

## MODELO DE SIMULACIÓN PARA CALCULAR LA RESERVA DE CONTINGENCIA EN PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA MIPYMES

Gutierrez Pinilla, Arley <sup>1</sup>, Sons Fierro, Robert <sup>2</sup>.

### Resumen

El abandono empresarial está asociado a la baja rentabilidad del negocio y a su vez, se relaciona con problemas del emprendedor para identificar nichos de mercados y gestionar los riesgos que se le presenten. Utilizar herramientas de predicción de riesgos ayudaría en el proceso, pero se requieren competencias teóricas y habilidades técnicas para optimizar los resultados de este tipo de aplicativos. Partiendo de la revisión de los diferentes modelos y herramientas ofertados en el mercado para gestionar y evaluar riesgos, y del análisis de los métodos de evaluación en proyectos, se propone estructurar un modelo de simulación que permita medir la reserva de contingencia y de gestión de acuerdo al nivel de riesgo aceptado por pequeños inversionistas; esto con el propósito de que los responsables de estos nuevos entes económicos, puedan generar estrategias de gestión de riesgos efectivas al identificar el valor requerido de inversión total en sus emprendimientos, y así, lograr la permanencia y crecimiento en el mercado.

**Palabras claves:** Riesgo financiero, Simuladores de Riesgo, Emprendimiento, Reserva de Contingencia.

### Introducción

La estructura empresarial colombiana está compuesta por un 96,4% por micros, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs). Estas unidades productivas, las cuales no sobrepasan los 200 trabajadores y poseen activos inferiores a los 30.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV) generan aproximadamente el 40% del PIB y el 81% de los empleos formales del país (Asobancaria, 2017). Aunque la teoría establece una estrecha relación entre el bienestar social y la riqueza de un país, con el éxito empresarial, diferentes estudios señalan que más del 50% de las nuevas empresas perecen durante los primeros cinco años de actividad mercantil (Huggins, Prokop, & Thompson, 2017)

Muchos de estos emprendimientos inician con presupuestos muy ajustados, susceptibles a los numerosos cambios del entorno, que los llevan a exponerse a riesgo de cierre, generando un impactando negativo en la economía. En Colombia se ha reportado que más de la mitad de las

<sup>1</sup> Contador Público, Universidad Surcolombiana. Magíster en Gerencia Integral de Proyectos, Universidad Surcolombiana. Docente-investigador del grupo: Navarra Emprende. Fundación universitaria Navarra de la ciudad de Neiva (Colombia): Dirección Calle 10 No. 6-41, PBX: 8740089. Correo electrónico institucional a.gutierrez@uninavarra.edu.co, Celular 3213734464.

<sup>2</sup> Administrador de Empresas, Universidad Surcolombiana. Magíster en Gerencia Integral de Proyectos, Universidad Surcolombiana. Correo enasocio@gmail.com.co

nuevas empresas fracasan en los primeros cinco años, con una tasa de cierre del 20% al 30% de estas, tan solo en el primer año; y hasta un 60% en cinco años de operación (Confecámaras, 2017).

De acuerdo con los datos presentados por Global Entrepreneurship (2018), el abandono empresarial está asociado a la baja rentabilidad del negocio. Este factor generalmente se relaciona con dificultades del emprendedor al identificar nichos de mercados y al diseñar e implementar estrategias de crecimiento adecuadas. Es por esto, que utilizar herramientas de predicción de riesgos ayudaría en el proceso. Sin embargo, se requieren competencias teóricas y habilidades técnicas para optimizar los resultados de este tipo de aplicativos, por ello se de buscar el desarrollo de un modelo ajustado a las necesidades de las MiPyMEs y al entorno económico.

Este artículo presenta el desarrollo de un modelo de simulación que permita medir la reserva de contingencia y de gestión de acuerdo al nivel de riesgo aceptado por pequeños inversionistas.

## Marco Referencial

Es claro que para conocer cual es la inversión que requiere un proyecto, se deben considerar todos los recursos que se asignarán al mismo, realizando un correcto análisis de los costos, tanto en los CAPEX (por su terminología en inglés – CAPital EXpenditure), los cuales representan el presupuesto del proyecto, lo que debe desembolsar la empresa para tener el proyecto acabado y funcionando (Inversión Inicial); como en los OPEX (OPerational EXpenditures), que son los costos periódicos (normalmente anuales) de mantenimiento del nuevo producto o servicio que se obtiene como resultado del nuevo proyecto (Raya, 2013).

