

Centro de Enseñanza Técnica y Superior
Con reconocimiento de validez oficial de estudios del Gobierno del Estado de Baja
California según Acuerdo de fecha 10 de octubre de 1983



**Método para la evaluación de inversión en maquinaria de
mejora de procesos en la industria**

Tesis

Para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta:

Chavez Navarro Jaime Octavio

Director:

Ing. Miguel Hernández

Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS Universidad)

Tijuana, Baja California, México a 03 de diciembre de 2019

Método para la evaluación de inversión en maquinaria de mejora de procesos en la industria

Tesis/Proyecto de aplicación que para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería

Presenta:

Chavez Navarro Jaime Octavio

Y aprobada por el siguiente Comité

Dr. Ricardo Martinez Soto
Coordinador del Posgrado de Ingeniería

Nombre del estudiante © año de defensa
Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor
Resumen de la tesis que presenta **Chavez Navarro Jaime Octavio** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ingeniería e Innovación

Método para la evaluación de inversión de capital en la industria

Resumen aprobado por:

Nombre y firma del director

Palabras clave: evaluation economic, variables

Abstract of the thesis presented **by Chavez Navarro Jaime Octavio** as a partial requirement to obtain the Master or Doctor of Science degree in Maestro en Ingeniería e Innovación

Abstract approved by:

Director thesis

Dedicatoria

Quiero dedicar este proyecto a todas las personas que estuvieron conmigo en este capítulo, mi familia, docentes, y personal del Cetys.

Agradecimientos

Quiero agradecer a los maestros de cada una de las materias en el transcurso de la maestría, ya que de cada uno de ellos aprendí algo nuevo, un agradecimiento especial al coordinador del posgrado de ingeniería el Dr. Ricardo Martínez por su apoyo y consejos en esta travesía de casi más de 2 años, y agradecer a la Dr. Amanda Nieto y Dr. Mario Guzman por su colaboración y asesoramiento en la parte final de este capítulo. Y por último a la gran institución del Cetys Universidad, por hacer un gran esfuerzo y aporte a la sociedad.

Gracias

Tabla de contenido

	Página
Resumen español	7
Resumen inglés	7
Capítulo 1.	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Definición del problema.....	3
Capítulo 2.	
2.1 Metodología.....	9
2.2 Desarrollo.....	9
Capítulo 3.	
3.1 Resultados.	12
Capítulo 4.	
4.1 Conclusiones.....	16
Lista de referencias bibliográficas	24

Capítulo 1.

Antecedentes

El sector industrial es pieza fundamental en el desarrollo económico de nuestro país, así lo demuestra con las últimas cifras reveladas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía al tercer trimestre del 2018, la industria manufacturera en su conjunto representó 16% del Producto Interno Bruto (Araujo Nagore, 2018). Este porcentaje es un número significativo para la economía mexicana, por lo tanto, es de suma importancia la inversión en tecnología de vanguardia para optimizar los procesos industriales y por lo tanto ser más eficiente y elevar la productividad de las empresas. La presión para reducir los precios crece continuamente mientras aumentan las exigencias en las normas de calidad. Bajo estas condiciones, el único sistema para hacer frente a la competencia industrial es el desarrollo de productos y procesos innovadores. Actualmente, las empresas más competitivas son las que tienen mayor capacidad de innovación. (Sancho,2007)

La importancia de las PYMES en México

Estas empresas son consideradas como el principal motor de la economía. Y es que, en muchos casos, las PyMEs son las empresas que más empleo dan. Y es muy sencillo entender el porqué, ellas contribuyen de manera importante a la generación de empleos. Son la columna vertebral de la economía mexicana. Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) generan 72% del empleo y 52% del Producto Interno Bruto (PIB) del país. En México hay más de 4.1 millones de microempresas que aportan 41.8% del empleo total. Las pequeñas suman 174,800 y representan 15.3% de empleabilidad; por su parte, las medianas llegan a 34,960 y generan 15.9% del empleo. Las PyMEs se concentran en actividades como el comercio, los servicios y la industria, al igual que en trabajos independientes (Condusef,2019).

