

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TEMA: Estudio de factibilidad para la ampliación de capacidad productiva de la empresa
DP Global Service

AUTOR: Pablo Chiriboga

DIRECTOR: MSc. Ing. Carlos Machado

IBARRA - ECUADOR

2017

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DE LA EMPRESA DP GLOBAL SERVICE

Pablo Emilio Chiriboga Guanoluisa

Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de julio 5-21 y Gral. José María Córdova, (593 6) 2997800 ext. 7070 Ibarra, Imbabura

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas – Ingeniería Industrial

pechiriboga@utn.edu.ec

Resumen. *El presente trabajo de grado expone los resultados obtenidos de un estudio realizado en el área de producción de separadores de la empresa DP Global Service, ubicada en Tabacundo, cuyo propósito fue determinar la factibilidad de la ampliación de la capacidad productiva. Dicha planta productiva venía presentando varios problemas relacionados principalmente a su limitado tamaño como: desorden, obstaculización de pasillos e incremento en los tiempos de producción, dificultando su capacidad de responder adecuadamente a las necesidades de los clientes y posicionarse en nuevos mercados. Mediante la evaluación de proyectos se analizaron diversos aspectos de mercado, técnicos, financieros, entre otros, con el fin de proponer una solución económicamente rentable.*

La metodología propuesta tiene la particularidad de aplicarse para la evaluación del incremento de la capacidad instalada en empresas manufactureras. Inició con la recopilación bibliográfica sobre evaluación de proyectos, seguido de un diagnóstico situacional de la planta. Por último, se desarrolló un estudio de factibilidad, el cual constó de cuatro etapas: La primera etapa correspondió al estudio de mercado en el cual realizó un análisis de oferta y demanda, sobre la base de datos históricas de la propia empresa. En la segunda etapa se efectuó un estudio técnico en el cual se determinaron aspectos como el tamaño de planta, maquinaria, distribución de planta, así como los recursos necesarios para llevar a cabo el incremento de capacidad. A continuación, se efectuó un análisis financiero a fin de determinar la factibilidad del proyecto mediante tres indicadores de evaluación: VAN, TIR y relación C/B. Por último, se realizó un estudio de impactos en el cual se valoró las posibles implicaciones económicas, sociales y ambientales del proyecto. El proyecto resultó viable en vista de que cumplió con los tres criterios de evaluación empleados, dando como resultado un VAN positivo de USD 17.388,87, una TIR del 18,13% y una relación C/B de 1,41.

PALABRAS CLAVES

Separadores, Incremento de capacidad, mercado florícola, factibilidad.

1. Introducción

Dp Global Service es una de las empresas pioneras en la producción de separadores para bonches de rosas en Tabacundo. Durante su corto periodo de vida ha experimentado un elevado crecimiento en ventas esto, sin embargo, le ha significado una progresiva reducción de espacios en la planta productiva, así como varias dificultades para atender la creciente demanda.

La capacidad inicial de la planta de separadores fue diseñada sin ningún tipo de planificación a futuro, por lo que a medida que pasaba el tiempo y los niveles de producción crecían resultaba cada vez más complicado atender la demanda. El principal problema se presentaba en las bodegas de almacenamiento de materia prima y producto terminado, ya que dichas áreas requieren de una gran cantidad de espacio tanto para almacenar el material como para su transporte y manipulación. Sin el espacio suficiente para almacenar adecuadamente los productos, los operarios se veían en la necesidad de invadir otras áreas y puestos de trabajo, a fin de cumplir con sus metas de producción.

La aplicación de la evaluación de proyectos en este tema de estudio se encuentra justificada debido a que para encontrar solución a los problemas de espacios e incrementar la capacidad de planta, se requerirá inevitablemente de una gran inyección de recursos, por lo que es conveniente evaluar si las alternativas seleccionadas para solucionar dichos problemas son rentables o no.

Para realizar la evaluación del proyecto se realizaron cuatro estudios complementarios: de mercado, técnico, financiero y de impactos. Dichos estudios proporcionaron la suficiente información para determinar la factibilidad de la ampliación de la capacidad productiva en el área de producción de separadores.