En el CAPEX, se deben considerar las inversiones que se refieren a cualquier instrumento en el que se pueda colocar unos fondos, con la esperanza de que generen rentas positivas (Guitman & Joehnk, 2005). Existen diferentes tipos de inversiones:

- **Inversiones fijas:** son aquellas que se realizan en bienes tangibles y se utilizan para garantizar la operación del proyecto, no como objeto de comercialización por parte de la empresa. Se adquieren para utilizarse durante su vida útil (Miranda, 2005).
- **Inversiones diferidas:** aluden a aquellas que se realizan sobre la compra de servicios o derechos que son necesarios para la puesta en marcha del proyecto, tales como los estudios técnicos, económicos y jurídicos, entre otros (Miranda, 2005). En el esquema tradicional las inversiones diferidas, se incluyen una serie de gastos realizados por adelantado, que son intangibles y no se identifican plenamente con las operaciones de las empresas (Mungaray & Ramírez, 2004).

Otro factor que debe ser abordado, es el de capital de trabajo, también conocido como “capital de rotación” o “capital de giro”, este constituye el capital necesario para garantizar el normal funcionamiento del proyecto. El capital de giro se calcula con base en las necesidades de efectivo a corto plazo, los requerimientos de dinero cuando se tiene cartera y las necesidades de materia prima, de productos en proceso y de productos terminados (Méndez, 2016).

Finalmente se tienen que considerar las reservas que, de acuerdo a Project Management Institute PMI (2017), consisten en la duración estimada dentro de la línea base del cronograma que se asigna por los riesgos identificados y aceptados por la organización; las reservas para contingencias se asocian a los riesgos “conocidos”, que se pueden estimar. Por su parte la reserva de gestión, son cantidades específicas del presupuesto del proyecto que se retienen por razones de control de gestión y que se inmovilizan para cubrir trabajo no previsto dentro del alcance del proyecto. El objetivo de las reservas de gestión es contemplar las variables “desconocidas” que pueden afectar a un proyecto (Project Management Institute, 2017)

## **Metodología**

El desarrollo del presente trabajo siguió un proceso sistemático y detallado mediante el cual, se logró estructurar un modelo ajustado para las MiPyMEs, permitiendo simular escenarios de riesgo en el momento de la inversión.

En primera instancia, se partió de una revisión de diferentes metodologías de análisis de riesgo y de evaluación financiera para proyectos, asimismo, se determinaron las variables a considerar en el modelo, para lograrlo, se tomaron en cuenta tanto la evaluación de punto único, situaciones y escenarios como los análisis tipo Montecarlo. Las validaciones de los tipos de variables se realizaron con el complemento de análisis de datos de Microsoft Excel y se completó la revisión con el software Risk Simulator.

En segundo lugar, se analizaron los métodos y herramientas existentes en el mercado, con la intención de corroborar variables y métodos seleccionados, con esta base, se procedió al desarrollo del modelo que, después de encontrarse en su versión previa, fue sometido a pruebas mediante un caso aplicado, como evidencia de los ejercicios se realizó registros mediante casos de uso, que permitieron afinar y corregir posibles desviaciones del modelo y analizar los impactos de las variables económicas, financieras, laborales y fiscales que afectan la estructura financiera en los proyectos de inversión en Colombia.