En consecuencia, es importante que los tomadores de decisiones dentro de la industria PYMEs tomen decisiones correctas a la hora de elegir inversiones de capital en maquinaria de producción basándose en métodos y modelos correctos de evaluación de inversión, teniendo en cuenta las variables críticas de costo que la inversión pueda

generar para obtener resultados más certeros y realistas que si generan ganancias. La creación de nuevos productos o procedimientos para asegurar la supervivencia de la empresa se ve estimulada no sólo por la competencia entre las mismas, son también por la aparición de mercados en decadencia (caída de las ventas). Por otra parte, la compra y adquisición de tecnología externa, incorporada en equipos maquinaria, facilita la



Ilustración 1 Tabla del PIB, tendencia del creciente económico en México

innovación basada directamente en dicha tecnología externa adquirida e influye positivamente en la competitividad industrial, pero hace disminuir el desarrollo de la propia innovación interna. Las inversiones son necesarias en este mundo cambiante y dinámico debido a que los activos que las empresas poseen van deteriorándose por el uso cotidiano y

normal de las operaciones efectuadas por los mismos; los gustos de los consumidores cambian de generación en generación, etc. afectan el desarrollo de todas las actividades empresariales.

Proyecto de inversión

Una inversión es la colocación de capital para obtener una ganancia futura. Al invertir, se resigna un beneficio inmediato por uno improbable. Un proyecto de inversión, por lo tanto, es una propuesta de acción que, a partir de la utilización de los recursos disponibles, considera probable obtener ganancias. Estos beneficios, además de no ser seguros, pueden ser calculados a corto, mediano o largo plazo. Todo proyecto de inversión incluye la recolección y la evaluación de los factores que influyen de manera directa e indirecta.

El proyecto de inversión es un plan en el cual se asigna un determinado monto de capital y proporcionan insumos de varios tipos, el cual puede producir un bien o un servicio útil a la sociedad (Baca, 2013). En la industria existe una gran variedad de inversión, ya sea en maquinaria, tecnología, bienes raíces entre otras/por mencionar algunos casos, por esto es de importante que los encargados de evaluar y tomar decisiones cuenten con la mayor información posible y utilicen métodos correctos de evaluación para tomar la mejor opción posible.

Ingeniería económica en la industria manufacturera

La necesidad de la ingeniería económica es motivada principalmente por el trabajo realizados por los ingenieros al analizar, sintetizar y obtener conclusiones en proyectos de cualquier envergadura. En otras palabras, la ingeniería económica es un punto medular en la toma de decisiones (Blank, 2006). La ingeniería económica se puede aplicar en el proceso de toma de decisiones en proyectos de inversión en la industria manufacturera, al utilizar el método económico para la evaluación de alternativas de inversión y tomando en cuenta variables de costos en los proyectos de inversión podemos obtener un mejor resultado para tomar la opción que genere más ganancias. **El Valor Presente Neto (VPN o VAN)** permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: Maximizar la inversión (Blank, 2006).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Las decisiones que toman ingenieros, gerentes, presidentes de corporaciones e individuos, por lo general son el resultado de elegir una alternativa sobre otra. A menudo las decisiones reflejan la elección fundamentada de una persona sobre cómo invertir mejor fondos, también llamados capital.

Con frecuencia tanto el monto del capital como el efectivo disponible de una persona se encuentran limitados. La decisión sobre cómo invertir capital indudablemente cambiará el futuro, con esperanza de mejorar; es decir, que se le agrega valor. Los ingenieros desempeñan un papel esencial en las decisiones que tienen que ver con la inversión de capital, basadas en sus esfuerzos de análisis, síntesis y diseño. Los factores que se toman en cuenta en la toma de decisiones constituyen una combinación tanto de factores económicos como no económicos (Baca,2013)

LA TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR)

Antes de invertir, una persona siempre tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

$TMAR = \text{Índice inflacionario} + \text{Premio al riesgo}$

Cuando un inversionista arriesga su dinero, para él no es atrayente mantener el poder adquisitivo de su inversión, sino más bien que ésta tenga un crecimiento real; es decir, le interesa un rendimiento que haga crecer su dinero más allá de haber compensado los efectos de la inflación.