2. Materiales y métodos

Para la evaluación de incremento de capacidad instalada en el área de separadores se utilizó la metodología propuesta por Baca Urbina (2010). Al igual que el método normalmente utilizado para evaluar el proyecto de una empresa productiva de nueva creación, la

metodología utilizada para el presente proyecto constó de los mismos aspectos, esto fueron: un análisis de mercado, un estudio técnico, un aspecto de análisis económico y finalmente una evaluación financiera. La principal diferencia radicó únicamente en la fuente de los datos a analizar, cuyas fuentes fueron en su mayoría de la propia organización, ya que estos reflejan de mejor manera el desempeño de la empresa en el mercado.

3. Resultados

3.1 Diagnóstico situacional

Distribución de planta

El diagnóstico situacional de la planta de producción de separadores inició con un análisis de la distribución de planta. Los principales problemas encontrados en la planta fueron: reducidos espacios en las áreas de almacenamiento, vías de circulación estrechas, deficiente organización de los puestos de trabajo y desorden.

Mediante un estudio de dimensionamiento se determinó los requerimientos reales de espacio de la planta, concluyendo que existe un déficit de espacios del 40%, tal y como se muestra a continuación:

Descripción	Área actual (m ²)	Área requerida (m ²)
Área de almacenamiento de materia prima	10,5	25
Área de almacenamiento producto en proceso	3,3	3,3
Área de almacenamiento de tiras	2,64	3
Área de producto terminado	13,4	18,5
Puesto de corte de tiras	9	10
Puesto de corte de laminas	9,5	13
Pasillos	14,3	20
Mesas de trabajo	3,4	3,4
Baño	2,4	2,4
Total	68,4	98,6

Tabla 1 Áreas recomendadas para los puestos de trabajo de la planta de producción de separadores

Descripción del proceso de producción de separadores

Las operaciones que se realizan dentro de esta área se describen a continuación:

- **Recepción de materia prima:** La materia prima (láminas de cartón) llega en camiones o container, la cual es trasladada hasta el área de almacenamiento de materia prima en donde se apilan en columnas de hasta 4 metros de alto.
- **Corte de láminas:** proceso en el cual los operarios cortan las láminas de cartón mediante la refiladora, con el fin de obtener tiras y por

último trasladarlas al área de almacenamiento de tiras.

- **Corte de tiras:** Haciendo uso de la sierra circular los operarios cortan las tiras obtenidas en el proceso anterior, obteniendo de esta manera separadores.
- **Empacado:** En esta última etapa los separadores son envueltos en stretch film para finalmente se almacenados y comercializados.

Estudio de tiempos

Para determinar de los tiempos estándar en el área de producción de separadores se llevó a cabo una serie de pasos, las cuales se describen a continuación:

Preparación

El proceso inició con la selección de la operación a estudiarse y la elección de los operarios. En este caso al existir únicamente dos trabajadores en el área se hizo la toma de tiempos en ambos.

Ejecución

A las operaciones descritas anteriormente se las descompuso en “elementos” con el fin de realizar mediciones más confiables. En total se contabilizaron 19 operaciones.

Una vez definidos los elementos se procedió a calcular el número de observaciones mediante Ábaco de Lifson, para lo cual se tomó una muestra inicial de 10 observaciones. El número de lecturas a realizarse según este método fue de 25 observaciones por elemento.

Ya una vez definidos los elementos y el número de observaciones a realizarse, se procedió a realizar la medición de tiempos. La técnica utilizada durante esta etapa fue la de regreso a cero. Las mediciones fueron recogidas en la hoja de registro de tiempos, en la cual también se registraron varios datos de interés como: maquinaria y herramientas utilizadas, fecha y hora de la toma de tiempo y algunas observaciones acerca de los procesos en estudio.

Suplementos

El cálculo de los suplementos se lo hizo basándose en la tabla de holguras recomendadas por la organización internacional del trabajo (OIT). Los suplementos escogidos para el presente estudio se muestran a continuación:

SUPLEMENTOS	Recepción de materia prima	Corte de láminas	Corte de tiras	Empacado
Suplementos constantes	%			
Necesidades personales	5	5	5	5
Básicos por fatiga	4	4	4	4
Suplementos variables	%			
Trabajo de pie	0	2	2	2
Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar): 10 kg	3	3	1	1
Ruido: Intermitente y fuerte	0	0	5	0
Suma algebraica	12	15	17	12
Total suplemento (%)	0,12	0,14	0,17	0,12

Tabla 2 Suplementos del área de producción de separadores

▪ Tiempo estándar

El tiempo estándar se definió determinando en primer lugar la frecuencia con la que se repite cada elemento. Posterior a esto, y una vez asignados los suplementos se procedió al cálculo del tiempo estándar mediante la siguiente ecuación:

$$T_s = T_N \times (1 + \% \text{ suplemento})$$

La determinación del tiempo estándar de cada elemento se muestra a continuación:

Operación	Elemento	Tiempo estándar
Recepción de materia prima	Carga de paquetes de láminas	11,94
	Apilar paquete de láminas	26,93
	Alinear rumas	17,14
	Bajar bulto de lámina	18,70
	Traslado de láminas a refiladora	36,02
Corte de láminas	Desatar láminas	14,55
	Corte de láminas	76,29
	Recolección de tiras	38,81
	Traslado de tiras a almacenamiento	33,29
Corte de tiras	Transporte de tiras hacia la sierra	78,01
	Agrupar tiras	45,89
	Corte de tiras	334,98
	Apilado de separadores	315,99
	Transporte de rumas a mesa	86,30
	Tendido de stretch film	18,89
	Carga de separadores a área de empacado	13,22
	Forrar partes superior e inferior del paquete	52,89
Forrar partes laterales del paquete	64,22	
Empacado	Traslado de paquetes a almacenamiento	39,67

Tabla 3 Tiempo estándar

El tiempo de ciclo para la producción de mil separadores es de 15,36 minutos.

Capacidad de producción

Una vez obtenidos el tiempo de ciclo se calcularon cuatro índices, con los cuales se determinó el desempeño del sistema.

Capacidad instalada	10,5 millones unidades/año.
Capacidad efectiva	7,8 millones unidades/año
Eficiencia	54,81%
Utilización	76,7 %

Los indicadores muestran una baja tasa de utilización de las instalaciones, estos a su vez reflejan poca eficiencia en el proceso productivo lo cual puede corroborarse al observar el desempeño de la planta en épocas de alta demanda en las cuales la empresa ha tenido que trabajar horas extras y subcontratar personal adicional, esto a pesar de que la planta posee capacidad suficiente para atender los pedidos. Otro factor que influye en la baja tasa de utilización son los excesivos transportes de material que deben realizar los operarios y la poca tecnificación del proceso.

2.2 Estudio de factibilidad

Estudio de mercado

Los separadores son pedazos de cartón corrugado diseñados para brindar mejor resistencia y rigidez a los bonches de rosas y de esta manera proteger los botones durante su transporte. Se fabrican en infinidad de medidas, según la necesidad del cliente. Para su venta y distribución se los empaca en paquetes de mil unidades con plástico para paletizar o stretch film, un plástico transparente y estirable que envuelve y protege de daños al producto.

Característica	Descripción	
Aspecto	Color	Crudo Blanco
	Acabado de corte	Liso
Tamaño	Según las necesidades del cliente	cm
Gramaje	Kraft	125 g/m ²
	Blanco	150 g/m ²
Ondulado	Flauta C	3,5 mm mínimo
	Flauta B	2,3 mm mínimo

Tabla 4 Características físicas del separador

El análisis de demanda se lo realizó sobre la base de los datos históricos de la propia empresa ya que estos reflejan de mejor manera el desempeño de la organización en el mercado. Del análisis realizado a los datos históricos de ventas se pudo determinar que estos muestran un comportamiento claramente estacional y de tendencia creciente, razón por la cual se utilizó el método aditivo de Holt-Winters para la proyección de la

demanda. El software utilizado fue el CRISTALL BALL.

Acorde a los pronósticos realizados se pudo determinar que para los próximos tres años la tendencia en la demanda de separadores presenta una tasa de incremento del 42% anual.

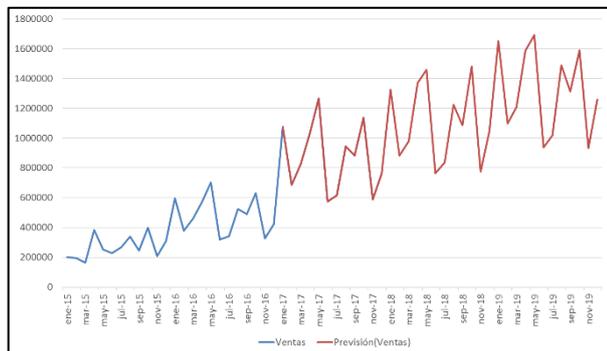


Figura 1 Comportamiento histórico de ventas y proyección de demanda

En vista de que se trata de un proyecto de incremento de capacidad, la demanda potencial insatisfecha en este lo constituye la diferencia entre la demanda proyectada y la capacidad instalada (oferta). Como se mencionó anteriormente la capacidad instalada del área de producción de separadores es de 10,5 millones de unidades/año.

