

ESTADO DEL ARTE DE LAS TÉCNICAS, HERRAMIENTAS Y MODELOS ANALÍTICOS UTILIZADOS PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS PROYECTOS

ANEXO 1. MATRIZ BIBLIOGRÁFICA

ID	TÍTULO	REVISTA O JOURNAL	AUTOR O AUTORES	AÑO DE PUBLICACIÓN	PAÍS DE INVESTIGACIÓN	PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN	MÉTODO BASE	TÉCNICA UTILIZADA PARA LA SOLUCIÓN PROPUESTA	ENFOQUE UTILIZADO PARA LA EVALUACIÓN	RESUMEN DEL ARTÍCULO O MODELO PRESENTADO	ALCANCE DEL MODELO	LIMITACIONES DEL MODELO	APLICACIÓN DEL MODELO
1	A buffer control method for top-down project control	European Journal of Operational Research	Annelies Martens, Mario Vanhoucke	2017	Bélgica	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado) y ESM (Técnica del cronograma ganado)	Asignación de bufer (límites de tolerancia a las actividades de la ruta crítica).	Simulación de proyectos: Medidas de tendencia central para las distribuciones de probabilidad de las actividades y Test de hipótesis para medir el desempeño de la aplicación del modelo.	En este documento, se introduce un nuevo enfoque de monitoreo de búfer (amortiguadores en la cadena crítica), que establece límites de tolerancia para las métricas de rendimiento del cronograma de Gestión del Valor Ganado / Gestión del valor ganado para cronograma (EVM / ES), mediante la asignación del búfer del proyecto en las diferentes fases del proyecto. El propósito de estos límites de tolerancia es proporcionar al gerente del proyecto información precisa y confiable sobre el resultado esperado del proyecto durante la ejecución del proyecto. Se lleva a cabo un estudio computacional para evaluar el desempeño del enfoque propuesto y comparar su desempeño con los procedimientos tradicionales de monitoreo del consumo de búfer. Además, las métricas de desempeño existentes para los límites de tolerancia se han incluido en un marco de prueba de hipótesis y se han desarrollado nuevas métricas para llenar las brechas detectadas en la medición del desempeño. Los resultados han demostrado que los límites de tolerancia propuestos mejoran el desempeño de la fase de monitoreo, especialmente para proyectos paralelos. En consecuencia, el bajo rendimiento de EVM / ES para proyectos paralelos se ve mitigado por estos límites.	El experimento general mostró que, en términos de capacidades predictivas, los límites basados en EVM son más eficientes que la referencia lineal. Además, los límites basados en EVM son tan fiables como la referencia lineal. Posteriormente, el experimento de sensibilidad mostró que ambos métodos son relativamente insensibles a los cambios en la desviación estándar. Sin embargo, en términos de sensibilidad a los cambios en la media, las capacidades predictivas de los límites basados en EVM son menos sensibles que la referencia lineal. Además, mientras que el experimento computacional demostró que aumentar el tamaño del búfer del proyecto tiene un impacto negativo considerable en el desempeño de la referencia lineal en términos de eficiencia, el impacto en el desempeño de los límites basados en EVM es insignificante. En definitiva, el experimento computacional ha demostrado que la estructura de la red topológica del proyecto tiene un impacto considerable en el desempeño de los límites de tolerancia. Para proyectos en serie, solo se observan diferencias marginales entre los límites lineales y basados en EVM. Para proyectos más paralelos, por el contrario, el método basado en EVM supera claramente los límites lineales en términos de eficiencia y eficiencia de señal.	Para proyectos en serie o proyectos con tamaños de búfer muy pequeños, los límites de tolerancia basados en EVM solo mejoran marginalmente la eficiencia del proceso de monitoreo. Sin embargo, para proyectos que tienen un búfer de proyecto con tamaño mediano a grande, se ha demostrado que los límites basados en EVM son considerablemente más eficientes. Además, los límites basados en EVM son muy eficientes para proyectos paralelos. En consecuencia, el bajo rendimiento de EVM / ES para proyectos paralelos se puede superar implementando estos límites.	El artículo no muestra aplicación práctica del modelo, puesto que se trata de un modelo nuevo. Incluso, para su manipulación numérica en el estudio computacional, los datos fueron manipulados a propósito.
2	A comparative study of Artificial Intelligence methods for project duration forecasting	Expert Systems With Applications	Mathieu Wauters, Mario Vanhoucke	2016	Bélgica	Comparación de métodos	Modelos de IA	Métodos de IA (árbol de decisiones, máquinas de vectores de soporte, Bagging, Random forest, Boosting) y simulaciones de Montecarlo	Simulación de proyectos: se utilizó el MAPE: Mean Absolute Percent Error (Media del Error Absoluto en Porcentaje) para comparar los diferentes pronósticos de los métodos de IA.	Este artículo presenta cinco métodos de inteligencia artificial (IA) para predecir la duración final de un proyecto. Se propone una metodología que involucra simulación de Monte Carlo, análisis de componentes principales y validación cruzada y puede ser aplicada por académicos y profesionales. El rendimiento de los métodos de IA se evalúa por medio de un conjunto de datos grande y topológicamente diverso y se compara con los métodos de gestión del valor devengado / calendario de ingresos (EVM / ES) de mejor rendimiento. Los resultados muestran que los métodos de IA superan a los métodos EVM / ES si los conjuntos de entrenamiento y prueba son al menos similares entre sí. Además, los métodos de IA reportan excelentes resultados de pronósticos tempranos y de etapa intermedia. Un experimento de robustez aumenta gradualmente la discrepancia entre el entrenamiento y los conjuntos de prueba y demuestra las limitaciones de los métodos de IA recientes.	En este documento, se hicieron cuatro contribuciones al cuerpo existente de literatura de control de proyectos. En primer lugar, se comparó el desempeño de pronóstico de 5 métodos diferentes de Inteligencia Artificial con los métodos EVM y ES de mejor desempeño. En segundo lugar, los métodos se integraron en una metodología que constaba de 4 partes. La fase de generación de datos implicó la generación de redes de proyectos topológicamente diversas y la construcción del cronograma de línea base. Este cronograma sirvió como punto de referencia para los datos de progreso, para lo cual se emplearon distribuciones beta generalizadas. Las distribuciones estadísticas introducen variabilidad en el nivel de actividad, que es capturado por los atributos de EVM. Los atributos constituyen las entradas para los diversos métodos de IA. Para restringir la cantidad de información y la carga computacional, los datos se procesan previamente utilizando Componentes Principales. Los conjuntos de entrenamiento y validación sirven para encontrar los parámetros óptimos para cada técnica de IA. Estos se ajustan con una combinación de búsqueda de cuadrícula y procedimiento de validación cruzada. En tercer lugar, examinamos el rendimiento de los métodos de IA cuando coinciden los conjuntos de entrenamiento y prueba. En esta situación, se demostró que todos los métodos de IA superan a los métodos de Valor planificado, Duración ganada, Programación ganada y Elshaer de mejor rendimiento. Tanto la desviación estándar como la media del error porcentual absoluto medio fueron considerablemente más bajas que las de los métodos EVM / ES. Adicionalmente, hubo una diferencia importante en el desempeño para las etapas inicial y media del progreso del proyecto. Los métodos de IA demostraron superar a los métodos actuales de EVM / ES. Esta contribución es de gran importancia ya que las etapas temprana y media se caracterizaban anteriormente por grandes errores de predicción. Investigar la sensibilidad de los métodos de IA a diferentes niveles de la desviación estándar y media de las distribuciones de duración de la actividad es la contribución final de este artículo. Los resultados revelaron que todos los métodos son más sensibles a un cambio en la media que a un cambio en la desviación estándar. El gran rendimiento de las máquinas de vectores de soporte en el experimento principal debe sopesarse con la fuerte caída en el rendimiento cuando cambian las entradas de la distribución subyacente. Si bien el desempeño de los métodos de IA no es tan perjudicial como para prohibir su implementación, muestra que su desempeño depende de la evaluación correcta de la variabilidad que afecta a las actividades. Esta confianza en datos históricos, juicios de expertos o distribuciones estadísticas es el mayor activo y pasivo de este tipo de métodos.	Se identifican dos vías de investigación distintas. En primer lugar, los autores confían en las ejecuciones de las redes del proyecto basadas en la simulación. Si bien esto les permite sacar conclusiones sobre un espectro extremadamente amplio de progreso de proyectos, las técnicas de Inteligencia Artificial aún tienen que pasar la prueba de validación empírica. Esto se puede hacer aplicando la metodología propuesta a proyectos de la vida real y utilizando el juicio de expertos o datos históricos como sustitutos de las distribuciones beta generalizadas. Una alternativa sería incluir atributos específicos del sector o del proyecto como insumos para las técnicas de aprendizaje. En segundo lugar, este manuscrito estudió el entorno del problema de predicción. Un área de aplicación diferente para la Inteligencia Artificial radica en los problemas de clasificación.	No se muestran aplicaciones prácticas del modelo.
3	A comparison of different project duration forecasting methods using earned value metrics	International Journal of Project Management	Stephan Vandevoorde, Mario Vanhoucke	2006	Bélgica	Comparación de métodos	EVM (Técnica del valor ganado) y ESM (Técnica del cronograma ganado)	Curvas de aprendizaje	Simulación de proyectos: para aplicar los tres métodos	La gestión de proyectos mediante valor ganado es un sistema de gestión bien conocido que integra costes, cronograma y rendimiento técnico. Permite el cálculo de variaciones de costos y cronogramas e índices de desempeño y pronósticos del costo del proyecto y la duración del cronograma. El método del valor ganado proporciona indicaciones tempranas del desempeño del proyecto para resaltar la necesidad de una eventual acción correctiva. La gestión del valor ganado se desarrolló originalmente para la gestión de costos y no se ha utilizado ampliamente para pronosticar la duración del proyecto. Sin embargo, las tendencias de investigación recientes muestran un mayor interés en utilizar indicadores de desempeño para predecir la duración total del proyecto. En este artículo, se ofrece una descripción general del conocimiento más avanzado de esta nueva tendencia de investigación para aportar claridad en la terminología, a menudo confusa. El propósito de este documento es triple. Primero, se comparan los parámetros clásicos de desempeño para EVM (SV y SPI) con los indicadores recientemente desarrollados para ES (SV (t) y SPI (t)). A continuación, se presenta una fórmula genérica de pronóstico del cronograma aplicable en diferentes situaciones de proyectos y se comparan los tres métodos de la literatura para pronosticar la duración total del proyecto. Finalmente, se ilustra el uso de cada método en un proyecto de ejemplo de una actividad simple y en datos de proyectos de la vida real.	Los resultados muestran una precisión de pronóstico similar para cada método en el caso del valor planificado lineal. Sin embargo, la introducción de curvas de aprendizaje, que es mucho más realista en el mundo de los proyectos, da como resultado una precisión de pronóstico diferente para los tres métodos (planned value method, the earned duration method, the earned schedule method). Los tres proyectos de la vida real revelan que el método earned shedule fue el único método que mostró resultados satisfactorios y confiables durante toda la duración del proyecto. En consecuencia, los resultados confirman los resultados encontrados anteriormente de que los resultados obtenidos por planned value method y earned duration method no son confiables al final del proyecto. En cambio, el método del cronograma ganado parece proporcionar resultados válidos y confiables a lo largo de la vida útil del proyecto.	El uso del método del valor planificado, el método de la duración ganada o el método del cronograma ganado, dependiendo de la necesidad y el conocimiento del director del proyecto, podría conducir a resultados similares para seguimiento del proyecto en las etapas inicial y media. Sin embargo, el estudio sugiere cambiar al método de cronograma ganado para monitorear el progreso del proyecto en la etapa final del proyecto. Además, se recomienda utilizar estos métodos de pronóstico de programación al menos en el nivel de la cuenta de costos o en los niveles más altos de la estructura de desglose del trabajo.	Los modelos se usaron con el ánimo de comparar tres proyectos reales de la compañía Fabricom Airport Systems, localizada en Bélgica. Por ende, su extensión puede darse a cualquier proyecto, con las limitaciones planteadas.

4	A multivariate approach for top-down project control using earned value management	Decision Support Systems	Jeroen Colin, Annelies Martens, Mario Vanhoucke, Mathieu Wauters	2015	Bélgica	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado) y ESM (Técnica del cronograma ganado)	T ² de Hotelling y The squared prediction error (SPE).	Simulación de proyectos: para aplicar los modelos, los cuales se compararon con medidas de tendencia central (media y desviación estándar).	Los modelos tradicionales referentes a la métrica del valor ganado, no dan cuenta correctamente de la naturaleza multivariante del sistema de medición EVM / ES. Por lo tanto, en esta investigación se propone un modelo multivariado para EVM / ES, que implementa un análisis de componentes principales (PCA) sobre una referencia de control de programación simulada. Durante el progreso del proyecto, las observaciones reales de EVM / ES se pueden proyectar sobre estos componentes principales. Esto, permite dos nuevas métricas de control de programación multivariante (T2 y SPE) a calcular, que se puede monitorear dinámicamente en gráficos de control del proyecto. Usando un experimento computacional, se muestran que estas métricas de control de programación multivariante conducen a mejoras de rendimiento y ventajas prácticas en comparación con los modelos EVM / ES univariante tradicionales.	En este artículo, se presenta un modelo multivariado que utiliza EVM / ES para el control del cronograma del proyecto de arriba hacia abajo. Este modelo asume un papel importante en un sistema de apoyo a la toma de decisiones, ya que se encuentra en la interfaz entre el monitoreo y la toma de acciones correctivas. El experimento de simulación desarrollado, en línea con la investigación de control de proyectos anterior, mostró que las métricas T2 y SPE superan las opciones actuales de vanguardia para el control de proyectos EV/ ES. Las métricas multivariadas, cuyo rendimiento se midió utilizando el área bajo la curva, demuestran una capacidad superior para inferir el desempeño del nivel de actividad subyacente a partir de las métricas de control de programación de arriba hacia abajo.	Las limitaciones del modelo están inspiradas por el hecho de que el área registrada bajo la curva sigue siendo mayoritariamente menor que 1. Esto implica que una parte del rendimiento del nivel de actividad todavía está oscurecida por las observaciones agregadas de EVM / ES. Si bien este problema está intrínsecamente conectado a un proceso de control de arriba hacia abajo, surge la pregunta de si otros métodos de proyección o transformaciones podrían mejorar aún más el proceso de inferencia. Aparte de esta dirección de investigación futura, se deben hacer intentos para integrar las corrientes de investigación de control de proyectos en un único sistema de apoyo a la toma de decisiones.	El artículo no muestra aplicación práctica del modelo, puesto que se trata de un modelo nuevo. Incluso, para su manipulación numérica en el estudio computacional, los datos fueron manipulados a propósito.