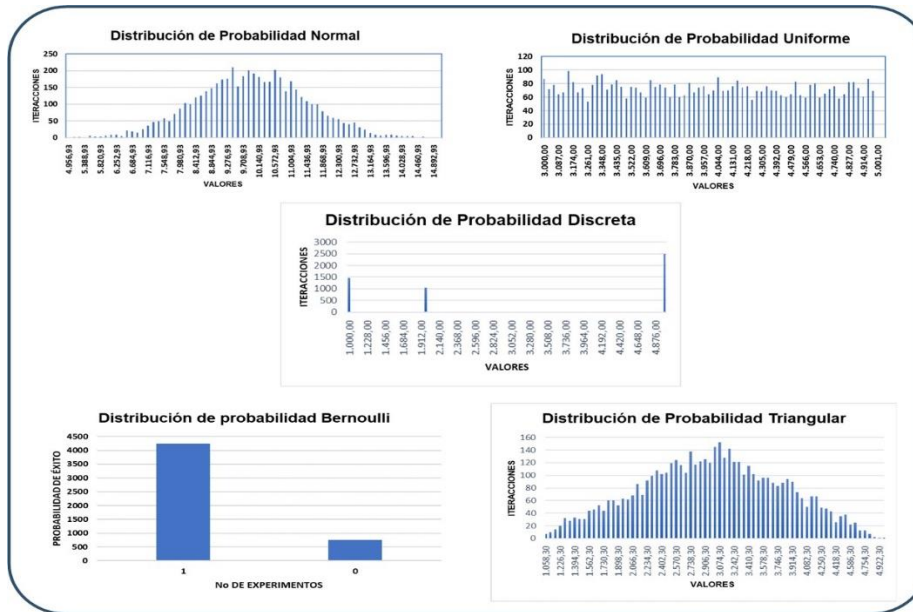
## **Resultados**

Para iniciar este apartado, se presenta el proceso para la construcción del presupuesto de inversión del proyecto y, posteriormente proceder a calcular las reservas de contingencia y gestión.

El presupuesto de inversión CAPEX requiere ajustar las variables de entrada en cuanto a su distribución de probabilidad y analizar las desviaciones de acuerdo con el nivel de riesgo aceptado por el interesado, en la puesta en marcha del proyecto. Se inicia con un modelo de presupuesto desarrollado en una hoja de cálculo, las variables de entrada se ajustan de acuerdo con la distribución que determinó el formulador del proyecto en el estudio preliminar. Las

distribuciones de probabilidad más utilizadas en la evaluación de riesgos y que sirven de base en el modelo propuesto son las siguientes (figura 1):

**Figura 1.** Gráfica de Iteraciones



**Nota:** Elaboración de los autores

**Distribución de Probabilidad Normal.**

Se le suele denominar: “Gaussiana, Laplaciano,” “Distribución de Laplace-Gauss” o de “Gauss-Laplace” o bien la segunda “ley de Laplace”. Con frecuencia se utiliza en modelos de retornos de portafolio de inversiones, para trabajar datos como peso y altura entre otros.

**Distribución de probabilidad triangular.**

La distribución triangular se utiliza normalmente como una descripción subjetiva de una población, a lo que solo hay datos de la muestra limitada y sobre todo en los casos en los que los datos son escasos (posiblemente debido al costo de la investigación). Se basa en el conocimiento de la cantidad mínima y máxima y una “conjetura inspirada” sobre el valor modal. Los valores se sitúan alrededor del valor más probable.

**Distribución de probabilidad uniforme.**

La distribución Uniforme es el más simple, todos los valores tienen la misma probabilidad de producirse. Es la mejor distribución cuando faltan datos, es una distribución continua que describe una variable aleatoria en la que todos los valores tienen la misma probabilidad dentro de un límite máximo y uno mínimo. Su frecuencia acumulada se presenta como una línea recta.

### **Distribución de probabilidad Bernoulli.**

En la teoría de probabilidad y estadística, la distribución de Bernoulli (o distribución dicotómica), nombrada así por el matemático suizo Jacob Bernoulli, es una distribución de probabilidad discreta, que toma valor uno (1) para la probabilidad de éxito y valor cero (0) para la probabilidad de fracaso.

### **Distribución de probabilidad discreta.**

Se caracteriza por un valor y el rango de probabilidad asociado, la suma de las probabilidades deberá ser 1. La función de densidad de probabilidad se denotará por medio de  $p(x)$ , donde  $F(x)$  es la función de distribución acumulativa.

La estimación de los beneficios o costos generados por un evento riesgoso se obtienen de multiplicar probabilidad por impacto, en este caso, el impacto estaría dado por las iteraciones de las diferentes variables designadas por el investigador asociadas a los diferentes tipos de distribución (normal, triangular, uniforme, discreta) y la probabilidad de ocurrencia se da de acuerdo al número de iteraciones que se generen tomando como base la distribución Bernoulli.

