



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

IMPLEMENTACIÓN DE LOCATION-BASED MANAGEMENT SYSTEM (LBMS): CASO DE ESTUDIO EN COLOMBIA

BOTERO, Luis Fernando (1); VÁSQUEZ, Alejandro (2)

(1) Universidad EAFIT, (57 4) 2619500 ext. 9659, e-mail: lfbotero@eafit.edu.co

(2) Universidad EAFIT, e-mail: avasqu12@eafit.edu.co

RESUMEN

El presente artículo presenta el estudio de la programación de obra de un proyecto de vivienda en la ciudad de Medellín, Colombia, en busca de la optimización mediante la utilización de Location-Based Management System (LBMS). El artículo presenta los resultados de las comparaciones realizadas, entre el método de la ruta crítica (CPM) y el sistema de gestión basado en la localización (LBMS) y las comparaciones de alternativas de acuerdo a la secuencia de método constructivo basadas en LBMS. El primer acercamiento realizado al estudio corresponde al cálculo de las cantidades de obra de acuerdo con los planos de construcción, para luego hacer la conversión a LBMS de la programación de obra realizada a través del método tradicional basada en la técnica del CPM, encontrando en ella problemas o conflictos, los cuales fueron objeto de mejora a través de una nueva programación. El segundo acercamiento permite encontrar los recursos teóricos para mantener los tiempos de la programación original, posteriormente verificados en obra, del que se plantean tres alternativas de acuerdo con la secuencia del método constructivo, en búsqueda de la mejor opción para desarrollar el proyecto

Palabras-clave: Planificación basada en localización; Método de la ruta crítica CPM; optimización de la programación

ABSTRACT

This paper presents the study of the building project scheduling in the city of Medellin, Colombia, in order to optimize it, using Location-Based Management System (LBMS). The article presents the results of the comparisons between the critical path method (CPM) and the location based management system (LBMS) and comparisons of alternatives according to the sequence of construction method, based on LBMS. The first approach to study is made to calculate the amount of work in accordance with the building plans, to convert it from CPM scheduling to location based management scheduling, finding in it problems or conflicts, which were subject to improvement through new scheduling. The second theoretical approach is made to find the resources to maintain the original schedule time, later verified on site. Three alternatives arise according to the sequence of the construction method, in search of the best option to develop the project

Keywords: Location based Management (LBM), Critical path Method, Scheduling optimization

1 INTRODUCCIÓN

El sistema de planificación basado en la localización (LBMS, Location-Based Management System) integra los componentes de planificación y control de cada etapa de construcción, permitiendo una mejor visualización en cada una de las actividades a realizar en los lugares de producción, mejorando la continuidad del flujo de los equipos de trabajo.

A pesar de que el LBMS no es un tema novedoso para el sector de la construcción a nivel mundial, su aplicación en Colombia es escasa, debido al uso de las herramientas tradicionales basadas en el método de la ruta crítica (CPM).

2 LOCATION BASED MANAGEMET SYSTEM -LBMS

2.1 Antecedentes

La implementación del sistema de gestión basado en la localización (LBMS) ha adoptado diferentes nombres en el transcurso del tiempo. Según Kenley y Seppänen (2010) “se basó originalmente en las técnicas gráficas, utilizadas ya en 1929 en proyectos innovadores como el Empire State Building, desarrollada posteriormente por la Compañía Goodyear en la década de 1940 y ampliado por la marina de EE.UU en la década de 1950”.

Los conceptos de la línea de balance han sido aplicados en la industria de la construcción como método de planeación. En diferentes estudios se han realizado diferentes variaciones a esta técnica con la finalidad de ajustarla a las necesidades propias del sector constructor. Algunos de estos desarrollos son: Velocity Diagrams por W. Roech (1972), Construction Planning Technique (CPT) por S. Peer & S. Selinger (1973), Production Method (VPM) por JJ. O’Brien (1975), Linear Scheduling Method (LSM) por D. W. Johnston (1981), Time Space Scheduling Method (TSSM) por O. Stradal & J. Cacha (1982), and Repetitive Project Model (RPM) por R. M. Reda (1990). (Botero y Acevedo, 2011).