5	A new model for estimation of project total cost in construction projects	International Journal of Information and Decision Sciences	Mostafa Salari, Hassan Ali Aria, Mohammad Mahdi Asgari	2015	Irán	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado)	Método de defuzzificación	Estudio de caso: 10 proyectos de Oriente Medio y Asia.	Este documento presenta un nuevo marco para la estimación de costos de proyectos de construcción en relación con los problemas importantes que pueden enfrentar los contratistas a lo largo del ciclo de vida de los proyectos. El enfoque propuesto se construye básicamente sobre la base del proceso de estimación de costos en la técnica de gestión del valor ganado (EVM). Sin embargo, intenta resolver los problemas actuales en el proceso de estimación de EVM y tener en cuenta los problemas relacionados con los costos, los llamados problemas financieros, como la demora en el pago del cliente y el valor del dinero en el tiempo. Además, para hacer frente a las condiciones inciertas de situaciones reales, el modelo presentado aprovecha la teoría de conjuntos difusos, que es un método bien conocido para tratar las situaciones en las que surge la incertidumbre.	En este artículo, se propone un nuevo enfoque para la estimación del costo total del proyecto. El enfoque se presenta con base en la estimación tradicional en el proceso de finalización en el EVM. El modelo propuesto emplea el concepto de EEVM para considerar el efecto del valor del dinero en el tiempo y la demora en el pago del cliente en el proceso de estimación. El nuevo proceso de cálculo presenta las salidas como fuzzy numbers. Por lo tanto, se proporcionan figuras y tablas para evaluar los resultados basados en datos difusos. El enfoque propuesto se aplicó a diez proyectos de construcción. Los resultados mostraron que cuando el proceso de estimación tradicional permanece constante, la nueva estimación exhibe una sensibilidad adecuada al cambio en el valor temporal del dinero y la demora en el pago del cliente.	En este artículo, se ha utilizado el enfoque del centro del área para difuminar los números difusos. Sin embargo, el resultado del proceso de defuzzificación cambiaría si se hubieran empleado otros enfoques. El problema no es muy grave en este caso porque tanto la EEAC como la EAC de base difusa se defuzzifican utilizando el mismo enfoque, lo que significa que el proceso de defuzzificación afecta a la EEAC y a la EAC de manera similar. Por lo tanto, emplear un cierto enfoque para la defuzzificación no puede arrojar dudas sobre los resultados obtenidos. El efecto negativo de la demora en el pago del cliente puede mitigarse utilizando el concepto de restricciones de recursos porque dicha demora tiene una influencia considerable en la provisión de los recursos necesarios para la realización de las actividades. Sin embargo, la integración de la restricción de recursos en el cálculo de EVM y también el efecto de la restricción de recursos en el proceso de estimación no se discuten en este estudio.	Para el estudio, se implementaron los datos de 10 proyectos ejecutados en Medio Oriente o Asia; sin embargo, el artículo no menciona aplicación práctica del modelo puesto que se trata de una métrica nueva.
6	A Quantity-Based Method to Predict More Accurate Project Completion Time	KSCE Journal of Civil Engineering	Hsien-Kuan Chang, Wen-Der Yu, and Tao-Ming Cheng	2020	Taiwan	Modelo nuevo	Sin referencia	Desarrollo matemático de la "cantidad remanente de trabajo", base del método en cuestión.	Estudio de caso: 2 proyectos estudiados en investigaciones pasadas.	La "finalización a tiempo" es un elemento crucial de la gestión de proyectos. Estudios anteriores muestran que la gestión del valor ganado (EVM), el método de cronograma ganado o la gestión de la duración ganada no proporcionan una estimación precisa del tiempo de finalización del proyecto (PCTE) debido a debilidades teóricas. Un PCTE inexacto puede proporcionar información engañosa, de modo que el gerente del proyecto no pueda tomar acciones efectivas de control del cronograma a tiempo y, por lo tanto, resulte en una falla en la administración del tiempo del proyecto. Para mejorar el problema mencionado anteriormente, esta investigación propone un método de estimación de la duración del proyecto basado en la cantidad (Q-PDEM), que calcula el PCTE utilizando de facto, cantidades de trabajo y la información de productividad actualizada de las actividades. Los resultados de dos estudios de caso muestran que el Q-PDEM propuesto proporciona un error porcentual absoluto medio (MAPE) 7,55% mejor que los métodos existentes para la duración prevista de la finalización del proyecto para el Caso I y un 24,54% para el Caso II. Se concluye que el Q-PDEM propuesto brinda una estimación más precisa del tiempo de finalización del proyecto y permite un control más efectivo del cronograma del proyecto.	Esta investigación propone un método de estimación de la duración del proyecto basado en la cantidad (Q-PDEM), que calcula el PCTE utilizando de facto, cantidades de trabajo y la información de productividad actualizada de las actividades. Los resultados de dos estudios de caso muestran que el Q-PDEM propuesto proporciona un error porcentual absoluto medio (MAPE) 7,55% mejor que los métodos existentes para la duración prevista de la finalización del proyecto para el Caso I y un 24,54% para el Caso II. Se concluye que el Q-PDEM propuesto brinda una estimación más precisa del tiempo de finalización del proyecto y permite un control más efectivo del cronograma del proyecto.	Q-PDEM propuesto requiere una estimación de cantidades más precisa durante la etapa de planificación y una contabilidad más detallada de la productividad de la actividad durante la etapa de construcción. Además, se requieren más cálculos para que Q-PDEM obtenga el PCTE y programe los índices de desempeño. Como resultado, la aplicación de Q-PDEM es relativamente complicada y requiere mucho tiempo en comparación con los métodos PCTE tradicionales, por ejemplo, EVM, ESM y EDM.	A pesar de la superioridad demostrada de la propuesta Q-PDEM, se debe probar el método propuesto a mayor escala utilizando datos de proyectos de construcción más complicados para verificar la validez y eficacia del Q-PDEM propuesto para aplicaciones del mundo real. El alcance limitado de este documento no permite una divulgación completa de las estrategias para el control del cronograma del proyecto utilizando el Q-PDEM con los valores de TV. Este es un tema para trabajos futuros.
7	A Review of Analytical Models, Approaches and Decision Support Tools in Project Monitoring and Control	International Journal of Project Management	Oncu Hazir	2014	Francia	Revisión de la literatura	Varios	Revisión de literatura recopilada en revistas científicas.	Descripción de los modelos recopilados.	El objetivo del artículo consiste en revisar los estudios actuales (hasta la fecha de realización) sobre sistemas y métodos para el control de proyectos. La atención se centra en modelos analíticos, algoritmos y aplicaciones DSS. Se discute en gran medida las herramientas de gestión (básicamente EVA) y examinan tanto el progreso en el conocimiento académico como las necesidades actuales de los profesionales.	El artículo enfatiza la importancia de incorporar estos métodos de optimización en DSS y su integración al software de gestión de proyectos de uso común. Asimismo, se subraya que el DSS debe estar impulsado por un modelo y servir como un sistema de alerta temprana para desencadenar acciones correctivas efectivas. Por otra parte, se mencionan los componentes que debería involucrar. En definitiva, se concluye que la integración del software es crucial para reducir la brecha actual entre la teoría y la práctica de la gestión de proyectos.	La investigación establece que es necesario desarrollar modelos analíticos para pronosticar el desempeño del proyecto con mayor precisión. Especialmente estudios sobre la predicción del rendimiento basados en nuevas métricas integrales de EVA y la integración de herramientas de control estadístico. Por otra parte, los sistemas SSD deben contener mecanismos de alerta temprana, interfaces fáciles de usar y estar integrados en paquetes de software comerciales. Por otra parte, se necesitan más estudios sobre el modelado y la resolución de casos complejos de la vida real. Algoritmos aproximados eficientes para resolver problemas de gestión de carteras y gestión de programas multiobjetivo.	Debido a que se trata de un artículo de revisión, no se establece uso práctico.
8	A tool for managing projects: an analytic parameterization of the S-curve	International Journal of Project Management	Denis F. Ciof	2005	Estados Unidos	Modelo nuevo	Curva S	Deducción matemática de una ecuación analítica proveniente de la solución de una ecuación diferencial.	Ejemplo académico: Aplicación del modelo en un ejemplo (Proyecto LOGON) de un libro.	El artículo muestra que la solución a una ecuación diferencial que se usa con frecuencia en ecología reproduce la conocida curva S que se utiliza en varios aspectos de la gestión de proyectos. La solución se modifica en menor medida para ajustarse a las condiciones de los límites de la gestión del proyecto. Un ajuste excelente de esta curva teórica a dos muestras de datos de costos del proyecto muestra la utilidad de la fórmula. Las aproximaciones numéricas válidas en las condiciones típicas de un proyecto se utilizan para producir una expresión analítica que puede generar fácilmente curvas clásicas de evolución de la gestión de proyectos en una variedad de condiciones. Las curvas desarrolladas se normalizan a dos parámetros básicos: el total de la cantidad relevante (por ejemplo, costos del proyecto) y la duración del proyecto. El usuario puede elegir la pendiente de incremento y el momento en el que se ha acumulado la mitad del total de costo, como parámetros de reproducción.	Este artículo muestra la derivación de una ecuación logística modificada que los gerentes de proyecto pueden usar, en cualquier etapa de un proyecto, cuando trabajan con costos u otras cantidades limitadas. Cuando se grafican en función del tiempo, estas cantidades suelen adoptar una forma comúnmente conocida en la comunidad de gestión de proyectos como la curva S, y la ecuación. (7) reproduce esa forma. Las modificaciones utilizadas para producir la ecuación requirieron sólo unos pocos supuestos matemáticos menores, y su validez se refleja en los resultados.	Con esta representación analítica de la curva S, un gerente tiene total flexibilidad para generar cualquier perfil uniforme deseado seleccionando el incremento de la curva y el punto en el que se ha gastado la mitad del total (por ejemplo, de los costos). Los estudios futuros anticipan el examen de datos reales para encontrar los parámetros B1/2 y r0,67 y para determinar, por ejemplo, si varían de alguna manera regular con proyectos en diferentes industrias. Así, lo anterior muestra la susceptibilidad que tiene el modelo al elegir los parámetros para el trazado de la curva.	El artículo no muestra aplicación práctica del modelo, puesto que se trata de un modelo nuevo. Incluso, para su manipulación numérica en el estudio computacional, los datos fueron manipulados a propósito.

9	Advanced Metrics for Construction Planning	Journal of Construction Engineering and Management	Farook R. Hamzeh; Ghali El Samad; and Samir Emdanat	2019	Canadá	Revisión de literatura/ Modificación de modelo existente	Last Planner System	Deducción analítica de nuevos parámetros para integrar en LPS.	Estudio de caso: Estudio de 2 proyectos analizados a nivel de proyecto y de equipo.	Este estudio destaca el hecho de que actualmente hay muchas métricas disponibles y se están desarrollando nuevas métricas. Sin embargo, hay poca investigación que aplique sistemáticamente esas métricas para identificar su poder predictivo de forma aislada o en combinación. Por lo tanto, se propuso un marco que organiza las diferentes métricas, junto con un tablero de planificación de la construcción. El marco recomienda que los planificadores evalúen el desempeño de LPS a nivel del proyecto y del equipo mediante la evaluación de varios parámetros, incluida la fuerza de los equipos para anticipar las tareas, la agilidad de los equipos para preparar las tareas; la consistencia de los equipos al comprometerse con las tareas requeridas; la conciencia de los equipos con respecto a su carga de capacidad; y finalmente, la confiabilidad de los equipos para completar tareas nuevas, no requeridas y requeridas.	Destacan, entre las incorporaciones realizadas a los sistemas LPS, las siguientes: Para mejorar el proceso de planificación del trabajo semanal, se proponen métricas adicionales: Nivel requerido (RL), Completado no comprometido (CU) y Porcentaje completo nuevo (PCN) deben usarse para complementar PPC. Para adquirir un análisis más completo de la planificación y mejorar la planificación de la capacidad, se derivaron cuatro métricas primarias (CLR, RCR, RPC y WD) y tres métricas secundarias (Glut, Starvation y Misallocation Factor) para complementar las existentes. En consecuencia, se propuso un marco para organizar y emplear las diversas métricas. El marco presentado anima a los planificadores a realizar un seguimiento del desempeño de LPS tanto a nivel de proyecto como de equipo. Las métricas involucradas en el marco evalúan la agilidad del equipo para anticipar las tareas, prepararlas para su ejecución, comprometerse con las tareas requeridas, completar las tareas críticas/ requeridas, no requeridas y nuevas y, finalmente, lograr un ejercicio de planificación de capacidad adecuado.	Los resultados de la investigación de este estudio se basan en dos proyectos de construcción (el mismo contratista) con datos recopilados en un periodo de 114 semanas. Se recomiendan estudios de investigación adicionales que cubran más proyectos para una mayor validación; El análisis de la investigación se centró principalmente en análisis numéricos debido a limitaciones de datos y acuerdos de confidencialidad. Por lo tanto, relacionar las métricas con las decisiones reales tomadas en el sitio podría haber agregado otro nivel de comprensión; El estudio utilizó solo la variación del cronograma para medir el desempeño del proyecto porque se aplica a todos los niveles de planificación de LPS: cronograma maestro / de fase, anticipación y WWP. Se requieren más estudios que incluyan análisis de costos y cambios en la productividad; Tres de las métricas propuestas (CL, PRCO y MV), además de PPC, se aplicaron en la configuración de control de proyectos en vivo donde los usuarios ajustarían el rendimiento como resultado de las tendencias de las métricas. Por lo tanto, se recomienda la investigación de acción para observar cómo las métricas restantes afectarían el rendimiento si se comunicaran a los últimos planificadores semanalmente.	Conforme es un modelo nuevo, no se retrata aplicación práctica del mismo, diferente a los dos proyectos utilizados para la evaluación de los parámetros introducidos.
10	An application of Earned Value Management (EVM) with Monte Carlo simulation in engineering project management	Gestão & Produção	Felipe Kahan Bonato, Andrei Aparecido de Albuquerque, Michel Augusto Santana da Paixão	2019	Brasil	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado)	Simulación de MonteCarlo	Simulación de proyectos: 3 proyectos comparados con diferencias relativas tras la aplicación del modelo.	Este trabajo aplica e integra EVM con simulación Monte Carlo para predecir los costos finales de tres proyectos de ingeniería de detalle, evaluando el desempeño del modelo y los proyectos, en cada caso de estudio específico. Los resultados de las tres simulaciones de proyectos fueron evaluados de forma cualitativa y comparativa, demostrando que la integración entre las herramientas genera pronósticos útiles para la gestión de proyectos.	El objetivo de este trabajo fue analizar los impactos que trajo la aplicación de EVM asociado a la simulación de Monte Carlo en la previsión de los costos finales de tres proyectos de ingeniería de detalle, analizando los impactos de gestión del uso del modelo, combinando sus ganancias y limitaciones. Se notó que la aplicación de las técnicas estimuló las reuniones de seguimiento, permitiendo evaluar los indicadores en la EVM pura, además de las probabilidades de sobregastar el presupuesto obtenido en las simulaciones.	Para trabajos futuros, se sugiere la aplicación del modelo en otros sectores y / o otros proyectos, comparando los resultados, verificando similitudes y / o divergencias en la integración de EVM con Monte Carlo. En campo, además de la fase de detallado, se recomienda incluir los costos directos e indirectos de la actividad de construcción, para verificar si la integración con la simulación resuelve algunas limitaciones del EVM puro.	El modelo podría replicarse en cualquier proyecto de construcción, debido a que los índices mostraron mejoras en la gestión de los proyectos utilizados para su evaluación. El uso del modelo se realizó en tiempo real.