### **Informes del modelo.**

Partiendo del producto generado por las variables y su probabilidad de ocurrencia, se genera una matriz que contiene la sumatoria de los productos, la cual es la base para calcular la tabla de frecuencias ya que, del número de clases depende el número de variables generadas, y la longitud de cada clase depende del rango (el valor máximo y el valor mínimo de la matriz):

$$\text{Clases} = \sqrt{\text{Número de variables}}$$
$$\text{longitud de clases} = \frac{(\text{Máximo} - \text{Mínimo})}{\text{Clases}}$$

Una vez completa la tabla de frecuencias se puede graficar las iteraciones por cada clase. Ejemplo, figura 2 y figura 3. Igualmente se puede calcular el valor presupuestado de acuerdo con cada percentil utilizando la función:

$$\text{INV.NORM.ESTAND}(\text{percentil}) * \text{Desviación estándar} + \text{Valor medio}$$

Estos resultados son fundamentales para tomar decisiones en cuanto al monto estimado de contingencia y gestión, ya que normalmente en el presupuesto de inversión se asigna un (+ 10%), sin considerar las implicaciones de la probabilidad de ocurrencia de cada evento y en forma general, ver tabla 4.

**Aplicando el modelo a un caso aplicado.**

Se empleó el ejercicio publicado en la página trabajo.com.mx, ya que es de fácil uso y consulta, lo que posibilita verificar la información utilizada. En la página se encuentra publicado el artículo “Inversión y equipo para abrir un gimnasio” (trabajo.com, s.f.), en donde se presentan una serie de recomendaciones y se listan los elementos a considerar para poder ejecutar esa idea de negocio. Al ejercicio propuesto, se le ajustaron los valores para el presupuesto de inversión. De acuerdo con los parámetros de cada variable se clasificaron en relación con su distribución de probabilidad, se calcularon los respectivos valores medios y se asignó una probabilidad de ocurrencia (para el caso descrito se tomó un 85%) ver Tabla 1.

**Tabla 1.** Inversiones Ajustadas al Modelo.

Inversión	Tipo de Variable	Valor Medio	No Periodos	Valor Inversión
Arriendo	Uniforme	$2.150.000 = (1800.000 + 2.500.000)/2$	2	4.300.000
Adecuaciones	Triangular	$32666667=(25000000+33000000+40000000)/3$	1	32.666.667
Maquinaria y equipo	Normal	186.878.000	1	186.878.000
Muebles	Normal	19.000.000	1	19.000.000
Equipos	Normal	9.700.000	1	9.700.000
Marketing	Uniforme	$1.500.000=(1.000.000+2000.000)/2$	2	3.000.000
Salarios	Normal	2.189.447	1	2.189.447
Intangibles	Triangular	$20.000.000=(15.000.000+20.000.000+25.000.000)/3$	1	20.000.000
Gastos	Uniforme	$2.500.000=(2.000.000+3.000.000)/2$	1	2.500.000
Gastos Legales	Uniforme	$1.750.000=(1.500.000+2.000.000)/2$	1	1.750.000

**Nota:** Elaboración de los autores

Con los valores establecidos, se generaron 1.000 simulaciones de acuerdo con el tipo de variable y se calcularon los valores más representativos del intervalo de decisión, como lo muestra la tabla 2. Con estos valores y tablas de simulaciones generadas, se construye la tabla de frecuencia, ver tabla 3.

**Tabla 2.** Valores Representativos del Intervalo de Decisión

Valores	Intervalos de decisión
12.896.118,98	Desviación Estándar
281.154.383,20	Promedio
328.413.853,37	Máximo
236.226.970,43	Mínimo