La tasa de inflación es el aumento anual porcentual del nivel general de precios, normalmente medido a través del índice de precios al consumo (IPC) u otro índice similar. Para este caso práctico, calculamos el TMAR obteniendo el valor actual de la inflación Inflación media por 2019 de México: 3,88 % según el Banco de Mexico + tase premio, que en este caso se toma 11.12% en base al criterio de ganancia de la empresa.

Variables de costos en proyectos de inversión de maquinaria

El proceso de costeo es una actividad de ingeniería, en la cual deben considerarse todos los costos tanto directos como indirectos para poder tener un resultado más certero, ya que dejando afuera una variable de costo estaremos tomando decisiones que parecen buenas pero que en la realidad no tienen resultado positivo. En economía, se llama coste directo o fundamental, al conjunto de las erogaciones en las cuales incurre cualquier empresa, sin importar el giro, estando directamente relacionados a la obtención del producto o servicio en torno al cual gira el desempeño de la empresa (Baca, 2013). Coste indirecto es aquel costo que afecta al proceso productivo en general de uno o más productos, por lo que no se puede asignar directamente a un solo producto sin usar algún criterio de asignación. Por ejemplo, alquiler de una nave industrial o salario de personal administrativo. Es decir, no lo podemos asignar únicamente, a una unidad de referencia concreta. Sino a criterios más generales, que dependen en cierta manera del tipo de producción. Como el gasto de electricidad, agua, almacenamiento, climatización, etc. de un proceso de producción.

Antes de tomar una decisión de inversión en equipo de producción, como puede ser una maquinaria nueva hay que revisar toda posible variable de costo oculta para obtener resultados certeros, por ejemplo, una variable indirecta y oculta puede ser el costo de las partes de reemplazo que pueda requerir la maquinaria nueva en el transcurso de su vida útil, está variables debe ser costeada y agregarla al método de evaluación.

A continuación, se mostrará, un listado de costos comunes, ver Tabla 1.

Tabla 1 Costos comunes

1. COSTOS VARIABLES (directos):
1.1. Materia prima.
1.2. Mano de obra directa.
1.3. Supervisión.
1.4. Mantenimiento.
1.5. Servicios.
1.6. Suministros.
1.7. Regalías y patentes.
1.8. Envases.
2. COSTOS FIJOS
2.1. Costos Indirectos
2.2 Costos de inversión:
2.3. Depreciación.
2.4. Impuestos.
2.5. Seguros.
2.6. Financiación.
2.7. Otros gravámenes.
2.8. Gastos generales:
2.9. Investigación y desarrollo.
2.10. Relaciones públicas.
2.11. Contaduría y auditoría.
2.12. Asesoramiento legal y patentes.
2.13. Costos de Dirección y Administración
2.14. Costos de Ventas y Distribución

La toma de decisiones en la empresa

La toma de decisiones es quizás el proceso más importante dentro de la organización, así lo entendió el Nobel de Economía Herbert Simon, quien es considerado el autor más reconocido en el área. En las organizaciones las decisiones son tomadas todo el tiempo, desde las más simples hasta las más complejas, de forma individual o en grupo, de forma objetiva o subjetiva (Nagore, 2009)

El proceso de toma de decisiones ha sido una de las grandes preocupaciones en la administración de organizaciones como disciplina, y del administrador de empresas en su desempeño profesional. Han aparecido cuestionamientos como: ¿se debe o no buscar la participación de los miembros de la organización en los procesos de toma de decisiones?, o ¿qué tan objetivo se puede y debe ser el proceso de toma de decisiones?; otras más profundas como ¿hay mejores decisiones que otras?, ¿Existen procesos de retroalimentación en la toma de decisiones? Como posibles respuestas en la administración han surgido, entonces, diferentes modelos para la toma de decisiones, algunos descriptivos, otros indican el deber ser; modelos con énfasis en lo cuantitativo y otros con fundamento en lo cualitativo.