11	An Integrated Scheduling and Control Model for Multi-Mode Projects	Flexible Services and Manufacturing Journal	Onc'u Hazır, Klaus Werner Schmidt	2013	Francia	Modelo nuevo	Equilibrio discreto tiempo/costo (DTCTP)	El enfoque de solución combina el algoritmo de búsqueda tabú para el problema de programación combinatoria y la solución de control óptima mediante programación no lineal.	Caso de estudio: Casos de estudio extraídos de investigaciones anteriores, que tenían entre 30 y 130 actividades.	En esta investigación, se propone un modelo integrado para programar y controlar proyectos multimodo. Este modelo se basa en el problema de equilibrio discreto tiempo / costo (DTCTP) y permite la reducción del costo del proyecto mediante la aplicación de una cantidad limitada de control a las actividades del proyecto. Hasta donde se conoce, esta investigación es el primer intento de modelar la relación entre la programación y el control que conduce a un efecto combinado en los costos del proyecto	Con respecto a la programación, se adoptó un algoritmo de búsqueda tabú para problemas de optimización de restricciones con el fin de buscar programaciones factibles. En cuanto al ahorro de costes, se formuló un problema de control óptimo que describe la evolución dinámica del ahorro en función del control. Primero se derivaron las condiciones necesarias y suficientes para una solución óptima de este problema de control óptimo con base en la literatura existente. Luego, se estudian dos casos especiales relevantes, dinámicas independientes y dependientes del tiempo, que abordan tareas prácticas de control de proyectos. Se demuestra que la solución de ambos casos especiales conduce a un problema de programación no lineal de restricción que puede resolverse con paquetes de software bien establecidos. Por eso, el enfoque de solución combina el algoritmo de búsqueda tabú para el problema de programación combinatoria y la solución de control óptima mediante programación no lineal. Además de pequeños ejemplos ilustrativos, demostramos la aplicabilidad de nuestro enfoque con análisis computacional que incluyen ejemplos grandes de hasta 130 actividades. Tanto las optimizaciones para el modelo dependiente del tiempo como para el modelo dependiente del tiempo convergen en una solución óptima. Además, los ejemplos muestran que la información de gestión relativa tanto a la programación como al control del proyecto se puede extraer de la optimización para cada proyecto específico.	El modelo es susceptible al tamaño de la red de actividades, puesto que para una red de 130 actividades puede tardar 15 horas en encontrar la solución óptima.	El artículo no muestra aplicación práctica del modelo, puesto que se trata de un modelo nuevo. Incluso, para su manipulación numérica en el estudio computacional, los datos fueron manipulados a propósito.
12	Analysis of the Earned Value Management and Earned Schedule Techniques in Complex Hydroelectric Power Production Projects: Cost and Time Forecast	Complexity	P. Urgilés, J.Claver, and M. A. Sebastián	2019	España	Comparación de métodos	EVM (Técnica del valor ganado) y ESM (Técnica del cronograma ganado)	Técnicas estadísticas y métodos numéricos.	Estudio de caso: Cuatro proyectos complejos de producción de energía hidroeléctrica.	Este artículo analiza la eficiencia de la técnica de Earned Value Management y su extensión Earned Schedule, como medio para pronosticar costos y plazos cuando se aplica a proyectos complejos de producción de energía hidroeléctrica. Cabe señalar que este análisis se basó en modelos de simulación aplicados a proyectos de la vida real. Para realizar el estudio propuesto, se consideraron cuatro proyectos complejos de producción de energía hidroeléctrica. Para todos ellos se construyeron modelos estocásticos, en los que se definieron las variables aleatorias como el costo y la duración de los trabajos que componen el cronograma de ejecución respectivo. Mediante el uso de métodos numéricos, se establecieron simulaciones que permitieron calcular la probabilidad de ocurrencia al finalizar el proyecto para el costo y la duración. En cada simulación se aplicaron técnicas de EVM y su extensión ES y se realizó un análisis de eficiencia de estas técnicas como medio para pronosticar el costo y la duración.	De los resultados presentados en el artículo, se concluye que usar EVM como herramienta para predecir los costos de un proyecto complejo de producción de energía hidroeléctrica produce pronósticos cuya eficiencia mejora a medida que avanza la implementación del proyecto hasta un punto después de aproximadamente el 60% de la duración programada donde los pronósticos de costos que proporcionan coinciden con los costos simulados con una probabilidad de ocurrencia del 100%. Los proyectos complejos de producción de energía hidroeléctrica son costosos y requieren desembolsos de capital de muchos millones de dólares implementados durante varios años, como se muestra en la Tabla 2. En este contexto, EVM es una herramienta poderosa que permite una previsión de costos muy eficiente después de aproximadamente el 60% de ejecución. ha transcurrido el tiempo, lo que permite tiempo suficiente para que se tomen decisiones para corregir las desviaciones presupuestarias identificadas.	Este trabajo analiza la eficiencia de EVM y su extensión ES como herramienta de previsión de costes y duración en proyectos complejos de producción de energía hidroeléctrica y ha detectado cierta inexactitud en su previsión de duración. Sobre la base de este diagnóstico y como trabajo posterior a realizar, se pretende desarrollar una nueva técnica como una extensión adicional de EVM que incluye la duración y criticidad de las tareas en caminos críticos como líneas de base, además de los costos. Esto implicaría construir una herramienta de pronóstico de duración de eficiencia adecuada para dar a los gerentes de proyecto el tiempo suficiente para tomar decisiones cuando se enfrenten a desviaciones de los plazos programados.	Este análisis se basó en modelos de simulación aplicados a proyectos de la vida real.

13	Comparative Study for Software Project Management Approaches and Change Management in the Project Monitoring & Controlling	International Journal of Advanced Computer Science and Applications	Amira M. Gaber, Sherief Mazen, Ehab E. Hassanein	2016	Egipto	Comparación de métodos	Varios	Descripción de las métricas y ecuaciones utilizadas por cada modelo.	Simulación de proyectos: con duración de 8 actividades, para ser evaluado por los 3 métodos.	En este documento, se examinan una serie de enfoques para el monitoreo y control de proyectos con diferentes escenarios de cronogramas de proyectos. La comparación muestra el efecto de aplicar cada enfoque sobre el costo y el tiempo del proyecto. La evaluación ilustra que el Software integrado Project and Change Management (IPCM) es más eficiente para proporcionar más control en el seguimiento de las solicitudes de cambio y mejorar el proceso de supervisión del rendimiento.	En este artículo, se realiza una comparación entre el enfoque clásico, el enfoque IPCM y el enfoque EVA. La comparación demostró que para mejorar las fases de seguimiento y control del proyecto, se deben integrar las actividades de gestión del cambio y gestión del proyecto. La evaluación del marco de IPCM de la comparación tiene diferentes perspectivas: <i>A. Desde la perspectiva de las tareas</i> , El enfoque de IPCM trata cada tarea como una solicitud de cambio (CR) e integra el CR con el proceso de gestión de cambios. Por otro lado, los enfoques clásico y EVA no están bien definidos en el procedimiento de RC; <i>B. Desde la perspectiva de la calidad</i> , El enfoque de IPCM solo integra el proyecto de software y las actividades de gestión de cambios para lograr la calidad. Sin embargo, el EVA y los enfoques clásicos no incluyen pautas de calidad dentro del proyecto; <i>C. Desde la perspectiva de los recursos del proyecto</i> , El enfoque de IPCM utiliza eficazmente los recursos del proyecto, mientras que el enfoque de EVA hace una utilización parcial y no utiliza en absoluto en el enfoque clásico. <i>D. Desde la perspectiva del tiempo</i> , El enfoque de IPCM monitorea todas las tareas o RC a lo largo del proyecto después de las fechas de finalización y proporciona valores precisos para cualquier desviación del cronograma del proyecto. Por otro lado, el enfoque clásico monitorea el proyecto como líneas de base de manera regular. Sin embargo, EVA monitorea el proyecto según las reglas: 0-100% o 20-80% o 50-50%, que determinan si el proyecto está adelantado o retrasado.; <i>E. Desde la perspectiva de los costos</i> , El enfoque de IPCM monitorea todas las tareas o RC a lo largo del proyecto después de las fechas de finalización y brinda valores precisos para cualquier desviación de costos, el enfoque clásico monitorea el proyecto como líneas de base de manera regular con respecto a los costos estimados y reales, pero depende de la experiencia del proyecto, mientras que el enfoque EVA controla el proyecto sobre algunas reglas básicas que determinan si el proyecto debe recuperarse o no.	La CMT alerta al director del proyecto para que revise el plan del proyecto y vuelva a calcular la ruta crítica cuando se produzca un cambio. Se puede realizar una mejora sencilla evitando volver a calcular la ruta crítica desde cero porque es una pérdida de tiempo. El recálculo solo debe incluir actividades con un cambio en la duración, que se puede encontrar haciendo una simple intersección de tiempo de las actividades del proyecto. El marco se puede ampliar para tener en cuenta el lado de las personas del proyecto de la misma manera que el modelo ADKAR para maximizar el beneficio de la integración. El marco propuesto funciona solo a lo largo de la fase de desarrollo. Un punto interesante a considerar es ampliar el marco para estudiar las actividades de la fase de mantenimiento después de la entrega del software.	No se mencionan aplicaciones prácticas del modelo.
14	Comparison of Project Monitoring and Controlling Methods: Earned value management (EVM) & Earned Duration Management (EDM)	International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)	Chitti Babu Kapuganti, Balaji K.V.G.D, T. Santhosh Kumar	2019	India	Comparación de métodos	EVM (Técnica del valor ganado) y EDM (Técnica de la duración ganada)	Descripción de las métricas y ecuaciones utilizadas por cada modelo.	Estudio de caso: proyecto de construcción de edificación, con 30 actividades.	En este documento se presenta una comparación de la gestión del valor ganado (EVM) y su gestión derivada de la duración ganada (EDM) con la ayuda del estudio de caso. Se establece su aplicación, bondades y limitaciones.	El artículo permite establecer que: 1. La gestión de duración ganada proporciona estimaciones de tiempo adecuadas en comparación con la gestión del valor ganado. Por lo tanto, EDM se puede utilizar para controlar proyectos sensibles al cronograma. 2. El índice de rendimiento del programa con el tiempo respectivo en EVM y el índice de rendimiento de duración en EDM dan un resultado similar e indican el rendimiento del programa del proyecto. 3. El índice de duración ganada es un indicador importante que representa el desempeño de todas las actividades y de todo el proyecto. En la etapa de finalización del proyecto, el índice de duración ganada llega a 1.	En las etapas iniciales del proyecto, EDM y EVM dan una mayor duración estimada al finalizar debido a valores menores de los índices de desempeño. Pero en etapas posteriores, el aumento de los valores de los índices reduce la duración estimada al finalizar.	El modelo es replicable a cualquier proyecto de construcción con características similares.
15	EARNED SCHEDULE MANAGEMENT AS A COMPLEMENT FOR EARNED VALUE MANAGEMENT	22nd International Congress on Project Management and Engineering	Montero Fernández - Vivancos, Guillermo	2018	España	Comparación de métodos	EVM (Técnica del valor ganado) y ESM (Técnica del cronograma ganado)	Descripción de las métricas y ecuaciones utilizadas por cada modelo.	Ejemplo académico: 3 ejemplos académicos de proyectos.	Se presentan los modelos de EVM y EVS, describiendo sus ecuaciones, su relevancia de aplicación y un ejemplo académico.	Con el desarrollo de la Gestión del Valor Ganado, diferentes autores señalan que los indicadores de cronograma se comportan de manera errónea, especialmente en la etapa final de un proyecto. Por esta razón, los gerentes de proyecto consideran que los indicadores de costos son más confiables que los de cronograma. Como resultado de este problema, en 2003 Lipke propuso un nuevo método para calcular los indicadores de cronograma, llamado "Cronograma devengado". Como se muestra a lo largo del documento, estos indicadores de cronograma ganado son más confiables y precisos que los corresponsales en la Gestión del Valor Ganado.	No se pretende que este nuevo método, Earned Schedule Management, reemplace a Earned Value Management, sino que ambos métodos se utilicen juntos.	No se presentan aplicaciones prácticas del modelo.
16	Earned Schedule min-max: two new EVM metrics for monitoring and controlling projects	Automation in Construction	Ballesteros-Pérez, P. ; Sanz-Ablanedo, E. ; Mora-Meliá, D.; González-Cruz, M.P.C.; Fuentes-Bargues, J.L. ; Pellicer, E.	2019	España	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado) y ESM (Técnica del cronograma ganado)	Descripción de las métricas y ecuaciones utilizadas por cada modelo y deducción de 2 nuevas métricas con enfoque de actividad.	Simulación de proyectos: 4100 proyectos y 23 proyectos reales, cuyos pronósticos fueron evaluados mediante MAPE.	En este artículo, se desarrolla una simulación y comparación empírica de 26 técnicas deterministas de pronóstico de duración de proyectos bajo el marco de EVM. Entre ellos, dos nuevas métricas: Earned sheduled minimum (ESmin) y Earned sheduled maximum (ESmáx.) se proponen. ESmin y ESmáx ofrecen un enfoque de cálculo de nivel de actividad nuevo y más simple que la métrica tradicional de Earned sheduled. Métricas de mayor rendimiento (las más precisas): Programa ganado (ES), Duración ganada (ED) y calendario devengado efectivo (ES (e)) con Factor de rendimiento 1 (PF =1), se ven ligeramente superados por las nuevas métricas que también ofrecen algunas aplicaciones interesantes para un mejor control del proyecto.	En este estudio, se comparó el rendimiento de 26 métodos deterministas de previsión de duración de proyectos basados en EVM en un conjunto de 4100 proyectos simulados y 23 proyectos reales. Este conjunto de 26 métodos abarca, según el mejor conocimiento de los autores, todos los métodos deterministas publicados en el momento de la presentación de este artículo. Entre las métricas existentes, las de mayor rendimiento en conjuntos de datos de proyectos tanto simulados como reales han sido el Programa ganado (ES) (Lipke, 2003) y calendario devengado efectivo (ES (e)) (Lipke, 2011) en métodos de pronóstico con Factor de rendimiento 1 (PF =1). La duración ganada (ED) métrica (Khamooshi & Golaflshani, 2014) también funcionó muy bien con PF =1 en el conjunto de datos de proyectos simulados, pero se quedó un poco atrás en el conjunto de datos real. Además, dos nuevas métricas denominadas ESmin y ESmáx se han propuesto sus respectivos métodos de previsión. Estas métricas constituyen una reformulación parcial del programa devengado clásico (ES) métrica propuesta por Lipke en 2003. ESmin y ESmáx se calculan a nivel de actividad, en lugar de a nivel de proyecto, y han superado marginalmente todas las métricas existentes. Su principal ventaja es que su cálculo es extremadamente simple, requiriendo solo alguna información de programación (las fechas de inicio planificadas y los retrasos de las actividades, y sus porcentajes actuales de finalización). Finalmente, se ha discutido cómo las métricas ESmin y ESmáx, además de sus resultados de mayor rendimiento, también tienen el potencial de ser utilizadas como poderosas herramientas de control de proyectos. Esto, como ESmin y ESmáx se puede utilizar para tomar decisiones sobre qué actividades priorizar y cómo distribuir los recursos para lograr proyectos de menor duración. ESmin y ESmáx también se pueden desacoplar completamente del marco de EVM, ya que no se basan en las métricas de Valor planificado, Costo real ni Valor ganado. Esto, reduce significativamente el número de cálculos para implementarlos, pero también permite que se utilicen con cualquier otro marco de gestión de proyectos (Gestión de duración ganada, por ejemplo). Por último, ESmin y ESmáx también se puede combinar en una nueva métrica nombrada aquí ES mínimo-máximo, que se ha demostrado que supera a los 26 métodos en el conjunto de datos de proyectos reales. ES mínimo-máximo se ha expresado provisionalmente como un promedio ponderado de ESmin y ESmáx a través de un solo parámetro δ. Este parámetro se puede identificar con la transferencia potencial (promedio) de recursos de aquellas actividades que progresan más rápido a aquellas actividades actualmente retrasadas	Las limitaciones del estudio también se han discutido y enfatizan el margen sustancial de mejora con respecto al poder discriminatorio de las redes de proyectos simuladas y reales utilizadas en este estudio. A pesar de que ambos conjuntos de datos son bastante representativos de proyectos reales, las redes de proyectos con un mayor número de actividades paralelas podrían haber planteado escenarios más desafiantes para todas las métricas de EVM y haber permitido, quizás, encontrar diferencias más significativas entre los métodos comparados. De todos modos, desde un punto de vista práctico, cualquier método EVM (incluidos los métodos de alto rendimiento) debe aplicarse siempre con una comprensión básica de sus supuestos y limitaciones subyacentes. Solo de esta manera, un gerente de proyecto, al combinar los resultados de las métricas con otro cronograma e información contextual, podrá tomar mejores decisiones y lograr varios objetivos del proyecto. La investigación futura explorará las capacidades de las dos nuevas métricas propuestas (ESmin y ESmáx.) más su combinación en ES mínimo máximo para un mejor seguimiento y control del proyecto. Por ejemplo, deberíamos poder analizar cómo la diferencia (de tiempo) entre ESmin y ESmáx se puede utilizar potencialmente para evaluar qué tan equilibrado está el progreso de un proyecto. Esto, como el ESmin y ESmáx La brecha idealmente debería ser siempre cero (lo que significa que todos los caminos progresan a la misma velocidad relativa). Además, el parámetro δ podría usarse como una indicación de cuán factible es recuperar el equilibrio entre los diferentes caminos de progreso. Esto, porque δ representa la transferencia de recursos generales potenciales de las rutas más rápidas a las más lentas. Sin embargo, se espera que todas estas continuaciones formen parte de un documento separado.	Se utilizaron datos de proyectos reales y datos simulados, por lo tanto se esperaría que su aplicación práctica produzca resultados favorables.