92.186.882,94	Rango
1.000,00	Datos
32,00	Clases
2.880.841,00	Longitud de Clases

**Nota:** Elaboración de los autores

**Tabla 3.** Tabla de Frecuencias.

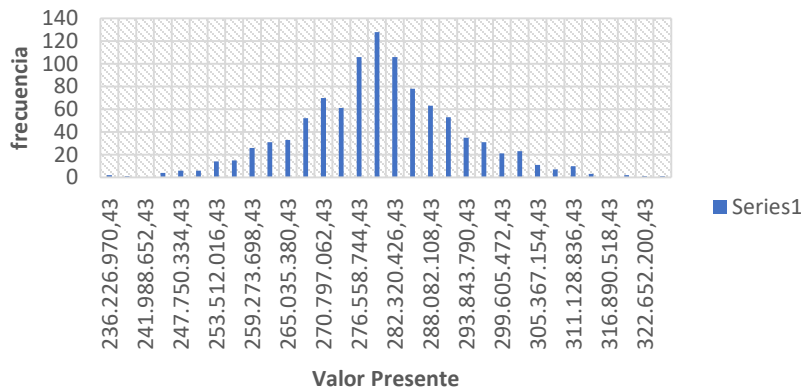
Clase	Intervalo	Intervalo	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
1	236.226.970,43	239.107.811,43	2	0%	0%
2	239.107.811,43	241.988.652,43	1,00	0%	0%
3	241.988.652,43	244.869.493,43	-	0%	0%
4	244.869.493,43	247.750.334,43	4,00	0%	1%
5	247.750.334,43	250.631.175,43	6,00	1%	1%
6	250.631.175,43	253.512.016,43	6,00	1%	2%
7	253.512.016,43	256.392.857,43	14,00	1%	3%
8	256.392.857,43	259.273.698,43	15,00	2%	5%
9	259.273.698,43	262.154.539,43	26,00	3%	7%
10	262.154.539,43	265.035.380,43	31,00	3%	11%
11	265.035.380,43	267.916.221,43	33,00	3%	14%
12	267.916.221,43	270.797.062,43	52,00	5%	19%
13	270.797.062,43	273.677.903,43	70,00	7%	26%
14	273.677.903,43	276.558.744,43	61,00	6%	32%
15	276.558.744,43	279.439.585,43	106,00	11%	43%
16	279.439.585,43	282.320.426,43	128,00	13%	56%
17	282.320.426,43	285.201.267,43	106,00	11%	66%
18	285.201.267,43	288.082.108,43	78,00	8%	74%
19	288.082.108,43	290.962.949,43	63,00	6%	80%
20	290.962.949,43	293.843.790,43	53,00	5%	86%
21	293.843.790,43	296.724.631,43	35,00	4%	89%
22	296.724.631,43	299.605.472,43	31,00	3%	92%
23	299.605.472,43	302.486.313,43	21,00	2%	94%
24	302.486.313,43	305.367.154,43	23,00	2%	97%
25	305.367.154,43	308.247.995,43	11,00	1%	98%
26	308.247.995,43	311.128.836,43	7,00	1%	98%
27	311.128.836,43	314.009.677,43	10,00	1%	99%
28	314.009.677,43	316.890.518,43	3,00	0%	100%
29	316.890.518,43	319.771.359,43	-	0%	100%
30	319.771.359,43	322.652.200,43	2,00	0%	100%
31	322.652.200,43	325.533.041,43	1,00	0%	100%
32	325.533.041,43	328.413.882,43	1,00	0%	100%

**Nota:** Elaboración de los autores

Teniendo la tabla de frecuencias se realizó la gráfica de iteraciones calculando el presupuesto de inversión de acuerdo al método Montecarlo (ver figura 2), y se graficó las frecuencias acumuladas (ver figura 3). Aquí se observa que el presupuesto de inversión puede estar en un rango inicial de \$236.226.970 a un monto máximo de \$322.652.200, siendo más probable un valor aproximado de \$281.000.000.

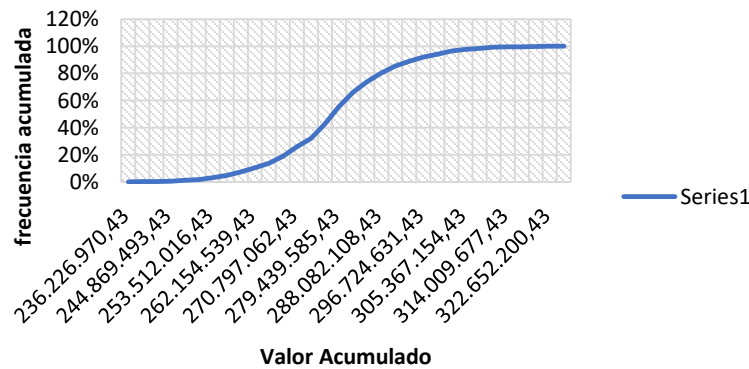
**Figura 2.** Diagrama de Frecuencias. De los Autores (2020).

- Gráficas Montecarlo de inversión.



**Nota:** Elaboración de los autores

**Figura 31.** Diagrama de Frecuencias Acumulas. Los Autores (2020)



**Nota:** Elaboración de los autores



Hallados los valores anteriores, es necesario contar con el valor de la inversión representado en percentiles, tal como se puede observar en la tabla 4. De acuerdo a este, el inversionista puede definir la reserva de contingencia de una manera técnica, de acuerdo al nivel de riesgo aceptado (percentiles) y así establecer la reserva de gestión de acuerdo al análisis de reserva del proyecto.