El sistema de gestión basado en la localización (LBMS) propuesto por Seppänen, Ballard y Pesonen (2010) es el resultado de previas investigaciones a partir de la línea de balance y el método de línea de flujo, que se han centrado en los aspectos teóricos de la planificación y que dejaban de lado las oportunidades de usar éste método para el control. Sobre el LBMS, Orihuela y Estebes (2013) expresan que “integra y personaliza el método de la Línea de Balance para proyectos de construcción, usándolo no solo para la etapa de planificación, sino también para la etapa de control durante el desarrollo de la obra, para el progreso y el pronóstico de comportamiento futuro.”

Kenley y Seppänen sostienen que el LBMS “es ante todo un sistema técnico que transforma las cantidades en lugares y la información de productividad en duraciones fiables, hace topes explícitos, y las previsiones de resultados futuros sobre la base de las tendencias históricas y las alarmas de los futuros problemas de producción”. (SEPPÄNEN, BALLARD y PESONEN, 2010).

2.2 Componentes de location based management system LBMS

El sistema de gestión basado en la localización (LBMS) consiste en la integración de los componentes de planificación, programación y control, presentes en cada etapa de la construcción, desde el diseño hasta la finalización. Kenley y Seppänen (2010), al respecto expresan que “es la integración de muchos componentes, incluidos los sistemas de organización y proyecto, que hace que el LBMS sea un sistema de gestión.” Ésta definición habla de los componentes, los cuales se definen de la siguiente manera:

- Estructura jerárquica fraccionada de localización, ya que un nivel de ubicación más general permite subdividir en pequeñas partes o niveles más específicos.

- Cantidades de localización y tasas de consumo, requeridas para estimar las horas hombre de trabajo de las tareas.
- Estimación de costos basado en localización, la cual es deseable que se calculen de acuerdo a la estructura fraccionada de localización (LBS)” (KENLEY y SEPPÄNEN, 2010).
- Planificación basada en la localización, supone la continuidad del trabajo a través de los lugares de localización determinando los recursos y la organización del equipo, lo cual aumenta la productividad al disminuir las interrupciones.
- Control basado en localización, Tomando como punto de partida la programación base, se realiza una programación de acuerdo a la nueva información generada en la obra y que no se encontraba disponible antes de la ejecución del proyecto. Luego se realiza, de manera periódica, el monitoreo para calcular el consumo de recursos y la tasa de producción a la fecha, a través revisión de las cantidades, recursos, jornadas de trabajo, días no trabajados, la fecha de inicio y la fecha de finalización o el progreso.

3 MÉTODOS BASADOS EN ACTIVIDADES

Tradicionalmente la planificación, la programación y el control en el sector de la construcción se ha realizado por medio de métodos basados en actividades, tales como CPM y PERT, que fueron introducidos en la década de 1950 en los Estados Unidos por Kelley y Walker (1959) y por Malcolm et al. (1959), respectivamente. Dichos métodos ayudan los directores de proyectos a establecer las actividades críticas, lo que ayuda a estimar el tiempo de entrega del proyecto. Estos métodos han tenido críticas en el sector de la construcción desde su introducción. Stradal y Cacha (1982) y Arditi et al. (2002) citados por Büchmann-Slorup (2012), critican la falta de continuidad en el flujo de trabajo de las cuadrillas de construcción en el CPM y PERT. Laufer y Tucker (1987) también citados en Büchmann-Slorup (2012), abordan las deficiencias de los métodos basados en actividades respecto a las limitaciones de recursos y la falta de visualización de los conflictos de las actividades de trabajo en lugares simultáneos. Andersson y Christensen (2007) en una crítica al CPM, plantean las actividades y sus conexiones lógicas son el foco principal del CPM, mientras que los recursos tiene una menor atención lo que supone que hay recursos ilimitados para la obra. Ellos expresan que: “Es difícil controlar el uso de los recursos previstos en un diagrama de Gantt, ya que las diferentes cantidades de trabajo y los diferentes ritmos de cada operación se oculta en las diferentes barras de las actividades.”