17	Earned Value Management System (EVMS) Reliability: A Review of Existing EVMS Literature	Construction Research Congress 2020	Namho Cho, S.M.; Mounir El Asmar; G. Edward Gibson Jr.; and Vartenie Aramali.	2020	Estados Unidos	Revisión de la literatura	EVM (Técnica del valor ganado)	Revisión de literatura recopilada en revistas científicas.	Descripción de los modelos recopilados.	Este estudio analiza los estudios existentes de EVMS y sugiere consideraciones de gestión para una implementación exitosa de EVMS. Basado en una revisión de la literatura, este artículo identifica la necesidad de mejorar la confiabilidad de EVMS. Las directrices técnicas ayudan en la aplicación de las buenas prácticas de EVM, que pueden conducir a un EVMS confiable. Además, la revisión de la literatura enfatiza que una evaluación paralela, considerando elementos no técnicos como la cultura de gestión de las organizaciones, es fundamental para mejorar la confiabilidad.	Este artículo revisa la literatura existente sobre la confiabilidad de EVMS, incluidos documentos de la industria, como las directrices NDIA ELA 748-D, y encuentra tres categorías de investigación diferentes: (1) mejora de la predictibilidad de las estimaciones de EVMS; (2) adaptar EVMS para el proceso de gestión de la agencia; y (3) Mejorar la confiabilidad de EVMS. La combinación de documentos identificados y analizados puede proporcionar una base inicial para construir un EVMS maduro. Además, la investigación encontró que evaluar el entorno en el que se está implementando el EVMS también puede conducir a un EVMS más confiable. Un EVMS maduro en el entorno adecuado puede resultar más confiable.	El artículo no muestra un entorno práctico de los hallazgos mostrados, por tratarse de una revisión de la literatura.	El artículo no muestra un entorno práctico por tratarse de una revisión de la literatura.
18	Earned value project management: Improving the predictive power of planned value	International Journal of Project Management	Hong Long Chen, Wei Tong Chen, Ying Lien Lin	2016	Taiwan	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado)	Transformación lineal logarítmica de los valores de PV y un procedimiento de modelado matemático que combina el análisis de regresión lineal y de series de tiempo para la deducción de las nuevas ecuaciones del modelo.	Estudio de caso: 4 proyectos recopilados en la revisión de la literatura.	El método de valor ganado (EVP) es una herramienta eficaz para gestionar el rendimiento de los proyectos. Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre extensiones y aplicaciones de EVP se concentran en mejorar las estimaciones de costo y duración finales en lugar de mejorar el uso del valor planificado (PV) para predecir el valor ganado (EV) y el valor de costo real (AC). Este estudio propone un método de modelado sencillo para mejorar el poder predictivo de PV antes de ejecutar un proyecto. Al utilizar este método de modelado, este estudio desarrolla modelos de pronóstico de EV y AC para 4 estudios de caso. La validación del pronóstico fuera de la muestra mediante el uso del error porcentual absoluto medio (MAPE) demuestra que el método propuesto mejora la precisión del pronóstico en un promedio de 23,66% y 17,39%, respectivamente, para EV y AC. Esta mejora en el poder predictivo de PV antes de la ejecución del proyecto proporciona a la administración información predictiva más confiable sobre el rendimiento de EV y AC, lo que permite una acción proactiva eficaz para garantizar resultados de rendimiento favorables.	Este artículo presenta una metodología paso a paso para mejorar el poder predictivo de PV. Basado en la transformación lineal logarítmica propuesta por Chen (2014), este estudio combina series de tiempo y análisis de regresión para desarrollar PV en un modelo de respuesta EV para predecir PCWPEV(t). Modelando la relación entre PCWPEV(t) y PCbcEV(t), representado en la respuesta del modelo para EV este estudio desarrolla aún más EV en un modelo de respuesta de CA para predecir PCacAC(t). Los resultados muestran que la propuesta mejora el rendimiento predictivo de EV y AC al 23,66% y 17,39%, respectivamente. Agregando a los beneficios de los modelos de predicción EVP actuales que brindan a la administración predicciones de los cronogramas y costos del proyecto al finalizar (Anbari, 2003, 2004; Cioffi, 2006b; Henderson, 2003; Lipke y col., 2009; Vanhoucke y Vandevorde, 2007), este estudio aporta una metodología capaz de mejorar el rendimiento predictivo de PV. Específicamente, la presente investigación amplía el estado del conocimiento sobre el poder predictivo de PV mediante el modelado adicional de PV antes de la ejecución del proyecto.	Si bien los resultados de este estudio ofrecen la posibilidad de mejorar el poder predictivo de PV antes de la ejecución del proyecto, Algunas limitaciones de este estudio apuntan a oportunidades para futuras investigaciones. Primero, si bien este estudio utiliza cuatro proyectos de muestra con diferentes condiciones para demostrar la metodología propuesta y los resultados de la investigación son estadísticamente sólidos, hacer afirmaciones generalizadas basadas en los resultados requeriría más pruebas empíricas. Específicamente, se necesita más investigación para generalizar la metodología propuesta y ampliar el área de su aplicabilidad. En segundo lugar, aunque este estudio presenta el método de modelado propuesto de forma sistemática y detallada, los directores de proyecto y / o ingenieros pueden tener dificultades para aplicar el método en la práctica. La investigación futura podría desarrollar aún más el método de modelado en un sistema de software para aumentar la facilidad de uso para los profesionales de la gestión de proyectos.	Se utilizaron datos de 4 estudios de caso, sin embargo se requiere mayor prueba del modelo en proyectos reales.
19	Estimation at Completion Simulation Using the Potential of Soft Computing Models: Case Study of Construction Engineering Projects	Symmetry	Enas Fathi Taher AlHares, Cenk Budayan	2019	Turquia	Modelo nuevo	Modelos de IA	Maquinas de aprendizaje extremo (ELM), procesos de optimización (fuerza bruta y armonía global).	Estudio de caso: uso de 11 proyectos de construcción de EAU.	“Estimación al finalizar” (EAC) es la proyección de un administrador del costo total de un proyecto al finalizar. Es una herramienta importante para monitorear el desempeño y el riesgo de un proyecto. Los ejecutivos suelen tomar decisiones de alto nivel sobre un proyecto, pero pueden tener lagunas en el conocimiento técnico que pueden provocar errores en sus decisiones. En este estudio actual, los autores implementaron nuevos modelos de inteligencia acoplada, a saber, búsqueda de armonía global (GHS) y fuerza bruta (BF) integrados con una máquina de aprendizaje extrema (ELM) para modelar la estimación de la construcción del proyecto al finalizar. Se utilizaron GHS y BF para abstraer los atributos de influencia sustancial hacia la variable dependiente de EAC, mientras que se demostró la eficacia de ELM como un modelo predictivo novedoso para la aplicación investigada. Como modelo de referencia, se desarrolló una red neuronal artificial clásica (ANN) para validar el nuevo modelo ELM en términos de precisión de predicción. Los modelos predictivos se aplicaron utilizando información histórica relacionada con proyectos de construcción recopilada en los Emiratos Árabes Unidos (EAU). El estudio investigó la aplicación del modelo acoplado propuesto para determinar el EAC y calculó la tendencia de un cambio en el monitor del modelo de pronóstico. El objetivo principal del modelo investigado fue producir una tendencia confiable de estimaciones de EAC que pueda ayudar a los gerentes de proyecto a mejorar la efectividad del control de costos del proyecto. Los resultados demostraron una implementación notable de GHS-ELM y BF-ELM sobre los modelos ANN clásicos e híbridos. Los modelos predictivos se aplicaron utilizando información histórica relacionada con proyectos de construcción recopilada en los Emiratos Árabes Unidos (EAU). El estudio investigó la aplicación del modelo acoplado propuesto para determinar el EAC y calculó la tendencia de un cambio en el monitor del modelo de pronóstico.	Esta investigación exploró un nuevo modelo predictivo de inteligencia de datos híbrido llamado búsqueda de armonía global integrado con una máquina de aprendizaje extrema que puede ayudar a los gerentes de construcción a controlar de manera confiable el costo del proyecto y hacer predicciones precisas de EAC. Hay dos fases realizadas en este sistema de inteligencia; La primera es la fase de selección de variables basada en atributos donde se utilizó el algoritmo GHS para determinar las variables relacionadas que pueden influir en la tarea de predicción, y la segunda es la implementación del modelo ELM predictivo para el EAC. Para propósitos de confiabilidad, el modelo ELM propuesto fue validado contra el modelo ANN clásico realizando el mismo proceso de hibridación para la selección de entrada. Se utilizó otro enfoque de selección de entrada para analizar el algoritmo GHS en forma de surtido de variables llamado fuerza bruta. En esta investigación, La información de los proyectos de construcción civil se utilizó para construir los modelos predictivos. Basado en los resultados del modelo basado en ELM y ANN, el modelo ELM logró mejores resultados en comparación con el ANN clásico. Sin embargo, la incorporación del algoritmo de selección de entrada mejoró notablemente la predictibilidad del modelo ELM. Además, la previsibilidad del modelo inteligente híbrido mostró resultados más fiables y precisos.	Esta investigación se puede ampliar con la posibilidad de investigar la incertidumbre de error que existe en los costos de los proyectos de construcción, así como su aplicación en proyectos de otras localidades del mundo.	Para la generación del modelo, se utilizaron 11 proyectos de construcción de Emiratos Arabes Unidos.
20	Estimation of project completion time using proper fuzzy combination of regression methods	Second International Conference on Knowledge-Based Engineering and Innovation (KBEI)	Mohammad Taghi Hajiali, Ali Ahmadvand, Mohammad Reza Mosavi, Kamran Shahanaghi	2015	Irán	Modelo nuevo	Modelos de IA	Algoritmos de cluster y lógica difusa (algoritmo FCM, algoritmo mixto gaussiano)	Simulación de proyectos: para aplicar los modelos, los cuales se compararon con MSE.	Una de las cuestiones importantes en la gestión de proyectos es la estimación del tiempo de finalización del proyecto. Además, el proceso dinámico del progreso del proyecto y el uso de nuevos conocimientos en este procedimiento son cuestiones vitales en la estimación de la finalización del proyecto. Teniendo en cuenta este proceso dinámico y las características del Earn Value Management (EVM) en la gestión de proyectos, se ha presentado en este trabajo una base de decisión a partir de modelos de estimación. Este método se presenta agrupando las muestras de forma difusa y proporcionando un modelo de conjunto a partir de los estimadores que utilizan la tasa de posesión en cada clúster. Por lo tanto, la tasa de estimación final no sólo utiliza la combinación de los resultados de todos los estimadores, sino que también importa un grado de desenfoque en la toma de decisiones que desempeña un papel importante en la incertidumbre. Una de las características obvias de este método es la mayor fiabilidad que ofrece en comparación con todos los métodos individuales existentes en el conjunto. La segunda característica importante de este método es su robustez frente a la existencia de un estimador débil en el conjunto. Por lo tanto, el método propuesto es de tal manera que los estimadores débiles existentes en el conjunto tienen poco impacto en los resultados finales. Además, el control del número y el tipo de modelos de regresión existentes en el conjunto es otra propiedad principal del modelo propuesto. Al emplear modelos más fuertes en este conjunto, el índice de precisión y fiabilidad puede aumentar notablemente.	Este artículo presenta un método basado en conjuntos en el que los resultados finales se calculan a partir de los resultados de la fusión de los mejores estimadores en el conjunto vecino con la muestra de prueba. Se aplicaron métodos de clustering para el clustering difuso. Por lo tanto, se utilizó un criterio difuso para la posesión de cada muestra a cada clúster. A continuación, se calculó el índice de precisión de cada clasificador en cada clúster. Esta precisión se llevó a cabo en muestras de prueba. Por último, el método propuesto utilizó los resultados de la fusión para calcular los resultados finales. El método propuesto no sólo puede aumentar la precisión, sino también mejorar la fiabilidad. Además, el método propuesto podría gestionar adecuadamente la existencia de un estimador débil.	El modelo requiere un gran volumen de información y tiempo para su implementación.	Se utilizaron 3 casos de proyectos reales, sin embargo no se referencia su aplicación por tratarse de un modelo nuevo.

21	Estimation of project completion time using wiener random process and Bayesian structure based on expert's point of view	Journal of the Operational Research Society	M. T. Hajialinajar, H. Rahimi, M. R. Mosavi & B. Afandak	2018	Irán	Modelo nuevo	ESM (Técnica del cronograma ganado)	Proceso de Wiener.	Estudio de caso: proyecto extraído de investigación anterior.	En este artículo, describiendo la variable ES (t) en forma de variable aleatoria de Wiener se intenta alcanzar el reparto del tiempo restante. También debido al enfoque de Markov del procedimiento de Wiener, para ingresar los efectos predecibles en la situación funcional futura del proyecto, se tomaron en uso las ideas de los expertos. Las ideas de los expertos se ingresaron en la ecuación como dos números de que uno de ellos era su tiempo estimado sobre la finalización del proyecto y el otro era la probabilidad de su precisión y probabilidad de corrección sobre la estimación considerada. Debe considerarse que la idea de los expertos finalmente es efectiva en la estimación de los parámetros del proceso de Wiener. Finalmente, presentando un ejemplo numérico real, los resultados obtenidos se compararon mediante el enfoque de Lipke.	El modelo permite predecir el tiempo de finalización del proyecto mediante la aplicación del enfoque estadístico de Markov y la introducción de dos parámetros de juicio de expertos, a través de procedimientos de la estructura bayesiana de datos.	En las investigaciones futuras, se intenta conocer las rupturas de confianza del tiempo estimado para completar el proyecto y considerar los riesgos realizados del proyecto.	No se presentan aplicaciones prácticas del modelo.