Las decisiones tienen diferentes niveles de certeza e incertidumbre, y de esto depende la seguridad del decisor en la toma de las decisiones y el volumen o la calidad de información que posee en el momento de decidir, tienen un efecto fundamental en el resultado obtenido después de actuar, cuando existe mayor nivel de incertidumbre, y la decisión involucra recursos importantes de la organización, estas decisiones deberían ser tomadas por los altos cargos de la organización quienes tienen mayor nivel de responsabilidad dentro de la misma, las decisiones con mayores niveles de certeza y que afectan menos recursos pueden ser tomadas directamente por el agente que interviene en el proceso que necesita la decisión. Es difícil en algunos casos tener claro cuál es el nivel de certeza e incertidumbre y depende mucho del conocimiento que se tenga del tema relacionado con la decisión y del entorno de la decisión.

Definición del problema

Las organizaciones están en constante mejora de sus procesos, ya sea en términos de calidad o eficiencia, para ello requiere realizar inversiones, estas inversiones deben generar ciertos niveles de rentabilidad; es aquí donde los métodos de evaluaciones de inversión se convierten en el medio para la adecuada gestión de inversiones. (Andia, 2010)

En este caso de práctico, la empresa TARIMEX quiere invertir capital en una maquinaria X de producción, esta máquina es un modelo automatizado que reduce el costo de mano de obra, teniendo una mayor productividad. Se propone realizar un estudio de factibilidad económica utilizando el método propuesto para determinar si es conveniente invertir en la maquinaria X.

Justificación

Partiendo del supuesto del cual las organizaciones deben invertir en sus procesos de manufactura para competir y estar a la vanguardia en sus productos y/o servicios, es necesarios que la selección de proyectos de inversión de mejora sea lo más certero posible.

La creación de nuevos productos o procedimientos para asegurar la supervivencia de la empresa se ve estimulada no sólo por la competencia entre las mismas, son también por la aparición de mercados en decadencia (caída de las ventas). Por otra parte, la compra y adquisición de tecnología externa, incorporada en equipos maquinaria, facilita la innovación basada directamente en dicha tecnología externa adquirida e influye positivamente en la competitividad industrial, y por consiguiente obtener mejores resultados que la competencia (Sancho,2007).

La mayoría de las empresa así como el tomador de decisiones requieren de un método y enfoque que arroje resultados realistas, tomando en cuenta variables que muchas veces no se toman en cuenta en la mayoría de las empresa manufactures a la hora de hacer inversiones de adquisiciones de activos, en especial de maquinaria de producción, en proyectos a nivel operativo táctico. En este proyecto definiremos los factores críticos para una buena selección de inversión, aplicando el método de la ingeniería económica mezclándolo con variables de la ingeniería industrial, de esta manera tendremos un resultado donde involucre las variables claves.

Pregunta de investigación

¿Es económicamente factible ($VPN > 0$) la inversión de capital en maquinaria X utilizando el método VPN con un TMAR de 15%?

Hipótesis

Hipótesis nula;

El valor del VPN obtenido utilizando el método de evaluación económica al invertir en la maquinaria X es mayor a 0, con un TMAR de 15%

Hipótesis alternativa;

El valor del VPN obtenido utilizando el método de evaluación económica al invertir en la maquinaria X es menor a 0, con un TMAR de 15%

Objetivo

Determinar si la inversión es económicamente factible obteniendo un VPN mayor a 0, con un TMAR de a 15% utilizando el método propuesto de evaluación al invertir capital en maquinaria X, para obtener ganancias futuras.

Capítulo 2.

Metodología

La metodología utilizada en este proyecto es un método de ingeniería económica tropicalizado para aplicarlo en la toma de decisiones de inversión en la manufactura, hablando en específico de la compra de un activo (maquinaria X) con los objetivos de obtener mejores resultados y por ende tomar mejores decisiones que nos hagan ganar más dinero. Combinando enfoques y variables de la ingeniería económica, así como de la ingeniería industrial, involucrando variables de la ingeniería económica mezclándola con variables críticas de la ingeniería industrial, esto con la intención de tener dos enfoques y ayude a obtener un resultado más certero. Tomando el método VPN, y TMAR, para nuestro proyecto, combinando con variables de la ingeniería industrial para tomar una decisión más certera.

El Valor Presente Neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. El Valor Presente Neto permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las empresas. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

Es importante tener en cuenta que el valor del Valor Presente Neto depende de las siguientes variables:

- La inversión inicial previa,
- Las inversiones durante la operación,
- Los flujos netos de efectivo,
- TMAR y
- El número de periodos.