4 DIFERENCIAS ENTRE LA VISUALIZACIÓN DE LOCATION BASED MANAGEMENT SYSTEM (LBMS) Y MÉTODOS BASADOS EN ACTIVIDADES

- LBMS permite visualizar grupos de actividades en una sola línea para todas las localizaciones jerárquicas del proyecto (pisos, casas, etc.), contrario al diagrama de Gantt, donde se tendrían una cantidad de barras horizontales para cada una de dichas localizaciones, lo que permite representar un gran número de actividades comunes en un documento mucho más sencillo y pequeño a la vez (Loría, s.f.). “Un solo punto de vista es capaz de proyectar una gran cantidad de información sobre el plan de trabajo, particularmente los de continuidad y descansos previstos. Los usuarios experimentados son capaces de leer el plan de una manera similar a la lectura de un plano de planta, y son capaces de interpretar los detalles sobre el

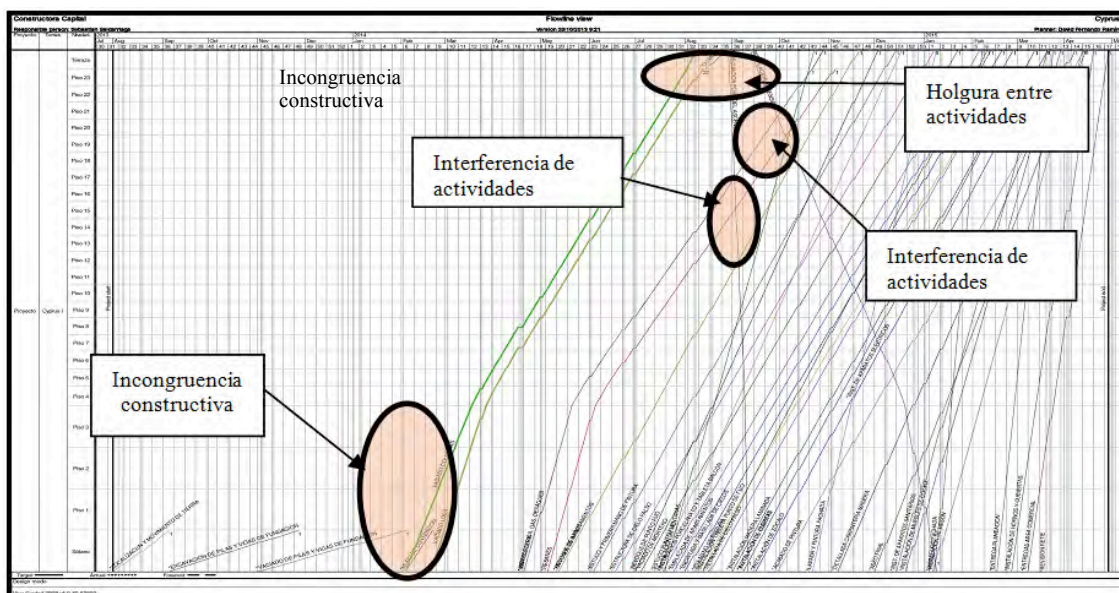
método de construcción que no es posible a partir de un diagrama de Gantt” (Kenley y Seppänen, 2010).

- LBMS visualiza las actividades (¿Qué?), el tiempo de inicio y de finalización (¿Cuándo?), la localización (¿Dónde?) y, además el ritmo de trabajo al cual deben ser realizadas las actividades. En comparación con el CPM, en el cual solo es posible visualizar las actividades (¿Qué?) y, el tiempo de inicio y de finalización (¿Cuándo?).
- LBMS muestra “el ritmo global de la obra, por lo que cumple con el principio de la teoría de restricciones de preocuparse primero de la productividad global antes que la productividad local” (Orihuela y Estebes, 2013)

5 METODOLOGÍA DEL TRABAJO Y RESULTADOS

Con la programación de obra realizada previamente en Ms Project, las cantidades de obra y los planos del proyecto consistente en la construcción de dos torres de vivienda de 23 y 24 pisos realizadas de manera simultánea, se procedió a transcribir al software VICO CONTROL para obtener la versión en LBMS. Se visualizaron de inmediato algunas interferencias entre actividades, difícilmente apreciables en Ms Project, como se muestra en la Figura 1, (para cada una de las torres).