22	Forecasting Accuracy of In-Progress Activity Duration and Cost Estimates	Journal of Construction Engineering and Management	Pablo Ballesteros-Pérez, Enoc Sanz-Ablanedo, Alberto Cerezo-Narváez, Gunnar Lucko, Andrés Pastor-Fernández, Manuel Otero-Mateo, Juan Pablo Contreras-Samper	2020	España	Modelo nuevo	Sin referencia	Expresiones analíticas desarrolladas basadas en el comportamiento de avance de las actividades y distribuciones lognormales para la estimación al finalizar el proyecto.	Simulación de proyectos: Aplicación del modelo en 101 proyectos, cuya información reposaba en las bases de datos de la universidad de Ghent.	Cuando una actividad de proyecto ya ha comenzado, se puede recuperar fácilmente información de seguimiento como el porcentaje completado y la duración y el costo de la actividad actual. Esta información se puede utilizar para actualizar el cronograma del proyecto para anticipar la duración y el costo eventuales del proyecto con mayor precisión. Pero apenas existen estudios que comparen cómo se puede comparar la información de seguimiento de actividad más precisa o confiable con las estimaciones iniciales (planificadas), y mucho menos qué expresiones de pronóstico matemático son las más precisas. Por lo tanto, este documento cuantifica dicha precisión de pronóstico extrayendo más de tres mil actividades con información de seguimiento parcial (que ya han comenzado, pero aún no están completas) de un conjunto de datos de proyecto real. Se prueban dos expresiones para pronosticar la duración y el costo de la actividad comparando su desempeño con los valores iniciales (planeados) y finales (reales). Las contribuciones al cuerpo de conocimientos son cuádruples. En primer lugar, se muestra que la información de seguimiento de la actividad supera considerablemente las estimaciones planificadas. En segundo lugar, el uso de dos expresiones puede minimizar significativamente las desviaciones de las estimaciones de tiempo y costo. En tercer lugar, la duración y las estimaciones de costos de las actividades restantes se pueden modelar de cerca con distribuciones lognormales en función del porcentaje completado de las actividades. Y cuarto, la variabilidad disminuye linealmente a medida que las actividades se acercan a su fin. Estos hallazgos permiten a los gerentes de proyectos anticipar y modelar mejor la duración y la variabilidad de costos de las actividades en curso y mejorar la precisión del pronóstico de la duración del proyecto y las estimaciones de costos.	La información de seguimiento de la actividad puede conducir a una mejor duración del proyecto y estimaciones de costos. Este documento ha investigado cómo se puede lograr aprovechando la información de la actividad, como la duración planificada, el costo planificado, la duración actual (transcurrida), el costo actual y el porcentaje completado de todas las actividades en curso (en curso). A partir de un conjunto de datos de 101 proyectos del que se extrajeron 3,032 actividades con información de seguimiento parcial, se han comparado dos expresiones de costo y duración de la actividad de pronóstico. El análisis de los momentos de la razón logarítmica normalizada ha confirmado que la expresión más precisa para pronosticar el final (real) la duración de la actividad es (duración de la actividad actual dividida por el porcentaje de actividad completado). Del mismo modo, la expresión más precisa para pronosticar la actividad final (real) el costo es (costo de la actividad actual más el costo planificado multiplicado por uno menos el porcentaje de actividad completado). Estas expresiones son entre dos y cuatro veces más exacto que la duración planificada y las estimaciones de costos (normalmente establecidas por el programador antes de que comience el proyecto). Además, se ha encontrado que la duración de la actividad y la variabilidad de costos también pueden modelarse con distribuciones logarítmicas normales. Los valores de desviación estándar de estas distribuciones logarítmicas normales también se han propuesto a partir de datos empíricos. Estas distribuciones permiten modelar la duración de las actividades y los costos de las actividades en curso (en curso) mediante la simulación de Monte Carlo. Esto tiene aplicaciones inmediatas en análisis de redes estocásticas (SNA), con que es posible pronosticar la duración y el costo del proyecto con mayor precisión.	Las limitaciones de esta investigación están relacionadas principalmente con el uso de una base de datos con un número relativamente bajo de puntos de datos por tipo de proyecto, fase y actividad (comercio). Esto ha impedido un análisis agrupado. Esto último podría haber permitido una comprensión más profunda de cómo los diferentes tipos de proyectos o actividades exhiben (o no) variabilidades diferenciales. En consecuencia, si en el futuro se dispusiera de conjuntos de datos más amplios y/o más homogéneos, se llevaría a cabo dicho análisis. Finalmente, si los conjuntos de datos futuros tuvieran piezas adicionales de información de actividad, la investigación adicional también puede involucrar la implementación de otras técnicas como la inferencia bayesiana. Esto se había adoptado a nivel de proyecto, pero hasta ahora no a nivel de actividad.	Se usaron 101 proyectos reales para la evaluación, pero por tratarse de una propuesta nueva de evaluación no se cuenta con experiencias de uso profesional.
23	High-level integrated deterministic, stochastic and fuzzy cost duration analysis aids project planning and monitoring, focusing on uncertainties and earned value metrics	Journal of Natural Gas Science and Engineering	David A. Wood	2016	Reino Unido	Modelo nuevo	EVM (Técnica del valor ganado) y técnicas estadísticas	Técnicas deterministas, evaluación estocástica y análisis difuso.	Estudio de caso: proyecto de construcción de planta de gas.	En este estudio se desarrolla un modelo de costo-duración de proyecto de alto nivel que integra componentes deterministas, difusos y estocásticos para abordar varias facetas de incertidumbre involucradas en el monitoreo del desempeño del proyecto y la previsión hasta su finalización. Esto se logra mediante el análisis detallado a alto nivel de un proyecto de planta de procesamiento de gas a gran escala. Se propone una metodología que calcula la duración ganada y el índice de rendimiento de la duración relacionada para los elementos de la ruta crítica ponderados por sus duraciones planificadas que proporciona una medida del rendimiento de la duración del proyecto que se centra más en la ruta crítica y los elementos de trabajo cruciales que el cronograma ganado estándar y las métricas de duración ganada. El análisis difuso asociado con la incapacidad de establecer con precisión qué progreso se ha logrado realmente en cada elemento de trabajo agrega un componente adicional al análisis de incertidumbre que no proporciona el análisis estocástico. A través de una selección cuidadosa de definiciones de conjuntos difusos y métodos de defuzzificación, los modelos estocásticos y difusos pueden ajustarse para proporcionar medidas de desempeño de EVM comparables y confiables y pronósticos mejorados hasta la finalización con errores porcentuales absolutos medios bajos con respecto a los resultados reales. La metodología propuesta proporciona a los tomadores de decisiones un análisis flexible y fácil de interpretar, en una escala que es fácil de producir en una hoja de cálculo impulsada por VBA sin recurrir a software propietario, integrando múltiples perspectivas de incertidumbre.	El modelo permite: Mejora del seguimiento y la previsión de costes y tiempo del proyecto, al tiempo que integra múltiples perspectivas de incertidumbre; La matriz de cálculo principal se expresa de manera ilustrativa como un diagrama de progreso de desglose del trabajo (WBPD) en términos de relativamente pocos elementos de trabajo de alto nivel que impulsa el análisis en una escala que es fácil de manipular y visualizar; Los cálculos se basan en el análisis de WBPD para cuantificar múltiples incertidumbres, riesgos a la baja en el presupuesto y los objetivos del cronograma y las criticidades en el proyecto y los niveles de elementos de trabajo para intervalos múltiples y regulares a lo largo de un cronograma planificado de referencia; Aplicabilidad a proyectos a gran y pequeña escala con múltiples trayectorias de elementos de trabajo paralelos, lo que facilita la toma de decisiones del proyecto, la previsión hasta la finalización y el seguimiento a un alto nivel basado en WBPD de formato estándar como marcos de referencia; Integra fácilmente el análisis EVM para casos deterministas, difusos y estocásticos, lo que permite la calibración / ajuste de componentes difusos y estocásticos; Incorpora cálculos novedosos de la duración ganada centrados en elementos de trabajo de ruta crítica únicamente (por ejemplo, EDCpwt y DPICpwt) entregando pronósticos confiables hasta el final que dan peso a elementos de trabajo "críticos" y "cruciales".	La metodología, tal como se presenta, no incluye optimización; se centra en mejorar el seguimiento y la previsión del rendimiento de los costes y el tiempo de los proyectos en condiciones de incertidumbre. Sin embargo, esta metodología se puede ampliar para abordar varios requisitos de optimización, como el clásico problema de compromiso de tiempo y costo del proyecto (TCTP). Work in progress aplica un modelo de optimización estocástica de doble objetivo (costo tiempo) memético evolutivo a redes de proyectos complejos para resolver el TCTP. Además, debido a que la metodología realiza análisis de red y simulación utilizando código VBA seguido de muchas métricas de EVM calculadas para cada caso mediante fórmulas de hoja de cálculo, la metodología se puede extender para utilizar los solucionadores integrados de Excel (por ejemplo, búsqueda de objetivos, Solver) para aplicar ciertas restricciones. a casos específicos.	Se utilizó información de proyectos existentes, sin embargo no se verifica su aplicación profesional posterior.
24	Impact of a visual decision support tool in project control: A comparative study using eye tracking	Automation in Construction	J. Isaca, R. Pellerina, P.-M. Légerd	2020	Canadá	Comparación de métodos	Curva S	Curva S y observador de actividades.	Entrevista y exámen: Se solicitó a estudiantes y profesionales en la gerencia de proyectos que realizara un diagnóstico de una cartera de proyectos de 25 proyectos, mediante la aplicación de ambos métodos.	Este artículo presenta los resultados de un estudio comparativo donde se han seleccionado dos herramientas de apoyo a la decisión en el control de proyectos: la S-Curve y Observador de actividades. El objetivo de la investigación es caracterizar el impacto de la herramienta visual de apoyo a la decisión en el control del proyecto sobre la decisión del planificador del proyecto. Utilizando el seguimiento ocular, se llevó a cabo un experimento con 17 participantes en el que se les pidió que hicieran un diagnóstico sobre una cartera de proyectos. Los resultados muestran que, a pesar de que una representación mediante la curva S ayuda a reducir el tiempo de diagnóstico, ambas herramientas parecen tener el mismo efecto en la calidad del diagnóstico por parte del participante. Además, encontramos que una representación donde Observador de actividades está presente es menos exigente mentalmente que una representación donde la curva S está presente. Estos resultados sugieren que la S-Curve podría mejorarse para reducir la carga mental necesaria para analizarla y que las nuevas herramientas de visualización podrían ayudar a los planificadores de proyectos en su trabajo diario.	El objetivo de este artículo fue determinar si la herramienta de apoyo a la decisión visual elegida por el planificador del proyecto tiene un impacto en su decisión. Se concibió un estudio de base de usuarios para comparar la influencia de la S-Curve, una de las herramientas más habituales en el control de proyectos, y Observador de actividades, un nuevo marco conceptual para ilustrar el estado de un proyecto utilizando los índices de la metodología de valor ganado. Se solicitó a estudiantes y profesionales en la gerencia de proyectos que realizara un diagnóstico de una cartera de proyectos de 25 proyectos. Los resultados muestran que el tiempo de diagnóstico es más corto para la curva S, sin diferencias significativas en la precisión. El análisis de seguimiento ocular en áreas importantes de interés revela que la interpretación del estado del proyecto se facilita con Observador de actividades. La variación del diámetro de la pupila de los participantes y el recuento y la duración reducidos de la fijación son evidencia de que esta representación es menos exigente mentalmente para interpretar los datos que la curva S proporciona.	Se pueden mencionar tres límites para este estudio. El primero trata sobre el tamaño de los proyectos presentados a los participantes. Estaban compuestos de 8 a 13 actividades. Estos son proyectos relativamente pequeños. Un estudio donde se deben realizar proyectos de un tamaño más comparable a los proyectos de la vida real para confirmar los resultados aquí obtenidos. Este estudio también podría confirmar la capacidad de Observador de actividades para representar proyectos de construcción a gran escala según lo previsto por sus autores [12]. Un segundo límite es la ausencia de WBS en los proyectos utilizados en el presente estudio. Un estudio similar con proyectos a gran escala debería utilizar una EDT para descomponer los proyectos presentados a los participantes. Un tercer límite es que solo se utilizaron dos herramientas de apoyo a la toma de decisiones visuales. Este estudio pretendía ser un primer paso para clasificar las herramientas de soporte de decisiones visuales en el control de proyectos.	El modelo no muestra aplicación práctica tras los hallazgos. Asimismo, los datos de entrenamiento de los proyectos utilizados fueron inventados, es decir, no pertenecían a proyectos de la vida real.

25	Imprecise earned duration model for time evaluation of construction projects with risk considerations	Automation in Construction	Amir Mohammad Hamzeha, Seyed Meysam Mousavia, Hossein Gitinavardb	2020	Irán	Modificación de modelo existente	EDM (Técnica de la duración ganada)	Matrices de comparación con entradas de lógica difusa y triangular, así como el desarrollo de nuevos índices que representan el riesgo.	Estudio de caso: construcción de una cuencas de agua, para compararse con 4 métodos más que aplicaban lógica difusa.	El control y la previsión del tiempo de ejecución de los proyectos son cuestiones fundamentales para llevar a cabo los proyectos a tiempo. En este sentido, EDM es una técnica bien conocida para determinar y estimar el desempeño del tiempo del proyecto sin depender de los datos de costos. Esta investigación propuso un nuevo enfoque triangular intuicionista fuzzy-EDM para hacer frente a la incertidumbre inherente de los proyectos. En este sentido, los TIFN como extensiones de los IFS son capaces de modelar cantidades imprecisas y reflejar la ambigüedad y la vacilación asociadas con los juicios de los expertos. Debido a la falta de consideraciones de riesgo en la estimación del tiempo de EDM, esta investigación presentó un nuevo indicador de desempeño del riesgo basado en el tiempo que se calculó en base a los nuevos RPM que afectan el tiempo del proyecto. Con este fin, se presentó un método intuicionista triangular de toma de decisiones de grupo difuso para determinar los pesos de los RPM y sus FC. Finalmente, se proporcionó un estudio de caso real sobre la construcción de cuencas de toma de agua de mar para demostrar la aplicabilidad del enfoque propuesto. Como resultado, el enfoque indicó que el proyecto estaba dentro del cronograma. Además, se estimó que el proyecto estaría terminado después de la duración prevista de la línea de base. Luego, se evaluó un estudio de caso utilizando cuatro enfoques clásicos de EDM mediante entradas difusas nítidas y triangulares para comparar sus resultados con el modelo propuesto y los datos reales del proyecto.	. Los hallazgos clave del estudio presentado fueron los siguientes: (1) Los resultados de la estimación del tiempo mostraron que el modelo propuesto preparó resultados más cercanos a los datos reales del proyecto en comparación con cuatro métodos clásicos de EDM. Por lo tanto, el modelo propuesto superó los enfoques clásicos de EDM; (2) El uso de conjuntos difusos intuicionistas triangulares en el modelo presentado ayudó a los profesionales a hacer frente a la imprecisión y la vaguedad del tiempo del proyecto y la información de riesgo y a evaluar el desempeño del tiempo del proyecto con mayor precisión en condiciones inciertas; (3) La consideración de las implicaciones de riesgo del mundo real por medio del TBRPI introducido hizo que el modelo fuera capaz de estimar con precisión el desempeño futuro del proyecto.	Para investigaciones futuras, la utilización de otras nuevas extensiones de conjuntos difusos de acuerdo con el nivel de incertidumbre del proyecto puede mejorar la aplicación de la propuesta.	El modelo se evalúa en un estudio de caso, lo que evidencia su bondad de aplicación.