El valor presente simplemente (VPN) significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente. En términos formales de evaluación económica, cuando se trasladan cantidades del presente al futuro se dice que se utiliza una tasa de interés, pero cuando se trasladan cantidades del futuro al presente, como en el cálculo del VPN, se dice que se utiliza una tasa de descuento; por ello, a los flujos de efectivo ya trasladados al presente se les llama flujos descontados.

El primer paso es pronosticar la demanda esperada del año 2019, utilizando el método de promedio simple al conocer el historial de ventas del año 2018 puede calcularse.

Realizar un estudio de productividad y eficiencia de la máquina X,

El paso siguiente es determinar los flujos de efectivo proyectados con respecto al pronóstico de la demanda del año en curso calculados anteriormente y la productividad de la máquina X de un año

Calcular los costos de inversión y costos futuros de la inversión inicial proyectada a un año (junio 2020).

Determinar TMAR deseado para esta inversión, considerar inflación.

Antes de tomar cualquier decisión, todo inversionista, ya sea persona física, empresa, gobierno, o cualquier otro, tiene el objetivo de obtener un beneficio por el desembolso que va a realizar. En esta parte es donde introducimos TMAR que básicamente es rendimiento esperado de la inversión.

Por lo tanto, se ha partido del hecho de que todo inversionista deberá tener una tasa de referencia sobre la cual basarse para hacer sus inversiones.

La tasa de referencia es la base de la comparación y el cálculo en las evaluaciones económicas que haga. Si no se obtiene cuando menos esa tasa de rendimiento, se rechazará la inversión.

Realizar método VPN involucrando todos los datos anteriores,

Analizar e interpretar resultados para determinar
si la inversión es económicamente factible.

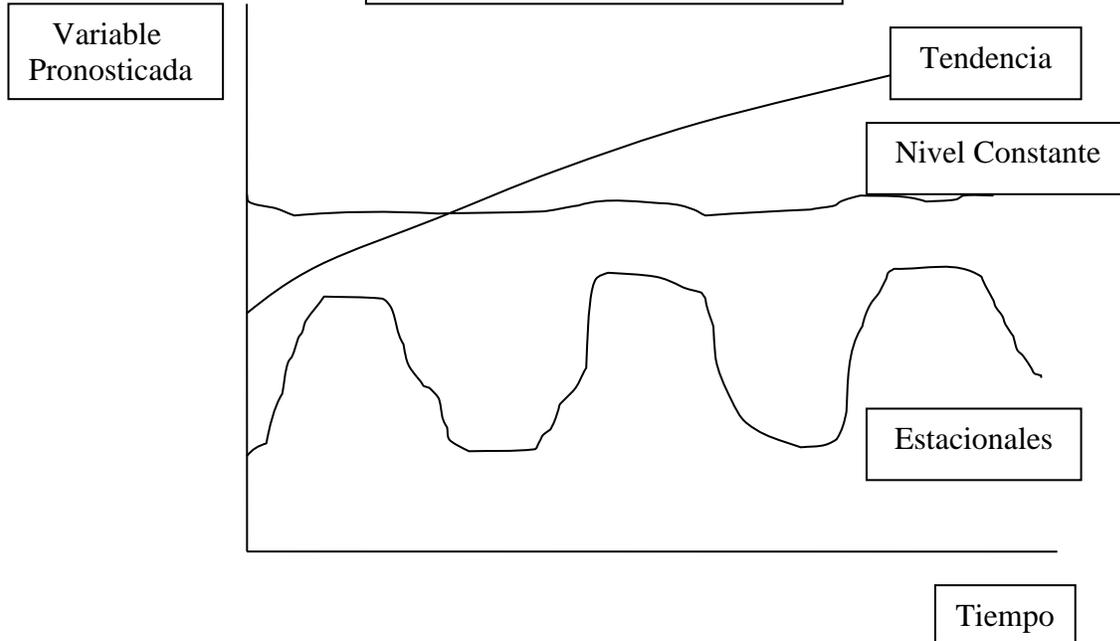
Presentar resultados y concluir el mismo para la toma de decisión.