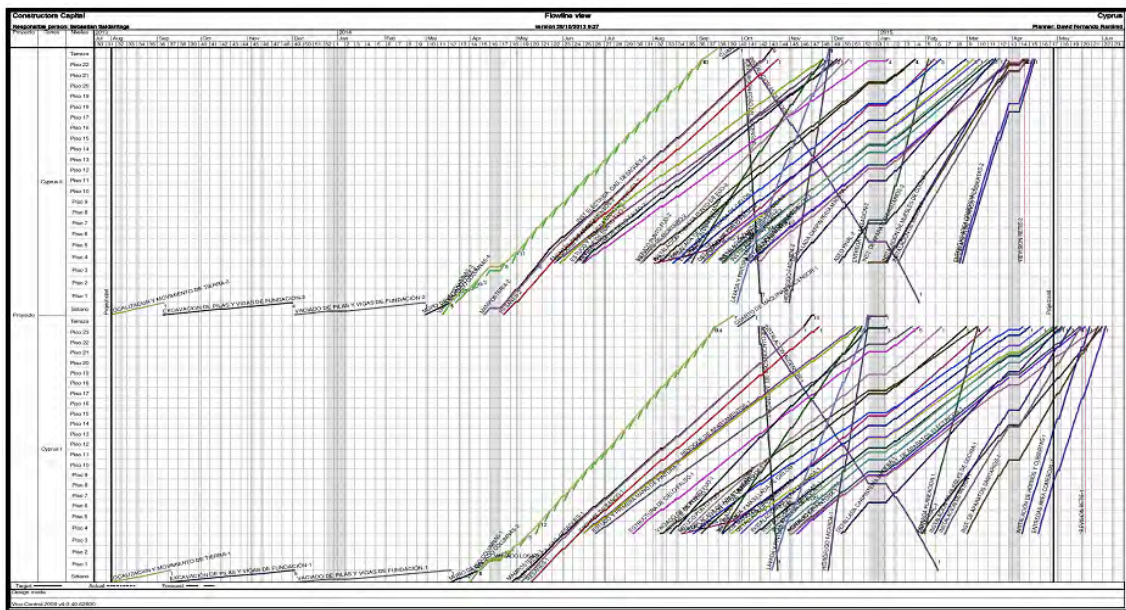
Figura 1 – Programación de una torre visualizada en VICO CONTROL



Fuente: elaboración propia mediante software VICO CONTROL

Al corregir las interferencias e incongruencias de la programación se plantea la programación para las dos torres, optando la estrategia propuesta en Ms Project.

Figura 2 – Programación del proyecto para dos torres, estrategia inicial



Fuente: elaboración propia mediante software VICO CONTROL

Teniendo en cuenta la tasa de producción real medida en obra y el número de cuadrillas disponibles, se procedió a proponer tres diferentes alternativas de construcción para las dos torres. La alternativa 1 contempla la construcción de la estructura desde pisos inferiores hacia los superiores y luego de terminar la estructura realizar los acabados desde pisos superiores hacia los inferiores. La alternativa 2, concibe la construcción de los acabados del edificio en dos frentes, partiendo el edificio en dos secciones, hacia pisos superiores y otra hacia pisos inferiores. Finalmente la alternativa 3 plantea la construcción de la estructura de abajo hacia arriba y los acabados en dos frentes, de pisos superiores a inferiores y de inferiores a superiores, como se muestra en la Figura 3. Las duraciones para cada uno de los casos, son las siguientes:

Cuadro 1 – Duraciones de las diferentes estrategias de construcción del proyecto

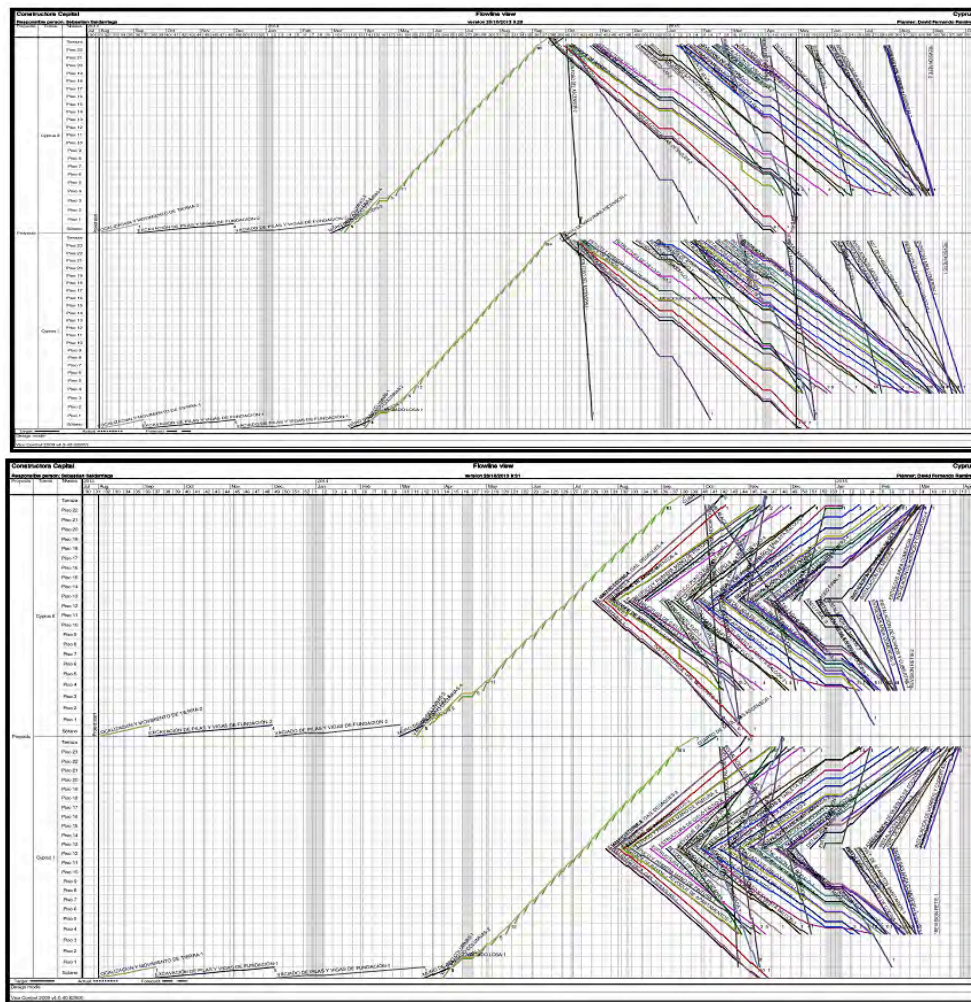
ALTERNATIVAS	TORRE 1			TORRE 2		
	DURACIÓN [días]	FECHA INICIO	FECHA FIN	DURACIÓN [días]	FECHA INICIO	FECHA FIN
Estrategía original	472	01/08/2013	26/03/2015	460	01/08/2013	11/03/2015
Estrategía alternativa 1	568	01/08/2013	30/07/2015	554	01/08/2013	13/07/2015
Estrategía alternativa 2	452	01/08/2013	02/03/2015	447	01/08/2013	24/02/2015

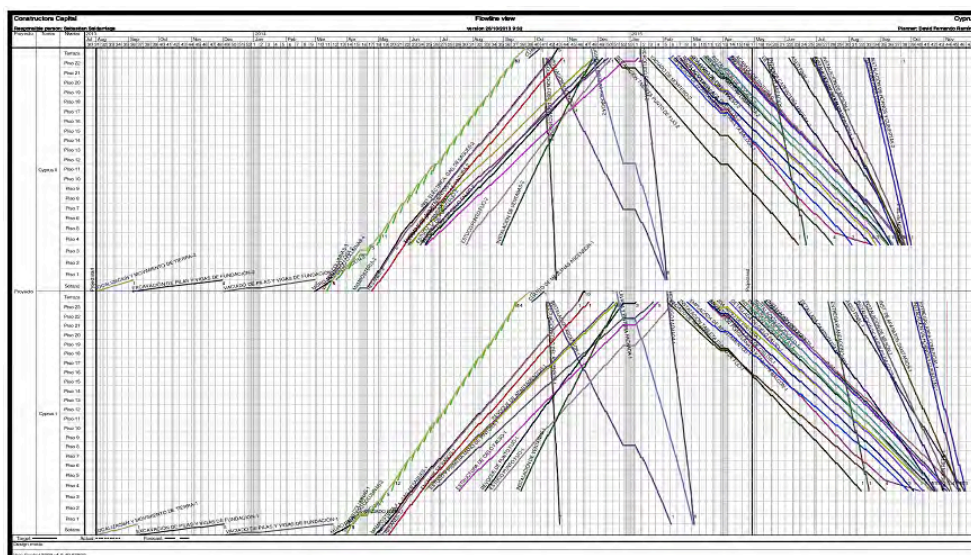
SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – del 7 al 9 de Octubre – **SÃO CARLOS – SP**