26	Improving project forecast accuracy by integrating earned value management with exponential smoothing and reference class forecasting	International Journal of Project Management	Jordy Batselier, Mario Vanhoucke	2017	Bélgica	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado) y ESM (Técnica del cronograma ganado)	Método de doble suavizado exponencial	Estudio de caso: datos de 23 proyectos reales de la base de datos de (Batselier y Vanhoucke, 2015a) y disponible en www.or-as.be/research/database , fueron usados en el modelo, comparados a través de MAPE.	En este documento, la metodología de control de proyectos de gestión del valor ganado (EVM) se integra con el enfoque de pronóstico de suavizado exponencial. Esto da como resultado una extensión del EVM conocido y las fórmulas de pronóstico de costo y tiempo del programa ganado (ES). Se identifica una clara correspondencia entre los enfoques establecidos y el método recientemente introducido, llamado XSM, que podría facilitar la implementación futura. Más específicamente, solo se necesita un parámetro de suavizado para calcular el factor de rendimiento de EVM mejorado. Además, este parámetro se puede ajustar dinámicamente durante el progreso del proyecto en función de la información del desempeño pasado y / o acciones de gestión anticipadas. Además, la técnica de pronóstico de clase de referencia (RCF) se puede incorporar al XSM. Los resultados de 23 proyectos de la vida real muestran que, tanto para el pronóstico de tiempo como para el costo, el XSM exhibe una mejora considerable en el desempeño general con respecto a los métodos de pronóstico de proyectos más precisos identificados por investigaciones previas, especialmente cuando se incorpora el concepto RCF.	Las precisiones de pronóstico del enfoque estático y dinámico del XSM se compararon con las precisiones de los métodos de pronóstico EVM establecidos más comunes y de mejor rendimiento, y esto tanto por tiempo como por costo. Para ello, los datos de 23 proyectos reales de la base de datos de (Batselier y Vanhoucke, 2015a) y disponible en www.or-as.be/research/database , fueron usados. La comparación de MAPE indica que el XSM tiene el potencial de producir pronósticos que son en promedio un 14,8% más precisos con respecto al mejor método de pronóstico de tiempo de EVM (es decir, ESM-1) e incluso un 25,1% más preciso en comparación con el mejor método de previsión de costes EVM (es decir, EAC-CPI). Sin embargo, en la práctica sería difícil explotar todo el potencial del XSM, ya que esto requeriría el conocimiento de β optar antes del inicio del proyecto. Sin embargo, incluso para la aplicación estática más rudimentaria del XSM (es decir, basada en β optar, α), todavía hay una mejora de rendimiento promedio con respecto a los principales métodos de pronóstico de tiempo y costo de EVM de 2,3% y 4,5%, respectivamente. El enfoque dinámico cuantitativo, por otro lado, produce resultados de precisión que son ligeramente peores que los que se acaban de presentar y no pueden mejorarse más. Por el contrario, el rendimiento del enfoque estático se puede mejorar mediante la consideración de clases de referencia. De hecho, al aplicar β optar, α para una clase de referencia de proyectos similares dentro de la base de datos utilizada, las ganancias de precisión con respecto a los mejores métodos de pronóstico de EVM aumentan hasta un 13,9% por tiempo y un 22,2% por costo. Observe que el XSM parece funcionar mejor en términos de costos que de pronósticos de tiempo, aunque las mejoras pueden considerarse considerables en ambos contextos.	Los resultados obtenidos indican así que el XSM, que integra la metodología EVM con la técnica de suavizado exponencial, presenta un gran potencial para mejorar la precisión de las previsiones de proyectos, ciertamente al incorporar también el concepto RCF. Por tanto, el objetivo que refleja el título de este artículo puede considerarse alcanzado. Sin embargo, es importante señalar que la evaluación actual se realizó en un conjunto de datos de 23 proyectos. Por lo tanto, no es nuestra intención proporcionar conclusiones generalizables, sino más bien una indicación confiable del potencial de una técnica de pronóstico recientemente desarrollada. El XSM, y especialmente la versión más prometedora basada en β optar, α - por lo tanto, debe probarse aún más en un grupo más grande de proyectos (de la vida real). Otros temas de investigación futura son la comparación del XSM con otros métodos de pronóstico de última generación (basados en EVM), la evaluación del efecto de la frecuencia y regularidad del seguimiento en el desempeño del XSM, la investigación de las posibilidades de el enfoque dinámico cualitativo del XSM, y la evaluación del efecto de la serialidad del proyecto y la regularidad del proyecto (Batselier y Vanhoucke, en press-b) sobre la precisión de los pronósticos de tiempo y costos de XSM.	El modelo se evalúa en 23 estudios de caso, lo que evidencia su bondad de aplicación.
27	Monitoring project duration and cost in a construction project by applying statistical quality control charts	International Journal of Project Management	Reza Aliverdi, Leila Moslemi Naeni, Amir Salehipour	2013	Irán	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado)	Gráficos de control de calidad estadístico	Estudio de caso: proyecto de construcción de Irán.	El valor ganado es una técnica líder en el seguimiento y análisis del desempeño y el progreso del proyecto. Aunque permite la medición exacta del progreso del proyecto y puede descubrir cualquier desviación de tiempo y costo del plan, su capacidad para informar el nivel aceptado de desviación no está bien estudiada. Este estudio presentó un enfoque para superar esta limitación mediante la aplicación de gráficos de control de calidad estadístico para monitorear los índices de valor ganado. Para este propósito, los índices de rendimiento de tiempo y costo del proyecto de un proyecto de construcción real se monitorearon regularmente en gráficos de control individuales. Los resultados fueron bastante prometedores y no solo compitieron bien con los enfoques tradicionales, sino que también mejoraron el conocimiento del equipo sobre el desempeño del proyecto. Al final, se concluyó que el enfoque propuesto mejora sustancialmente el esquema de control del proyecto y mejora la capacidad de la técnica del valor ganado.	En este estudio se aplicaron gráficos individuales de control de calidad o gráficos ImR para monitorear el SPI y el CPI. Esta combinación ayuda a encontrar cambios importantes en el tiempo del proyecto y el progreso de los costos lo suficientemente pronto. Además, la combinación permite descubrir incluso tendencias muy pequeñas, aquellas que no se pueden reconocer si se utilizan enfoques simples. Para ayudar a los lectores a aplicar el enfoque propuesto a sus propios proyectos, se diseñaron gráficos de control ImR y se aplicaron a un proyecto de construcción. Como mostraron los resultados, el enfoque proporcionó al equipo del proyecto el comportamiento del desempeño del proyecto en forma de variaciones de causa común y causa especial junto con los niveles aceptados asociados. Esto último es importante y traerá advertencias sobre tendencias futuras hasta el punto de cambios incluso muy pequeños.	Vale la pena mencionar que si bien el enfoque propuesto se puede aplicar con éxito a otros índices de EV, se puede personalizar de acuerdo con el proyecto en ejecución, considerando factores como la distribución subyacente de las mediciones de los índices de EV (muestras) y su dependencia o independencia. Aunque el enfoque no se limita a las distribuciones subyacentes de las mediciones de los índices, debemos tener en cuenta que se limita solo a datos independientes. Por lo tanto, siempre que los datos sean estadísticamente independientes, el método se puede aplicar con éxito a los proyectos, sin importar cuál sea la distribución subyacente.	Se muestra un ejemplo de aplicación del modelo, sin embargo, se propone mayor uso del mismo para verificar sus bondades.

28	Multivariate statistical control chart and process capability indices for simultaneous monitoring of project duration and cost	Computers & Industrial Engineering	Hengameh Hadiana, Ali Rahimifard	2019	Irán	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado)	Carta de control estadística aplicando la técnica T de Hotelling	Estudio de caso: proyecto utilizado en investigación previa.	Las técnicas de control estadístico de procesos (SPC) se han implementado en algunos estudios para determinar los límites de acción en los índices de gestión del valor ganado (EVM) para ayudar a los gerentes de proyecto a monitorear el desempeño del proyecto. Sin embargo, estos índices están correlacionados, la dependencia de gráficos de control univariados cuando hay más de una variable involucrada y están correlacionados puede conducir a resultados insatisfactorios, como el aumento de la tasa de falsas alarmas. Este estudio presentó un enfoque para superar esta limitación mediante la aplicación de la T de Hotelling multivariante 2 gráfico de control, para tener en cuenta las posibles correlaciones entre los indicadores de EVM y describir la capacidad completa del desempeño del proyecto con mayor precisión. Además, para cuantificar qué tan bien un proyecto puede cumplir con sus requisitos, se introducen algunos índices prácticos de capacidad de proceso multivariante (PCI). Este enfoque proporciona a la gerencia información más confiable sobre las desviaciones entre el desempeño planificado y real, tanto en términos de tiempo como de costo simultáneamente.	En este estudio, el concepto de SPC multivariante se adapta para el monitoreo simultáneo de la duración y el costo del proyecto utilizando métricas de desempeño de EVM. Aunque las técnicas de SPC se han implementado en algunos estudios con el fin de determinar los límites de acción en los índices de EVM para ayudar a los gerentes de proyecto a controlar un proyecto, hay una falta de estudio con respecto a las SPC multivariadas y las PCI para describir la capacidad completa del proyecto. rendimiento con mayor precisión. Dado que los índices de EVM están correlacionados, la región de control multivariada correcta es considerablemente diferente de la región de control determinada mediante gráficos individuales. Por lo tanto, la dependencia de gráficos de control univariados puede llevar a insatisfacción. Resultados de fábrica como el aumento de la tasa de falsas alarmas. Además, cuando se emplean gráficos univariados, es difícil determinar el nivel de significación general del uso simultáneo de estos gráficos. Por lo tanto, en este estudio, la T de Hotelling 2 El gráfico de control se emplea para tener en cuenta las posibles correlaciones entre los indicadores de EVM y describir la capacidad completa del desempeño del proyecto con mayor precisión. Además, la región de tolerancia elíptica, que es una tolerancia bivariada, para las dos variables de CPI y SPI se traza dentro de la cual los puntos deben caer si el proceso está en un estado de control estadístico. Además, para cuantificar qué tan bien un proyecto puede cumplir con sus requisitos, en este documento se presentan algunos PCI multivariados prácticos. Estos índices incluyen MCPaquete que es un índice similar a Cpag o Cpaquete en los casos univariados y DPM que mide el número de ítems no conformes por millón. Además, se obtiene Z que iguala el valor de una variable aleatoria normal estándar correspondiente al DPM calculado. Finalmente, en este estudio se obtiene SQL que es una métrica que utilizan las empresas que aplican técnicas Six Sigma para cuantificar el nivel de calidad en sus procesos.	Si bien este estudio ofrece el potencial para mejorar el monitoreo del proyecto, las extensiones de este enfoque y también algunas limitaciones de este estudio contribuirán a nuevos desafíos de investigación. En primer lugar, la mayoría de los gráficos de control de SPC y los PCI para casos univariados y multivariados dependen en gran medida del supuesto de que los datos siguen una distribución normal o al menos pueden aproximarse mediante una distribución normal. Por lo tanto, en este artículo, el procedimiento de prueba de normalidad multivariante examinó si la muestra de datos puede tener una distribución normal multivariada o no. En realidad, la mayoría de las medidas de proceso siguen aproximadamente la distribución normal y también existen algunos métodos para transformar el conjunto de datos distribuidos normalmente en uno distribuido normalmente. Sin embargo, este no es siempre el caso en los procesos reales. En segundo lugar, considerar otros índices de EVM, emplear varios tipos de gráficos de control de SPC multivariados y PCI y comparar los resultados son otros temas interesantes para futuras investigaciones en esta área. En tercer lugar, este estudio se centró principalmente en la implementación de SPC multivariante para continuar monitoreando el desempeño del proyecto y, por lo tanto, no incluye análisis de causa y efecto o entrada de acciones correctivas, ni el uso de estos métodos para predecir la duración y el costo del proyecto.	Se utilizan proyectos reales para la generación del modelo.
29	Performance Monitoring of Project Earned Value Considering Scope and Quality	KSCE Journal of Civil Engineering	Guangping Liu, Han Jianga	2019	China	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado)	Metodología para el ajuste de la línea base del proyecto.	Simulación de proyectos: con 9 actividades, comparando los pronósticos con el EVM tradicional.	En este trabajo se diseñó un proceso y método de monitoreo del desempeño del valor ganado del proyecto considerando el alcance y la calidad, y se analiza su aplicación a partir de un caso específico. Los resultados muestran que el cronograma del proyecto científico y los resultados del desempeño de costos pueden obtenerse integrando el alcance y la calidad en el sistema de monitoreo del desempeño del valor ganado del proyecto, al mismo tiempo que se consideran los cambios de línea de base del proyecto basados en la actividad y las perspectivas de la ruta crítica.	El método tradicional EVM no considera de manera integral el impacto de los cambios en el alcance y la calidad de un proyecto en el desempeño de costos y el desempeño del cronograma del proyecto, y luego descuida la revisión de la línea de base del proyecto en el proceso de monitoreo del desempeño del valor ganado del proyecto, eventualmente conduce a resultados incorrectos de la evaluación del desempeño del valor ganado del proyecto. El método de monitoreo del desempeño general del EVM también experimentará resultados incorrectos con respecto al desempeño de costos del proyecto y el desempeño del cronograma. Desde la perspectiva de la descomposición del índice, este artículo analiza los principios del método EVM mediante la combinación de un índice de precios y un índice de cantidad, y luego analiza los problemas existentes de EVM supervisión del rendimiento. Teniendo en cuenta la influencia del alcance y la calidad en el desempeño del valor ganado de un proyecto, se diseñó un nuevo proceso y método de monitoreo para evaluar el desempeño del valor ganado de un proyecto con respecto a la revisión de la línea de base, las actividades y la ruta crítica del proyecto. Utilizando una ilustración de caso que compara el tiempo estimado de finalización del proyecto y los costos reales previstos al finalizar en tres situaciones, se puede ver que la lógica de análisis del método tradicional de gestión del valor ganado del proyecto no es rigurosa y los resultados del análisis no son válidos si no se consideran los cambios de la línea de base del proyecto y la ruta crítica y utiliza la EVM para llevar a cabo el seguimiento del rendimiento global. El método EVM de monitoreo del desempeño que consideró el cambio de línea de base y se basa en las actividades y la ruta crítica puede realmente obtener el desempeño del cronograma del proyecto y el desempeño de los costos.	Un proyecto no solo gestiona el costo, el cronograma, la calidad y el alcance, sino que también necesita administrar el riesgo, los recursos humanos, las adquisiciones y otros factores. La gestión de la integración de proyectos debe considerar la relación de configuración entre múltiples factores. Este documento solo analiza la gestión integrada del costo, el cronograma, la calidad y el alcance del proyecto, la investigación futura debe integrar más factores en el sistema de gestión del valor ganado del proyecto y desarrollar, incluyendo el método de gestión del valor ganado del proyecto y los procesos de implementación de más factores, enriquecer continuamente el teoría y método de gestión del valor ganado del proyecto.	