La siguiente gráfica muestra el comportamiento de la demanda frente a la capacidad de producción de la planta. Se puede notar como dadas las expectativas de crecimiento que tiene la empresa, en el futuro cercano no se podrá satisfacer adecuadamente la demanda, lo que la obligará a tomar la decisión de incrementar la capacidad instalada.

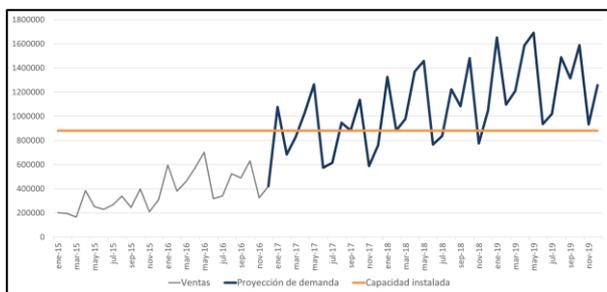


Figura 2 Capacidad máxima de producción frente a demanda proyectada

Para lograr un buen posicionamiento en el mercado y cumplir con las metas de ventas, se deberán adoptar algunas estrategias de mercado, tales como mejorar el servicio al cliente, mayor inversión en publicidad y la contratación de un vendedor quien será el encargado de incrementar las ventas y buscar nuevos clientes. Un

factor de diferenciación en los mercados de separadores, es el precio, por lo que se recomienda, además de las estrategias de comercialización mencionadas, adoptar medidas que permitan mantener los precios altamente competitivos.

Estudio técnico

La empresa posee junto a las actuales instalaciones un área de terreno de 1100 m², lugar donde se construirá un galpón, para el traslado de toda el área producción de separadores.

Tomando como punto de referencia el tamaño de planta y la superficie de las actuales instalaciones, se determinó que dicho galpón poseerá un a sección rectangular de 12x16 m. Así mismo se calcularon las dimensiones de los puestos de trabajo y áreas de almacenamiento para la nueva planta.

Nº	Área o puesto de trabajo	Superficie (m ²)
1	Área de almacenamiento de materia prima	54
2	Área de almacenamiento de tiras	11
3	Área de almacenamiento de producto terminado	38
4	Puesto de empacado	9
5	Corte de laminas	20
6	Corte de tiras	12
7	Pasillos	48
Total		192

Tabla 5 Dimensiones de las áreas de producción de separadores

Acorde los datos analizados en el estudio de mercado y considerando que no existe ningún limitante desde el punto de vista tecnológico se determinó que la capacidad instalada del nuevo proyecto sería de 15,8 millones unidades/año. Durante el primer año se planifica alcanzar un 70% de la capacidad instalada, mientras se posiciona la empresa y se afianzan las relaciones comerciales se espera incrementar la capacidad a un ritmo del 10% anual, llegando a ocupar un 90% de la capacidad en el tercer año.

Año	Volumen de producción (Unidades/año)	% utilización
1	11088000	70%
2	12672000	80%
3	14256000	90%
Capacidad instalada	15840000	100%

Tabla 6 Capacidad de producción proyectada del área de producción de separadores

Durante el diagnóstico se detectaron dos principales problemas en el proceso productivo: un método de empacado ineficiente y una maquinaria de corte obsoleta. En la ingeniería del proyecto se buscaron alternativas, que permitan solucionar dichos problemas. Para aumentar la productividad en el proceso de corte de tiras, así como mejorar la calidad del corte, se decidió el

reemplazo de la sierra por una cortadora semiautomática. En tanto que para mejorar el empaclado se diseñó una envolvedora orbital y se redujo el número de unidades por paquete a 500. Con dichas mejoras se busca disminuir el tiempo de ciclo a 9,28 min/unidad (una reducción del 39,58%). Esto implicaría que la nueva planta alcanzaría un volumen de producción de 14,44 millones u/año, lo que equivale al 91,16% de la capacidad instalada propuesta para este proyecto.

El diseño la distribución de planta, se lo hizo haciendo uso de la herramienta S.L.P. metodología ampliamente usada para resolver problemas de distribución de planta.