Estrategía alternativa 3	528	01/08/2013	10/06/2015	514	01/08/2013	23/05/2015
--------------------------	-----	------------	------------	-----	------------	------------

Fuente: Elaboración propia

Figura 3 – Tres alternativas de ejecución del proyecto para dos torres





Fuente: elaboración propia mediante software VICO CONTROL

La alternativa 2 presenta menor duración que las demás, sin embargo requiere un mayor flujo de recursos que representa para la obra un valor adicional de 100.000 dólares, ya que se duplican las cuadrillas durante 7 meses y se incurre en costos adicionales de logística interna y transporte. La segunda alternativa en duración es la originalmente planteada por la empresa. En este caso la duración mayor de 20 días a la alternativa 2 representa un costo aproximado para la empresa de 25.000 dólares en gastos generales del proyecto, pero no se incurriría en los costos de la alternativa 1 por la logística interna adicional.

Este sencillo análisis partiendo de la visualización mediante LBMS permite concluir que la alternativa 2, originalmente planteada por la empresa representa el mayor beneficio económico para el proyecto.

6 CONSIDERACIONES FINALES

Al implementar LBMS en el proyecto piloto, se validan los planteamientos de los diferentes autores con respecto a las ventajas de este sistema como la fácil visualización de las actividades en los diferentes lugares de trabajo, el uso continuo de los recursos y el flujo continuo de las cuadrillas de trabajo. En el proyecto, con su implementación, se lograron eliminar interferencias y conflictos entre actividades, disminuir los tiempos de holgura entre actividades en lugares específicos y optimizar el flujo continuo de las cuadrillas específicamente en las actividades de acabados

Sencillos análisis partiendo de la visualización de la estrategia de construcción a partir de LBMS, permiten la optimización del proyecto en fase previa y tomar decisiones más acertadas basadas en duraciones, costos y facilidades de desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

ANDERSSON, N. y CHRISTENSEN, K. Practical implications of Location-Based Scheduling. En: CONSTRUCTION MANAGEMENT AND ECONOMICS: PAST, PRESENT AND FUTURE, Reino Unido, Jul, 2007.

BOTERO, L. y ACEVEDO, H. Simulación de operaciones y línea de balance: herramientas integradas para la toma de decisiones. **Ingeniería y Ciencia**. v. 7, n. 13, p. 29-45, Ene/Jun. 2011.

BÜCHMANN-SLORUP, R. **Criticality in Location-Based Management of Construction**. 2012. Tesis Doctoral. MT Hojgaard A/SMT Hojgaard A/S.

KENLEY, R. y SEPPÄNEN, O. **Location-Based Management for Construction**. 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon: Spon Press, p. 554. 2010.

KELLEY, J. y WALKER, M. Critical-path planning and scheduling. En: **Papers presented at the December 1-3, 1959, eastern joint IRE-AIEE-ACM computer conference**. ACM, (1959) p. 160-173.

LORÍA, J. **Programación de obras con la técnica de la línea de balance**. México: Academia de Ingeniería A.C., 45 p. s.f.

MALCOLM, D.; ROSEBOOM, J.; CLARK, C. y FAZAR, W. Application of a technique for research and development program evaluation. **Operations Research**, v. 7, n. 5, p. 646-669. 1959.

ORIHUELA, P. y DELFÍN E. Aplicación del método de la línea de balance a la planificación maestra. En: ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE GESTIÓN Y ECONOMÍA DE LA CONSTRUCCIÓN (ELAGEC), México, Cancún. p. 29, 2013.

SEPPÄNEN, O.; BALLARD, G. y PESONEN, S. The combination of Last Planner System and Location-Based Management System. **Lean Construction Journal**, Haifa, p. 53-54, 2010.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la constructora Capital S.A. por su contribución para la realización de este trabajo.