Modelos de series de tiempo

Los modelos de series de tiempo representan la variable que se va a pronosticar respecto al tiempo y basados en estos datos, tratan de predecir lo que sucederá en el futuro (Box y Jenkins, 1977).

De acuerdo a la clasificación presentada, los 3 modelos más usuales de series de tiempo son los de nivel constante, los estacionales y los de tendencia, de los cuales se muestra una representación gráfica típica en la figura XIII.2, en la que puede verse que con sus variaciones aleatorias normales, los de nivel constante mantienen aproximadamente un mismo valor de la variable pronosticada; por su parte los estacionales muestran fluctuaciones en el tiempo bajo un mismo patrón de cambios, es decir que hay aumentos y disminuciones de la variable pronosticada, que se repiten a lo largo del tiempo en forma cíclica, un ejemplo típico de estos modelos es la venta de bebidas, ya sea agua o refrescos embotellados, la cual aumenta en los meses de altas temperaturas y disminuye en los meses fríos; finalmente los modelos de tendencia muestran un cambio en la variable pronosticada, ya sea para aumentar como en el caso de la figura XIII.2, o bien para disminuir. La gran mayoría de los casos de este tipo se manejan bajo la suposición de que el cambio en la variable pronosticada es lineal respecto al tiempo, lo cual es válido en muchas de las ocasiones.

Figura XIII.2 Modelos de Series de Tiempo más comunes



Modelos estacionales

Estos modelos muestran variaciones en la variable pronosticada respecto al tiempo de una manera cíclica, es decir con incrementos y decrementos en determinados lapsos de tiempo, que por lo regular siempre son los mismos, razón por la cual se denominan estacionales. El caso típico que ilustra este tipo de modelos es el de las bebidas gaseosas, las cuales aumentan su volumen de ventas en los meses de altas temperaturas y disminuyen en época de frío. Para pronosticar con estos modelos, lo que se hace es obtener los factores estacionales para cada lapso de tiempo, conocido como estación, el cual se obtiene dividiendo la venta obtenida en cada estación entre la venta total del periodo que se toma para el análisis, el cual es usualmente un año. Una vez que se tienen todos los factores estacionales, se multiplica cada factor por la venta total que se espera para el periodo siguiente, la cual a su vez debió haberse obtenido mediante otro pronóstico. Esto significa que para el caso de las bebidas gaseosas, se podría utilizar un modelo de pronósticos que fuera adecuado para obtener la venta esperada del año siguiente y el modelo actual para estimar los pronósticos de cada estación (las cuales pudieran ser meses para este caso).

Desarrollo

Cuando se dispone de información sobre las ventas en varios periodos anteriores, pueden calcularse factores estacionales promedio, los cuales serán los cocientes obtenidos al dividir la sumatoria de ventas en cada estación para todos los periodos, entre la sumatoria de ventas totales de los mismos periodos.

$$FE_j = \frac{\sum_{k=1}^n V_{jk}}{\sum_{k=1}^n VA_k}$$

Donde:

FE_j = Factor estacional para el mes j

V_{jk} = Venta del mes j en el año k

VA_k = Venta del año k

n = Número de años tomados para el cálculo

Histórico de ventas

Year	Month	QTY
2018	Jan	494
	Feb	429
	Mar	357
	Apr	407
	May	468
	Jun	554
	Jul	543
	Aug	572
	Sep	620
	Oct	718
	Nov	766
	Dec	778
2019	Jan	520
	Feb	536
	Mar	420
	Apr	433
	May	520
	Jun	578
	Jul	603
	Aug	625
	Sep	694
	Oct	753
	Nov	798
	Dec	812



Una vez se grafique el historial de ventas del producto que se desea hacer el cálculo del pronóstico, se puede observar el comportamiento de ventas en los últimos periodos y de esta manera analizar y elegir el mejor modelo de pronóstico que se adapte mejor al comportamiento de ventas histórico para poder calcular un pronóstico más probable. En este caso particular vemos que el historial tiene un comportamiento cíclico, esto quiere decir que se repite el comportamiento de ventas siguiendo un patrón similar durante estos periodos, por ende, siguiendo los criterios definidos para este pronóstico se utilizara el modelo de pronóstico estacional. A continuación, se muestra la tabla realizando el cálculo correspondiente para el pronostico