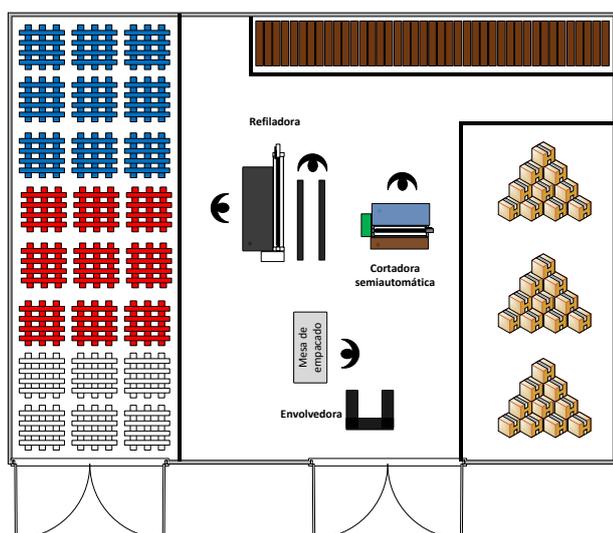


Figura 3 Distribución de planta área de separadores

Estudio Económico-financiero

En conjunto de inversiones a realizarse para poner en marcha el proyecto se dividió en tres rubros: inversiones fijas, inversiones diferidas y capital de trabajo. El monto total de inversión ascendió a USD 46.208,72.

Detalle	Valor total (USD)
Inversiones fijas	
Infraestructura (Galpón industrial)	13.357,21
Maquinaria y equipo	7.380,00
Herramientas	23,70
Muebles y enseres	220,00
Inversiones diferidas	
Estudio de factibilidad	140
Patente	250
Capital de trabajo	
Materia Prima Directa	21.567,65
Materia Prima Indirecta	241,36
Mano de Obra Directa	1.979,75
Imprevistos	1.049,05
Total	46.208,72

Tabla 7 Inversión total del proyecto

Los ingresos incrementales de proyecto se los obtuvo multiplicando el precio promedio unitario por la

cantidad de demanda adicional que se alcanzaría en caso de implementarse el proyecto. El cálculo del precio del producto para los siguientes años se lo hizo considerando una tasa de inflación del 3,42%.

Detalle	2017	2018	2019
Demanda (unidades)	5.332.038	6.916.038	8.500.038
Precio unitario promedio (USD)	0,0335	0,0339	0,0346
Ingresos incrementales	178.755	234.723	294.319

Tabla 8 Proyección de ingresos

Para el presupuesto de egresos incrementales se tomó en cuenta los costos de producción, así como aquellos gastos financieros y de ventas, determinados durante el estudio técnico.

Detalle	Monto (USD)		
	2017	2018	2019
Costos de producción	143.583,11	227.965,46	277.512,25
Gastos de venta	2708,74	2830,24	2957,29
Gastos financieros	1101,31	2281,36	3545,78
Total de egresos	147393,16	233077,06	284015,32

Tabla 10 Proyección de egresos

Con toda la información recabada anteriormente se construyó en el flujo de caja el cual constituye un estado de cuenta que resume las entradas y salidas de efectivo a lo largo de la vida útil del proyecto, por lo que permite determinar la rentabilidad de la inversión. El método utilizado para elaborar el flujo de caja fue el método directo, el cual se determinó por la diferencia obtenida de los ingresos y egresos proyectados de efectivo que arrojará la empresa por sus operaciones.

RUBRO	Monto (USD)			
	0	1	2	3
(+) Ventas		176.871,79	279.692,47	340.818,39
Total de ingresos		176.871,79	279.692,47	340.818,39
(-) Costos de producción		143.583,11	227.965,46	277.512,25
Materia Prima directa		129.405,92	212.693,54	261.085,01
Mano de obra directa		11.878,50	12.449,69	13.048,34
Costo indirecto de fabricación		2.298,69	2.822,24	3.378,90
(-) Gastos de operación		2.708,74	2.830,24	2.957,29
Gastos de ventas		2.708,74	2.830,24	2.957,29
(-) Gastos financieros		1.101,31	2.281,36	3.545,78
Intereses		1.101,31	2.281,36	3.545,78
(-) 15% Participación a trabajadores		4.228,39	6.798,91	8.327,06
(-) 22% Impuesto a la renta		5.271,40	8.475,98	10.381,07
(-) Inversiones fijas	20.980,91			
(-) Inversiones diferida	390,00			
(-) Capital de trabajo	24.837,81			
Total de egresos	46.208,72	156.892,95	248.351,95	302.723,45
(=) Flujo Neto	-46.208,72	19.978,84	31.340,53	38.094,94
(=) Flujo Neto actualizado	-46.208,72	17.248,36	23.359,37	24.513,18

