOTALES	103,540	494,731	1,740,000	3,286,500	4,541,400	5,381,190
Costos de Mantenimiento	2,170	279,733	364,000	488,000	518,000	518,000
"Ahorros totales" (= ahorros - costo mantto.)	101,370	214,998	1,376,000	2,798,500	4,023,400	4,863,190

Notas:

Para los años 2004-2006 se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones para el cálculo de las proyecciones, excepto la nota 4.

1. 20% de crecimiento a través de la adiciones de nuevas categorías de compra.
2. 10% de incremento en el no. De transacciones gracias a nuevas implementaciones (dos tercios en 2004; un tercio en 2005).
3. 700,000 USD por transacciones de la filial Japonesa.
4. Toma en cuenta del dinero gastado en la adquisición de equipo de cómputo.

Apéndice II. Retorno de la Inversión, Valor Neto Actualizado y Depreciación

Indicadores Financieros		2003	2004	2005	2006	2007	2008
INVERSION							
Gastos de capital - CAPEX	(1)	834,088	1,535,583	1,500,000	424,000	0	0
Gastos de operación - OPEX	(2)	0	0	0	90,000	90,000	90,000
Total gastos de inversión	(3)=(1)+(2)	834,088	1,535,583	1,500,000	514,000	90,000	90,000
COSTOS RECURRENTES							
Mantenimiento	(4)	2,170	279,733	364,000	488,000	518,000	518,000
AHORROS ESPERADOS							
Total	(5)	103,540	494,731	1,740,000	3,286,500	4,541,400	5,381,190
Depreciación	(6)	166,818	473,934	773,934	858,734	858,734	691,917
Ganancias antes de impuestos	(7)=- (4)+(5)-(6)	-65,448	-258,936	602,066	1,939,766	3,164,666	4,171,273
Impuestos = 28%	(8)=(7)*0.28	0	0	168,578	543,134	886,106	1,167,957
Ingreso Neto	(9)=(7)-(8)	-65,448	-258,936	433,487	1,396,631	2,278,559	3,003,317
Flujos de efectivo	(10)=(9)+(6)-(1)	-732,718	-1,320,585	-292,578	1,741,366	3,047,294	3,605,233

VNA (al 12%) : **2,747,082**
TIR : **46%**

Retorno de la inversión : **3.5 años**

CAPEX esquema depreciación	Monto a depreciar	2003	2004	2005	2006	2007	2008
2001	834,088	166,818	166,818	166,818	166,818	166,818	
2002	1,535,583		307,117	307,117	307,117	307,117	307,117
2003	1,500,000			300,000	300,000	300,000	300,000
2004	424,000				84,800	84,800	84,800
TOTAL	4,293,671	166,818	473,934	773,934	858,734	858,734	691,917