30	Predicting project duration and cost, and selecting the best action plan using statistical methods for earned value management	Journal of Project Management	Sajad Soltana, Maryam Ashrafia	2020	Irán	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado)	Gráficos de control de calidad estadístico para las variables de EVM.	Estudio de caso: construcción de edificio residencial en Holanda.	El uso del método de gestión del valor ganado para controlar el estado actual de los proyectos y predecir el estado futuro de los proyectos ha tenido muchas ventajas. Representar el estado del proyecto y predecir el desempeño del proyecto mediante varios indicadores son algunas de las características de este método. Como estos indicadores son deterministas, el riesgo de predicción aumenta cuando aumenta el número de riesgos en un proyecto. Por lo tanto, se pueden emplear métodos estadísticos para estimar la distribución estadística de riesgos y aumentar notablemente la precisión de las predicciones. El propósito de este documento es presentar un método para predecir la duración del proyecto y el costo del proyecto y seleccionar el mejor plan de acción. Los gráficos de control se utilizan junto con el método de gestión del valor ganado para aumentar la precisión. Este modelo también brinda la posibilidad de seleccionar el mejor plan de acción para mejorar el desempeño del proyecto. Además, este método se puede aplicar en cada fase del proyecto por separado. Finalmente, se utiliza un estudio de caso para investigar la validez del método propuesto.	En este documento, se desarrolla un método para predecir la duración y el costo de finalización del proyecto. Este modelo proporciona una predicción de intervalo del estado futuro del proyecto utilizando el método de gestión del valor ganado. Además, este modelo puede proporcionar el mejor plan de acción basado en el estado actual del proyecto de forma dinámica. Además, el método de gestión del valor ganado se utiliza como una de las formas más populares de medir el rendimiento del proyecto y la duración del proyecto y la predicción de costos. Hay tres ventajas principales del método propuesto en el presente documento. En primer lugar, dado que en el método propuesto se utilizan gráficos de control para los indicadores apropiados, aumenta la precisión de este modelo para predecir la duración y el costo del proyecto. En segundo lugar, en este modelo se brinda la posibilidad de seleccionar el mejor plan de acción para controlar y mejorar el desempeño del proyecto. En tercer lugar, este método se utiliza en cada fase por separado, lo que conduce a un aumento en la precisión del modelo.	Una de las principales limitaciones de esta investigación es que, dado que el mejor plan de acción se obtiene mediante juicios de expertos, el análisis de sensibilidad sobre el resultado es imposible. La investigación futura puede superar esta limitación utilizando un modelo matemático para integrar la previsión del estado final del proyecto y la selección del mejor plan de acción.	Se utiliza un estudio de caso para predecir las bondades del método.

31	SINGULARITY FUNCTIONS TO ENHANCE MONITORING IN THE LAST PLANNER SYSTEM	27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)	Ali Ezzeddine, Lynn Shehab, Farook Hamzeh, Gunnar Lucko	2019	Libano	Modificación de modelo existente	Last planner System	Funciones de singularidad	Ejemplo académico: Ejemplo de aplicación simulado.	Este documento tiene como objetivo mejorar el aspecto de control de LPS antes del final de la ejecución para terminar según lo programado. Su objetivo es mejorar el WWP monitoreando el progreso del proyecto diariamente para tener suficiente tiempo para las medidas correctivas, ponerse al día con el cronograma planificado y minimizar las pérdidas de tiempo y recursos. El enfoque permite a los participantes del proyecto comparar el progreso planificado con el real, calcular la mejora requerida si es necesario y recibir alertas si pueden ocurrir retrasos en cascada. Calcula el Índice de confiabilidad del proceso (PRI) para verificar si se necesita una asignación adicional de mano de obra para terminar el trabajo requerido, comprueba la congestión en las áreas de trabajo y predice el posible porcentaje del plan completo (PPC) antes del final de la semana de ejecución. Además, este trabajo propone una nueva métrica que muestra la confiabilidad del equipo en la aplicación de las mejoras recomendadas. Esta métrica permite planes de mejora más realistas en comparación con intentos anteriores. El enfoque de monitoreo se puede aplicar a proyectos lineales, repetitivos y basados en la ubicación. Las funciones de singularidad se utilizan como modelo central porque son adecuadas para tales programas. Se pueden implementar en diversas aplicaciones informáticas. Se usa un ejemplo para evaluar el enfoque y lo encuentra confiable. este artículo propone una nueva métrica que muestra la confiabilidad del equipo en la aplicación de las mejoras recomendadas.	Investigaciones anteriores utilizaron funciones de singularidad para construir horarios lineales. Sin embargo, este estudio los utiliza para monitorear y pronosticar el progreso de la actividad. Ofrece una herramienta fácil de usar que se ajusta a la filosofía LPS existente y lo suficientemente simple para que la comprenda la mayoría del personal del sitio. La herramienta ha demostrado su precisión en el cálculo de los datos requeridos. Además, no tiene limitaciones en la cantidad de actividades que se pueden ingresar. En esta investigación se utilizan varias métricas del LPS. El PPC se pronostica a partir del progreso real de la actividad durante la semana de ejecución para mostrar signos tempranos de la confiabilidad de la planificación anticipada. La segunda métrica es el PRI, que se utiliza como factor de modificación de la tasa máxima de producción para calcular la asignación de recursos. Se sugiere una nueva métrica, que es el PIC para la confiabilidad para implementar las mejoras requeridas durante la ejecución. Se recomienda que se utilice PIC junto con las tasas máximas de producción que son modificadas por PRI para asegurar que las mejoras requeridas sean racionales y dentro de la capacidad de la tripulación. Mientras que PPC muestra la confiabilidad de las promesas hechas a nivel de WWP, PIC muestra la confiabilidad de las promesas hechas durante la semana de ejecución cuando se prometió realizar las mejoras.	Se pueden desarrollar métricas adicionales que muestren el volumen de mejora que se realizó calculando la diferencia entre las tasas de producción antiguas y nuevas para cada actividad y combinándola con el porcentaje de finalización. Este método debe probarse en un proyecto real como un estudio de caso y se podrían realizar mejoras. Las mejoras en las tasas de producción deben estar vinculadas a Takt Time para todas las actividades. Takt Time ayuda a garantizar un programa estandarizado al evitar variaciones en las tasas de producción. Otros desarrollos podrían transformar la implementación informática actual en una aplicación móvil interactiva que ofrezca características más ajustadas para facilitar el proceso de monitoreo y control.	No se muestra aplicación práctica del modelo.
32	Stability and accuracy of deterministic project duration forecasting methods in Earned Value Management	Ingeniería, Construcción y Gestión de Arquitectura	Alexis Barrientos-Orellana; Pablo Ballesteros-Pérez; Daniel Mora-Meliá; Maria Carmen González-Cruz; Mario Vanhoucke	2021	Chile	Comparación de métodos	EVM (Técnica del valor ganado)	Para calcular la precisión de los métodos se utilizó el MSE (errores cuadrados medios) y MAPE (errores porcentuales absolutos medios). Para calcular la estabilidad, se acudió a: Correlación lineal de Pearson (R), Correlación de rango de Spearman (ρ) y el rango de Kendall.	Simulación de proyectos: 4100 proyectos generados con RanGen2.	Este artículo presenta un exhaustivo análisis de estabilidad y precisión de 27 métodos deterministas de previsión de duración de proyectos EVM. Se mide la estabilidad a través de los coeficientes de correlación de Pearson, Spearman y Kendall; mientras que la precisión es medida por medio de los errores porcentuales absolutos medios y cuadrados. Estos parámetros son determinados en intervalos de diez percentiles para rastrear el progreso de un proyecto dado en 4.100 redes de proyectos con topologías variadas. Los hallazgos apoyan que la estabilidad y la precisión están inversamente correlacionadas para la mayoría de métodos de pronóstico, y también sugieren que ambos empeoran significativamente a medida que las redes de proyectos se vuelven cada vez más paralelos. Sin embargo, el AT + PD-ESmin es el método de pronóstico que se destaca como el más preciso y confiable.	Los resultados más relevantes señalan que casi todos los métodos EAC (t) producen estimaciones muy inexactas hasta que se complete al menos la mitad del proyecto. Al contrario, en el último tercio del proyecto, la mayoría de los métodos son muy precisos. En cuanto a la estabilidad, la mayoría de los métodos EAC (t) son bastante inestables en el primer tercio de la ejecución del proyecto. Sin embargo, en el último tercio, todos los métodos EAC (t) se vuelven bastante estables. En cuanto a la topología del proyecto, los resultados apoyan que la estabilidad y la precisión son correlacionados inversamente para la mayoría de los métodos EAC (t), y que ambos empeoran significativamente a medida que las redes del proyecto se vuelven más paralelas (principalmente para proyectos con SP <30%). Entre los métodos EAC (t) de mejor rendimiento, el método 22: AT + PD-ESmin es bastante estable y altamente preciso, incluso desde las primeras etapas del progreso del proyecto. También se muestra prometedor para mejorar aún más su precisión y estabilidad combinándolo con otros métodos similares que utilizan las métricas ESmin y ESmax.	Las limitaciones de este estudio están principalmente relacionadas con el tamaño de los proyectos en el conjunto de datos y el número de simulaciones realizadas en cada proyecto. En cuanto al tamaño del proyecto, todas las redes tenían 30 actividades (no ficticias). En cuanto al número de simulaciones, solo se realizaron 100 ejecuciones de simulación por proyecto. El tamaño y el número de simulaciones fueron intencionalmente restringidas para evitar que el número de cálculos se dispersen, especialmente cuando se trata de calcular el coeficiente de correlación de rango de Kendall. Sin embargo, considerando que el análisis abarcó 4,100 proyectos diferentes, aún esperamos que nuestros resultados sean lo suficientemente representativos de la mayoría de los proyectos de construcción reales	No se muestra aplicación práctica del modelo. Los proyectos utilizados, fueron generados a través de IA.
33	Statistical Learning Techniques for Project Control	22nd International Congress on Project Management and Engineering	Acebes F, Pajares J, López-Paredes	2018	España	Modelo nuevo	EVM (Técnica del valor ganado) y técnicas estadísticas	Simulación de MonteCarlo, algoritmos lineales (Regresión lineal (LR), Regresión lineal generalizada (GLM) y Regresión lineal penalizada (GLMNET)) así como algoritmos no lineales (Árboles de clasificación y regresión (CART), Máquinas de vectores de soporte con un función de base radial (SVM) y k-Vecinos más cercanos (KNN)) para buscar cuál de ellos ofrece una mayor precisión en la predicción.	Estudio de caso: red de proyectos previamente utilizada por (Lambrechts, Demeulemeester y Herroelen, 2008)	En este trabajo, se ha propuesto una metodología para controlar proyectos modelados estocásticamente, utilizando técnicas estadísticas avanzadas. En cualquier etapa del desarrollo del proyecto, el gerente de proyecto puede monitorear y controlar el estado del proyecto. Los únicos datos para alimentar el algoritmo que se necesitan son la definición estocástica del proyecto, la curva de valor planificada, los cálculos tradicionales de la metodología Earned Value, en el instante de control y, finalmente, aplicar la simulación de Monte Carlo para obtener una base de datos con la que aplicar la clasificación estadística y técnicas de regresión.	Este enfoque permite detectar situaciones anómalas con respecto a la definición del proyecto, considerando la posible correlación entre tiempo y costo que las metodologías anteriores ignoraban. Además, también se pueden calcular las probabilidades de retrasos y sobrecostos en cada punto de control. Toda esta información también se puede integrar visualmente en una serie de gráficos proporcionados por la aplicación de software. Esta metodología es un gran paso adelante en comparación con las anteriores. Con respecto a la metodología EVM, ya que incorpora incertidumbre en la definición de las actividades. Con estas condiciones podemos observar el estado actual del proyecto y predecir el estado futuro, considerando la definición estocástica de las actividades. Ningún clasificador o técnica de regresión es universalmente mejor que cualquier otro para todos los contextos posibles, y predecir de antemano el desempeño relativo es una tarea desafiante (Bradley, 1997, Hastie et al., 2009). El marco propuesto es independiente de los algoritmos y se puede adaptar para ser utilizado con cualquier otro método de detección, clasificación y regresión o futuro. Para ilustrar el ejemplo, se han utilizado algunas de las técnicas más avanzadas, sin embargo, el enfoque no se basa en la clasificación precisa o el algoritmo de regresión utilizado. Por el contrario, proponemos la valoración de varias técnicas y según el caso elegir la adecuada para el proyecto concreto mediante validación cruzada.	La investigación futura puede determinar la relación a priori entre las propiedades del proyecto (número de tareas, distribuciones de probabilidad utilizadas, grado de paralelización del proyecto, etc.) y los resultados de predicción de los diferentes clasificadores y métodos de pronóstico.	No se muestra aplicación práctica del modelo.

34	Support Vector Machine Regression for project control forecasting	Automation in Construction	Mathieu Wauters, Mario Vanhoucke	2014	Bélgica	Modelo nuevo	Modelos de IA	Máquina de vectores de soporte (SVM).	Simulación de proyectos: 900 redes de proyectos, con 30 actividades y duraciones y costos de actividades aleatorios.	Las máquinas vectoriales de soporte son métodos que se derivan de la inteligencia artificial e intentan aprender la relación entre las entradas de datos y uno o varios valores de salida. Sin embargo, la aplicación de estos métodos apenas se ha explorado en un contexto de control de proyectos. En este documento, se presenta un análisis de pronóstico que compara el modelo de Regresión de Vector de Soporte propuesto con los métodos de Valor Ganado y Programa de Ganancia de mejor desempeño. Los parámetros de la SVM se ajustan mediante un procedimiento de validación cruzada y búsqueda de cuadrícula, después de lo cual se lleva a cabo un gran experimento computacional. Los resultados muestran que la regresión de la máquina de vectores de soporte supera a los métodos de pronóstico disponibles actualmente.	Este artículo presenta una metodología de seis pasos para aplicar un conocido método de Inteligencia Artificial, Máquinas de vectores de soporte, a un entorno de control de proyectos. En la primera fase, se generó un conjunto diverso de redes de proyectos. A continuación, se utilizaron simulaciones de Monte Carlo para introducir variabilidad en la duración de las actividades individuales. Los datos de control del proyecto resultantes se midieron periódicamente y se capturaron utilizando indicadores de Gestión del Valor Ganado. Luego, el conjunto de datos se particionó en un conjunto de entrenamiento y prueba. Dado que cada método requiere algún ajuste de parámetros, se implementó una validación cruzada usando 5 pliegues y un procedimiento de búsqueda de cuadrícula. Luego, la configuración de los parámetros se aplicó a un conjunto de prueba, lo que nos permitió comparar el rendimiento de pronóstico del SVR con los métodos actuales de pronóstico de tiempo y costo. uando el conjunto de entrenamiento es idéntico al conjunto de prueba, los resultados muestran que el SVR supera a los otros métodos de pronóstico en todos los niveles del factor SP y todas las configuraciones de simulación de Monte Carlo, que se capturaron utilizando 6 escenarios. El modelo SVR muestra la mejora característica en el desempeño del tiempo a medida que avanza el proyecto. Como muchos otros métodos, la regresión de vectores de soporte es un método de "entrada de basura y salida de basura", que requiere que el gerente de proyecto tenga una buena comprensión de la variabilidad subsiguiente. Esto se demostró mediante un experimento en el que se combinaron todos los niveles del conjunto de entrenamiento y prueba. Al mismo tiempo, hemos demostrado que si el conjunto de entrenamiento se parece al conjunto de prueba sin ser idéntico o completamente diferente, se puede mantener el rendimiento superior del método SVR. Si bien es natural que los métodos de aprendizaje estén sujetos a un rendimiento muy variable si el conjunto de entrenamiento no se corresponde con el conjunto de prueba, el experimento de robustez revela una advertencia para los gerentes de proyecto que deseen aplicar el modelo SVR propuesto. Si el director del proyecto no evalúa correctamente el conjunto de prueba (o, por extensión, sus parámetros), es más prudente optar por uno de los métodos de pronóstico disponibles actualmente. Sin embargo, si es posible determinar de manera realista los parámetros que dan lugar a la variabilidad de una actividad, se pueden obtener mejoras significativas en la predicción mediante el uso del modelo de RVS	Los resultados de este documento son basado en simulaciones y aún no ha pasado la prueba de validación empírica. Sin embargo, el conjunto de datos topológicamente diverso debe considerarse como un disparador para aplicar el modelo de RVS e incorporar atributos específicos del sector.	No se muestra aplicación práctica del modelo.