Tabla 9 Flujo de caja

Evaluación del proyecto

La siguiente tabla muestra el valor actual neto, la tasa interna de retorno (TIR) y la Razón Beneficio-coste (B/C), que son los criterios utilizados para evaluar el presente proyecto:

Criterio	Valor
TMAR	15,83 %
V.A.N	USD 18.912,19
T.I.R	18,13%
Razón B/C	1,41

Desde el punto de vista financiero el proyecto es factible, debido a que:

- El valor actual neto es positivo.
- La tasa interna de retorno es mayor a la tasa mínima aceptable de rendimiento
- La razón beneficio – costo es mayor a 1

4. CONCLUSIONES

- ✓ La metodología utilizada (Baca Urbina, 2010) para evaluar el incremento de la capacidad instalada del proyecto constó de tres etapas: análisis del mercado, estudio técnico y evaluación financiera. Los datos utilizados durante este estudio provinieron de fuentes en su mayoría de la propia organización, ya que estos reflejan de mejor manera el desempeño de la empresa en el mercado.
- ✓ Mediante el diagnóstico situacional se determinó la existencia de un déficit de espacios del 40% en el área de producción de separadores, así como varios problemas en la distribución de planta. Se detectaron así mismo diversas falencias en el proceso producto tales como: Un bajo nivel de utilización de las instalaciones (54,81%), métodos de trabajo ineficientes y maquinaria de corte obsoleta
- ✓ El estudio de factibilidad realizado arrojó como resultado que la implementación del proyecto resulta viable en vista de que cumple con todos los criterios de evaluación aplicados: Un valor actual neto (VAN) positivo y cuyo valor asciende a USD 18.912,19, una tasa interna de retorno (TIR) del 18,13% que supera a la TMAR cuyo valor era de 15,83% y por último una relación costo-beneficio cuyo resultado fue de \$1,41.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Arcila, W., & Et al. (2016). Metodología de la planeación sistemática de la distribución en planta (Systematic Layout Planning) de Muther. Obtenido de [http://www.academia.edu/download/46317235/METODO LOGIA_SLP_1_1.pdf](http://www.academia.edu/download/46317235/METODO_LOGIA_SLP_1_1.pdf)
- [2] Canales, R. (2015). Criterios para la toma de decisiones de inversiones. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, III. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5140002.pdf>
- [3] Díaz, C. (2014). *Manual autoformativo: Ingeniería en métodos*. Lima: Rebelars S.A.C.
- [4] Espinoza, S. (2007). *Los proyectos de inversión: evaluación financiera*. Cartago: Editorial tecnológica de Costa Rica.
- [5] García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo* (Segunda ed.). Mexico: McGraw Hill.
- [6] Guzman Castro, F. (2002). El estudio financiero y la evaluación de proyectos de ingeniería. *Ingeniería e Investigación*, 19-19.
- [7] Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (Septima ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- [8] Jaramillo, R., Jaramillo, J., Chávez, L., & Moya, J. (2016). Análisis del valor del dinero en el tiempo para el desarrollo sostenible de las empresas. 3579-3594.
- [9] Malhotra, N. (2008). *Investigación de mercados* (Quinta ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- [10] Mete, R. (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramienta para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 67-85.
- [11] Morales, A., & Morales, J. (2009). *Proyectos de inversión Evaluación y Fomulación*. México: McGraw Hill.
- [12] Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (Duodécima ed.). Mexico: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- [13] Paillacho, D. (2012). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa importadora y distribuidora de cajas de cartón corrugado para el sector florícola en la zona de tabacundo. *Pontificia Univeridad Católica del Ecuador sede Ibarra*. Ibarra, Ecuador.
- [14] Romero, B. (2016). Adiós a la época dorada del sector florícola. *Revista Gestión*, 50-53.
- [15] Sapag Chain, N. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos* (Quinta ed.). Bogotá D.C.: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- [16] Vargas, R. (2007). Estado de flujo de efectivo. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 111-136.

Sobre los autores...

Autor Sr Pablo Chiriboga: Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica del Norte, participante de los congresos de Ingeniería Industrial y Carreras Afines, llevados a cabo en las ciudades de Ibarra y Manta.

Coautor MSc. Ing. Carlos Machado: Ingeniero Industrial, actualmente docente de la Carrera de Ingeniería Industrial.