Month	2018	2019	Factor est	2020
Jan	494	520	0.056	554.911851
Feb	429	536	0.054	528.096584
Mar	357	420	0.043	425.213519
Apr	407	433	0.047	459.690291
May	468	520	0.055	540.683342
Jun	554	578	0.063	619.487392
Jul	543	603	0.064	627.148897
Aug	572	625	0.066	655.058665
Sep	620	694	0.073	719.086955
Oct	718	753	0.082	805.00526
Nov	766	798	0.087	855.899542
Dec	778	812	0.088	870.128051
	8724	9311		
			9869.66	
		587		
		6%		

Después de hacer los cálculos necesarios para el pronóstico de ventas del periodo 2020, graficamos los datos obtenidos por el pronóstico.



Como podemos observar el pronóstico tiene similares tendencias de comportamiento a los periodos pasados, una vez se obtuvieron estos datos se procede a realizar la ecuación del VPN alimentándolo con los datos calculados.

Tabla comparativa de costos típicos de producción actuales y calculados con la implementación de la maquina automatizada.

Actuales sin maquina aumotizada	
Costos directos/pz	
Mano de obra	\$ 58.75
Material	\$ 117.50
Costos indirectos/pz	
Costos administrativos	\$ 29.37
Total production cost	\$ 205.62
Diferencia	\$ 29.38

Calculados con maquina aumotizada	
Costos directos/pz	
Mano de obra	\$ 29.97
Material	\$ 117.50
Costos indirectos/pz	
Costos administrativos	\$ 29.37
Total production cost	\$ 176.84
Diferencia	\$ 58.16

Capítulo3.

Resultados

Después de haberse realizado los cálculos correspondientes a la fórmula del VPN, ingresando las variables previamente calculados, obtenemos lo siguiente

Donde

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Io= La inversión inicial previa,	\$ 150,000.00
Las inversiones durante la operación,	\$ 30,000.00
Ft= Los flujos netos de efectivo,	
k= TMAR	15.00%
n= El número de periodos.	\$ 12.00
Inflación general México 20	3.40%

De la previa ecuación obtenemos que el valor del VPN o VAN es de **\$3,832.45**, por lo tanto, al tomar en cuenta los siguientes criterios de interpretación;

VAN > 0 : El valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.

VAN = 0 : El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.

VAN < 0 : El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

Conclusión:

De los resultados obtenidos se puede confirmar que la inversión de capital en maquinaria X para la mejora de proceso productivo es factible técnica y económicamente hablando, por lo tanto, se cumple la hipótesis nula, la cual requiera un valor de VPN mayor a 0 con un TMAR de 15% para aceptar la inversión, y al obtener un VPN de 3832.45 la hipótesis es aceptada.

Es importante remarcar la importancia de realizar un método correcto para la toma de decisiones dentro de las empresas PYMES, ya que al realizar un estudio se tienen más posibilidades de éxito empresarial, y por ende ser empresas más competitivas en el mercado, teniendo a sí procesos industriales que estén a la vanguardia y sea eficientes, entregando a sí productos que satisfagan la demanda del consumidor,

Lista de referencias bibliográficas

Andia Valencia. (2010).Proyectos de inversión: Un enfoque diferente de análisis.

Obtenido o recuperado el 10 de mayo 2019 de:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81619989004>

Leland Blank, Anthony Tarquin, P. E.,(2006).INGENIERÍAECONÓMICA, Mexico, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S. A. DE C. V.

Andia Valencia. (2010).Proyectos de inversión: Un enfoque diferente de análisis.

Obtenido o recuperado el 10 de mayo 2019 de:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81619989004>

Araujo Nagore, 2018. Sector industrial en el 2018.

<https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Sector-industrial-en-el-2018-20180116-0110.html>

Canós Darós. 2010.Toma de decisiones en la empresa:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16502/TomaDecisiones.pdf> proceso y clasificación

Rosa Sancho, 2007 .REVISTA ESPAÑOLA DE DOCUMENTACIÓN CIENTÍFICA, 2007.

Innovación industrial