35	The prediction and control of project duration: a recursive model	International Journal of Project Management	Neil Hardie	2001	Australia	Modelo nuevo	PERT	Redes recursivas de proyectos modeladas como un proceso de Markov.	Ejemplo académico: Ejemplo de aplicación simulado, con proyecto de 10 etapas.	La mayoría de los grandes proyectos se sobrepasan. Esto indica que los actuales sistemas de planificación y control son inadecuados. Este documento sugiere que el problema de los sistemas de planificación como el PERT es que suponen que las actividades son independientes y que las actividades del proyecto se desarrollan en una secuencia lineal. En la práctica, los proyectos se comportan como redes recursivas, con reversiones a etapas anteriores para rectificar o incorporar cambios. En este documento se afirma que la probabilidad de volver a un estado anterior es el principal factor que determina la duración del proyecto. Este tipo de red recursiva puede modelizarse como un proceso de Markov. Este artículo utiliza un modelo sencillo para demostrar que el análisis de Markov puede representar el comportamiento de los proyectos reales mejor que el PERT.	El análisis de Markov esbozado en este documento pretende ayudar a desarrollar un sistema más sensato de planificación, predicción y control del comportamiento de los proyectos, que refleje muchas de las creencias intuitivas sobre la forma en que deben gestionarse los proyectos. La aplicación de un análisis de cadenas de Markov a los proyectos. La planificación, que tiene en cuenta los bucles de retorno a las actividades anteriores durante el curso de un proyecto, proporciona un modelo más realista de cómo se comportan los proyectos reales. Ofrece un mecanismo que explica los grandes excesos que se producen en los grandes proyectos. También justifica que las actividades iniciales del proyecto, como la especificación y el diseño, sean los factores clave para cumplir los plazos. Este análisis no tiene por qué sustituir a la red PERT estocástica tradicional. No hay ninguna razón por la que el análisis de Markov cíclico no pueda utilizarse junto con el análisis basado en la distribución de los tiempos de las actividades individuales; los dos pueden superponerse fácilmente: un primer análisis utilizando los tiempos más probables y las probabilidades de reversiones, y un segundo análisis aplicando la incertidumbre para las duraciones de las actividades individuales.	No sustituye por completo la implementación de PERT para la planificación y control de los proyectos.	No se muestran aplicaciones prácticas del modelo.
36	THE UTILIZATION OF ROBUST INTELLIGENT MODEL FOR PROJECT DURATION PREDICTION	ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences	Saadi Shartoooh Sharqi	2018	Iraq	Modelo nuevo	Modelos de IA	Máquina de aprendizaje extremo (ELM).	Estudio de caso: se evaluó el método con datos de 5 proyectos de Turquía.	La duración de la construcción de cualquier proyecto se basa en varios indicadores, como las características del sitio, ubicación de la construcción, costo del proyecto, métodos de adquisición y muchos otros factores. Predecir la duración del proyecto de construcción con precisión es muy importante para completar el proyecto a tiempo. En esta investigación, la aplicación de la técnica de computación blanda, a saber, el modelo de máquina de aprendizaje extremo (ELM), se utiliza para predecir la duración del proyecto de construcción. El estudio se lleva a cabo utilizando varios factores que afectan la duración prevista del proyecto de construcción. El conjunto de datos implementado se obtuvo del departamento de construcción y trabajos técnicos de la Universidad Técnica de Oriente Medio. El modelo ELM propuesto se verificó en comparación con el modelo de red neuronal artificial (ANN). El rendimiento de la precisión del modelado se inspeccionó utilizando varios indicadores estadísticos, como el coeficiente de determinación (R), error cuadrático medio (RMSE) y el error porcentual absoluto medio (MAPE). Los hallazgos de esta investigación mostraron una implementación muy confiable y práctica para el modelo ELM en la predicción de la duración del proyecto de construcción sobre el modelo GRNN muy conocido. En detalles más representables, la mejora de la (RMSE y MAPE) los valores para el modelo ELM sobre el modelo ANN fueron (51,5 y 50,8%).	En la investigación actual, se propone una máquina de aprendizaje extrema para predecir la duración del proyecto de construcción. Lo significativo de realizar esta investigación se debe a la necesidad de establecer un predictivo confiable y robusto para su aplicación y que se pueda implementar de manera práctica. Se recopilaron cinco conjuntos de datos de características de proyectos de construcción del departamento de trabajos técnicos de construcción, Ankara, Turquía. Para lograr esta hazaña, se utilizaron varias variables de construcción para determinar la duración del proyecto "la variable objetivo". Con el propósito de la validación, se desarrolló un modelo inteligente clásico llamado red neuronal artificial. Varias métricas de rendimiento calculadas, incluido el error absoluto y las medidas de aptitud. Se estableció con éxito la implementación del modelo ELM para la aplicación desarrollada. El nivel de similitud entre los valores predichos y reales se mejoró significativamente con el modelo ELM en comparación con el modelo ANN. Los contratistas pueden utilizar la utilización del modelo no ajustado propuesto para estimar la duración de la construcción y compararla con la duración suministrada anteriormente por el cliente para verificar la posibilidad de realizar el anuncio con el presupuesto dado en el momento especificado. Dicho modelado requiere sus propias bases de datos. Este enfoque de modelado basado en datos históricos del contratista será más concreto, práctico y confiable en comparación con los métodos subjetivos basados en estimaciones intuitivas que actualmente utilizan los planificadores.	No presenta aplicación para el seguimiento del desarrollo del proyecto, puesto que su aplicación apenas es fundamental en la planificación del proyecto.	No se presentan aplicaciones prácticas del modelo.
37	Using Earned Value Management with exponential smoothing technique to forecast project cost	Journal of Physics: Conference Series	Mengyuan Zhao, Xuemin Zi	2021	China	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado)	Técnica de suavizado exponencial	Estudio de caso: proyecto de 32 actividades de una planta industrial en América del sur.	El método de investigación de este artículo es combinar la conocida Gestión ganada (EVM) con la técnica madura de suavizado exponencial para simular los datos reales de 32 proyectos de simulación y predecir el costo final del proyecto. Después de comparar los resultados de la predicción con los resultados de decenas de miles de experimentos de simulación, los resultados finales de la investigación muestran que la combinación del índice de rendimiento de costos (CPI) de la gestión obtenida (EVM) y la técnica de suavizado exponencial simple tienen un rendimiento prometedor para la estimación de costos final del proyecto.	Este documento evalúa la combinación de CPI de EVM y tecnología de suavizado exponencial simple (SES) para predecir el costo final estimado del proyecto. Los resultados de la investigación apoyan muy bien esta idea. Los indicadores de rendimiento de costos juegan un papel clave en la predicción del costo del proyecto. La tecnología de suavizado exponencial simple (SES) es fácil de usar y formular, lo que hace que la predicción del costo final del proyecto sea fácil de operar y la programación más fácil de entender.	En este documento, solo se ha estudiado un tipo de proyecto y es necesario continuar la investigación de otros proyectos.	Se presenta la aplicación a un estudio de caso.

38	Prediction of project outcome The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes	International Journal of Project Management	Walt Lipke , Ofer Zwikael, Kym Henderson, Frank Anbari	2009	Estados Unidos	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado) y ESM (Técnica del cronograma ganado)	Técnicas estadísticas y límites de confianza.	Estudio de caso: doce proyectos, con un total de 497 meses de datos de EVM. La gestión del valor ganado (EVM) ha proporcionado métodos para predecir el costo final de los proyectos. En gran parte, estos métodos no se han mejorado desde sus inicios y, con una excepción, siguen sin estar fundamentados en cuanto a precisión. En la actualidad, la guía de aplicación de EVM no admite la predicción de la duración final del componente de programación de los proyectos. El objetivo de esta investigación es mejorar la capacidad de los gerentes de proyectos para tomar decisiones informadas al proporcionar un método de pronóstico confiable del costo final y la duración. El método presentado y su evaluación hacen uso de un método de gestión de proyectos bien establecido, una técnica reciente para analizar el desempeño del cronograma y las matemáticas de la estadística para lograr su propósito: EVM, cronograma ganado (ES) y métodos de prueba y predicción estadística. El método de cálculo propuesto se estudió utilizando datos de 12 proyectos. Se ha demostrado que los resultados tanto del costo final como de la duración son lo suficientemente confiables para la aplicación general del método de pronóstico. Se fomenta el uso del método; se puede aplicar independientemente del tipo de obra o del costo y la magnitud de la duración del proyecto.	Este documento proporciona los resultados para predecir el resultado del proyecto a partir de la aplicación de métodos estadísticos al IPC de EVM y SPI (t) de ES. La prueba estadística de los límites superior e inferior previstos para el costo del proyecto y la duración del cronograma indica, en general, un buen desempeño del método propuesto, independientemente del nivel de confianza elegido. Se vio que al aumentar el nivel de confianza aumenta la probabilidad de tener límites confiables. El uso de una confianza del 98% proporcionó una previsión muy buena a partir de un 10% completo. Con un 90% de confianza, se observó una predicción confiable de límites altos y bajos comenzando con un 60% completo. Debido a las características únicas de los datos, se postula que el 90% de confianza es apropiado para la mayoría de las circunstancias.	El tamaño de la muestra para efectuar la evaluación del método, podría incluir mayor cantidad de proyectos, con características diversas en cuanto a tamaño, costo y alcances.	No se presentan aplicaciones prácticas del modelo, más que la evaluación del mismo.
39	Estimate at Completion for construction projects using Evolutionary Support Vector Machine Inference Model	Automation in Construction	Min-Yuan Cheng, Hsien-Sheng Peng, Yu-Wei Wu, Te-Lin Chen	2011	Taiwan	Modelo nuevo	Modelos de IA	Algoritmo genético desordenado rápido (fmGA) y la Máquina de vectores de soporte (SVM)	Estudio de caso: Los 13 casos históricos incluidos en esta investigación fueron todos proyectos de hormigón armado ejecutados entre 2000 y 2007 por una empresa de ingeniería ubicada en la ciudad de Taipei. Este estudio construyó un modelo EAC evolutivo para generar estimaciones de costos del proyecto que demostraron ser significativamente más confiables que las estimaciones alcanzables utilizando las fórmulas vigentes actualmente. El modelo de aprendizaje desarrollado fusionó dos enfoques de inteligencia artificial, a saber, el algoritmo genético desordenado rápido (fmGA) y la Máquina de vectores de soporte evolutivo (ESIM). Luego se aplicó el ESIM para estimar los costos finales del proyecto para casos históricos. Finalmente, utilizando la estimación EAC, los índices de influencia de los costos del proyecto y los diagramas de costos del proyecto, se examinó la discrepancia entre los valores estimados y prácticos para determinar los problemas potenciales con el fin de ayudar a los gerentes de proyecto a controlar mejor los costos del proyecto. Los resultados del aprendizaje fueron validados en aplicaciones reales que mostraron un buen desempeño para los modelos de entrenamiento. Proporcionar a los gerentes de proyectos estimaciones confiables de tendencias de EAC es útil para su control efectivo de los costos del proyecto y para tomar las medidas preventivas apropiadas para manejar los problemas potenciales.	La investigación estableció un método de predicción de EAC que utiliza ESIM que identifica factores de influencia significativos en el costo del proyecto y realiza predicciones mediante la recopilación y organización de reglas basadas en la experiencia de casos históricos. Los resultados de ESIM representan una mejora significativa con respecto a los resultados que se pueden obtener mediante los métodos tradicionales de predicción de EAC.2. El modelo de predicción EAC establecido en esta investigación es considerablemente preciso. Las únicas entradas que deben ingresarse en el modelo son los factores clave que influyen en los costos durante el mes actual después de la capacitación y las pruebas. Se ha solucionado eficazmente una desventaja significativa de los proyectos de construcción tradicionales, es decir, que las tendencias de los costos no se pueden predecir en tiempo real. 3. Los resultados de la predicción de ESIM se compararon con ocho métodos de predicción de EVM comunes. Los valores obtenidos por los métodos EVM fueron relativamente inestables debido a la amplia variación en los datos entre proyectos. Por el contrario, el modelo desarrollado en esta investigación generó valores de predicción comparativamente estables. Esto verificó la viabilidad de utilizar ESIM para predecir EAC de proyectos de construcción. 4. Los resultados de la predicción se analizaron más a fondo utilizando índices que influyen en los costos del proyecto y diagramas de costos del proyecto. Esto ayudó a identificar las causas subyacentes a las diferencias y tendencias de EAC. Los resultados ayudan a los gerentes a controlar los costos del proyecto en tiempo real.	Las predicciones de ESIM mostraron una mayor diferencia de precisión durante el 30% inicial del cronograma de trabajo del proyecto. Esto puede atribuirse a la inestabilidad de los datos en las etapas iniciales y a la influencia de los cambios de diseño.	El modelo se aplicó en casos de estudio reales, por tanto puede ser replicable en cualquier proyecto.
40	An extension of the EVM analysis for project monitoring: The Cost Control Index and the Schedule Control Index	International Journal of Project Management	Javier Pajares, Adolfo López-Paredes	2010	España	Modificación de modelo existente	EVM (Técnica del valor ganado)	Gestión de riesgos: líneas base de riesgos.	Ejemplo académico: Ejemplo de aplicación simulado, de proyecto con 4 actividades. En este artículo proponemos dos nuevas métricas que combinan la Gestión del Valor Ganado (EVM) y la Gestión de Riesgos del Proyecto para el control y seguimiento del proyecto. Comparamos las variaciones de costos y cronogramas de EVM con la desviación que el proyecto debería tener bajo las condiciones esperadas del análisis de riesgo. Estos dos índices permiten a los gerentes de proyecto analizar si los excesos del proyecto están dentro de la variabilidad esperada o si hay cambios estructurales y sistémicos durante el ciclo de vida del proyecto. Los nuevos índices de seguimiento que presentamos son el Índice de Control de Costos y el Índice de Control de Horarios.	Hemos introducido dos nuevas métricas para integrar EVM y metodologías de gestión de riesgos de proyectos: Índice de control de costos (CCoI) e Índice de control de programación (SCoI). Ambos índices comparan las medidas de EVM con los valores máximos que el proyecto debería exhibir si el proyecto se ejecuta bajo la hipótesis del análisis de riesgo. Tanto CCoI como SCoI alertan a los gerentes de proyecto sobre cambios sistémicos y estructurales que afectan el riesgo, el costo y el cronograma del proyecto para un determinado nivel de confianza del costo y el cronograma (cel% y scl%). Cuando CCoI (t) y / o SCoI (t) son negativas, se deben tomar decisiones tempranas apropiadas (el retraso del proyecto y / o el costo excesivo son mayores de lo esperado). Al igual que EVM, los nuevos índices operan en los datos acumulados del proyecto. Proponemos aquí nuevos indicadores que no requieren mucho trabajo informático adicional ni datos adicionales. Si se realizan tanto la contabilidad de costos como el análisis de riesgos, los nuevos índices nos brindan información valiosa sin esfuerzo adicional. Hasta donde entendemos, cualquier extensión de la metodología EVM debe mantenerla tan simple como fue diseñada inicialmente, para que los profesionales del proyecto puedan adoptarla.	El modelo no fue validado en proyectos reales de construcción, sino que apenas se expuso un ejemplo académico con 4 actividades.	No se presentan aplicaciones prácticas del modelo.