**Tabla 4. Valor de la Inversión en Percentiles.**

Percentiles	Tiempo
5%	259.942.155,12
10%	264.627.341,73
15%	267.788.414,90
20%	270.300.735,64
25%	272.456.083,13
30%	274.391.651,80
35%	276.185.244,62
40%	277.887.188,82
45%	279.533.839,52
50%	281.154.383,20
55%	282.774.926,88
60%	284.421.577,59
65%	286.123.521,78
70%	287.917.114,61
75%	289.852.683,27
80%	292.008.030,77
85%	294.520.351,51
90%	297.681.424,67
95%	302.366.611,28

**Nota:** Elaboración de los autores

## Discusión y Conclusiones

En el estudio preliminar se cuantificó el valor de la inversión en \$281.984.113,67. Al aplicar el modelo dinámico de presupuesto de inversión, se obtuvo un valor en el percentil 50 de \$ 281.154.383,20 considerando que algunos inversionistas calculan la reserva de contingencia sobre este valor, es posible que el negocio se encuentre frente a una disminución de \$829.730,46 que representa un 0,29% del valor del presupuesto de inversión (Valor determinístico).

Al considerar un percentil (85) Valor \$294.520.351,51 y asignando los valores a la reserva de contingencia (depende del tipo de inversionista) se presenta una diferencia \$12.536.237,84 que representa 4,45% del valor del presupuesto de inversión.

De acuerdo con la dinámica empresarial de Colombia, donde las MiPyMEs constituyen la estructura económica del país con una alta tasa de mortalidad, se logró evidenciar que la gestión del riesgo financiero es un factor que determina la supervivencia de las unidades productivas. Es por esto, que evaluar los diferentes escenarios financieros que enfrenta una empresa, antes y durante su actividad, es vital para lograr un factor diferenciador en el mercado y la competencia. Por tanto, el modelo propuesto surge como el mecanismo que guía a la empresa dentro de la incertidumbre económica y financiera al iniciar un nuevo proyecto en los mercados altamente competitivos

Metodológicamente, el capital de trabajo siempre se presenta en el estado de situación financiera inicial en el rubro de caja o efectivo y equivalente. Se propone en el modelo, registrar adicionalmente la reserva de contingencia y/o gestión de acuerdo con el nivel de riesgo aceptado por el inversionista.

### **Bibliografía**

Asobancaria. (2017). La educación financiera como motor de las MiPyMEs en Colombia.

Semana económica, 10. Obtenido de Asobancaria: <https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2018/02/1094.pdf>

Confecámaras. (2017). Determinantes de la supervivencia empresarial en Colombia. Obtenido de Bogotá, Red de Cámaras de Comercio.:

[http://www.confecamaras.org.co/phocadownload/Cuadernos\\_de\\_analisis\\_economico/Cuaderno\\_de\\_Analisis\\_Economico\\_N\\_14.pdf](http://www.confecamaras.org.co/phocadownload/Cuadernos_de_analisis_economico/Cuaderno_de_Analisis_Economico_N_14.pdf)

Global Entrepreneurship. (2018). Estudio de la actividad emprendedora colombiana. *GEM Colombia*.

Guitman, L., & Joehnk, M. (2005). Fundamentos de inversiones. Madrid: Pearson Educación S.A.

Huggins, R., Prokop, D., & Thompson, P. (2017). Entrepreneurship and the determinants of firm survival within regions: human capital, growth motivation and locational conditions. *Entrepreneurship and Regional Development*, 29(3-4), 357-389.

Méndez, R. (2016). Formulación de proyectos. Enfoque para emprendedores. Novena edición. Bogotá: Innovate Publishing.

Miranda, J. (2005). Gestión de proyectos. Identificación - Formulación, Evaluación financiera, económica, social, ambiental. Bogotá: Guadalupe Ltda.

Mungaray, L., & Ramírez, U. (2004). *Lecciones de microeconomía para microempresas*. Ciudad de México: Universidad autónoma de Baja California.

Project Management Institute. (2017). *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK Guides)*, 6a. edición. PMI.

Raya, R. (2013). *Gestión de Proyectos*. Madrid: RA-MA.

Inversión y equipo para abrir un gimnasio (s.f.). Club Planeta:  
[http://www.trabajo.com.mx/inversion\\_y\\_equipo\\_para\\_abrir\\_un\\_gimnasio.htm](http://www.trabajo.com.mx/inversion_y_equipo_para_abrir_un_gimnasio.htm)