

**ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LOS CRÉDITOS BANCARIOS EN LA
FINANCIACIÓN Y UTILIDADES DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN, CON
BASE EN MODELOS BIM 5D Y DINÁMICA DE SISTEMAS**

**RAÚL MATTA ARIZA
SNEIDER JOSÉ QUIROGA BALLÉN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2017

**ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LOS CRÉDITOS BANCARIOS EN LA
FINANCIACIÓN Y UTILIDADES DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN, CON
BASE EN MODELOS BIM 5D Y DINÁMICA DE SISTEMAS**

**RAÚL MATTA ARIZA
SNEIDER JOSÉ QUIROGA BALLÉN**

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil

**Director
OMAR GIOVANNY SANCHEZ RIVERA
Magister Ingeniería Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2017

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme cada día y permitirme alcanzar esta meta, acompañado de mi familia.

A mis padres, Alexis Matta Suarez y María de los Ángeles Ariza Nieves, quienes con su amor, esfuerzo y consejos me motivaron a seguir luchando.

A mis hermanos, Gabriel y Aracely, quienes con su cariño y apoyo hicieron posible que este camino fuese más llevadero.

A mis amigos y compañeros que de alguna u otra forma hicieron parte de mi formación profesional.

A todos aquellos que en su momento formaron parte de mi vida, son ahora partícipes de este hermoso logro, ser un Ingeniero Civil...

...gracias.

RAÚL MATTA ARIZA

DEDICATORIA

Conquistar este logro ha sido una ardua tarea. El apoyo de mi familia fue fundamental para cumplir este objetivo, razón por la cual estoy profundamente agradecido con ellos, en especial con mis cuatro pilares: mis tías Nidia y Miryam, mi prima Mireya y mi madre Luz.

SNEIDER JOSÉ QUIROGA BALLÉN

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo técnico del *grupo de investigación Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas*, adscrito a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander.

Apreciamos la dirección del Ingeniero Magister Omar Giovanny Sánchez Rivera por su ayuda y colaboración en cada momento de consulta y soporte en este trabajo de investigación.

Damos gracias a la empresa Alexis Vega Ingenieros por proporcionar los modelos CAD 2D, del caso de estudio.

Agradecemos a Autodesk por las licencias educacionales de los *Software Autodesk Revit 2016 y Autodesk Navisworks 2016*.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. METODOLOGÍA	19
1.1. FASE 1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y CÁLCULO DE CANTIDADES.....	21
1.1.1. Tarea 1: Análisis de rendimientos.....	21
1.1.2. Tarea 2: Análisis de precios unitarios.	21
1.1.4. Tarea 4: Cálculo de cantidades.	23
1.2. FASE 2: PRESUPUESTO.....	23
1.3. FASE 3: PROGRAMACIÓN.....	24
1.4. FASE 4: MODELO BIM 5D	24
1.5. FASE 5: FLUJO DE CAJA	25
1.6. FASE 6: MODELOS DE FINANCIACIÓN	28
2. RESULTADOS.....	31
2.1. FASE 1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y CÁLCULO DE CANTIDADES.....	31
2.2. FASE 2: PRESUPUESTO.....	32
2.3. FASE 3: PROGRAMACIÓN.....	33
2.4. FASE 4: MODELO BIM 5D	34
2.5. FASE 5: FLUJOS DE CAJA.....	36
2.6. FASE 6: MODELOS DE FINANCIACIÓN	39
3. DISCUSIÓN	46

4. CONCLUSIONES	49
REFERENCIAS	52
BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS.....	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Caso de estudio: unidad residencial ubicada en Bucaramanga, Santander (Colombia).....	19
Figura 2. Representación gráfica de la metodología.....	20
Figura 3. Elementos utilizados en el diagrama de Forrester.....	26
Figura 4. Programación de obra, unidad residencial ubicada en Ruitoque Condominio, Bucaramanga, Colombia.	31
Figura 5. Pagos que se le deben hacer al constructor en la época de ejecución del proyecto.	34
Figura 6. Simulación del modelo BIM 5D, proceso constructivo de la estructura del caso de estudio.	35
Figura 7. Curva del costo directo acumulado.....	35
Figura 8. Variación del porcentaje respecto al cual se cobra el seguro de vida, según la edad del cliente.	40
Figura 9. Variación del valor de la vivienda en el periodo de estudio.	41
Figura 10. Porcentaje de crédito solicitado a la entidad financiera y su utilidad en millones de pesos.	43
Figura 11. Variación de los intereses por mora, por el tiempo que dura la construcción del proyecto según el porcentaje de crédito adquirido.....	43
Figura 12. Variación de la cuota fija, según el porcentaje de crédito adquirido, sin considerar los costos asociados al seguro de vida y en caso de terremoto e incendio.	44
Figura 13. Variación de utilidades a los veinte años según el porcentaje de inversión.	44
Figura 14. Variación de las utilidades a lo largo de los 20 años considerando un 70 % de inversión.	45

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cantidades relevantes en el caso de estudio, obtenidas a partir del modelo BIM 3D	32
Tabla 2. Costo total calculado para el caso de estudio.....	33
Tabla 3. Ingresos del constructor.....	36
Tabla 4. Pedido de concreto de 3000 psi.....	37
Tabla 5. Pedido de desmoldante en polvo gris.	38
Tabla 6. Pedido antisol blanco	38
Tabla 7. Pedido piedra media zonga	38
Tabla 8. Pedido casetón	39

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Diagrama de Forrest.....	64

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LOS CRÉDITOS BANCARIOS EN LA FINANCIACIÓN Y UTILIDADES DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN, CON BASE EN MODELOS BIM 5D Y DINÁMICA DE SISTEMAS

AUTORES: RAÚL MATTA ARIZA
SNEIDER JOSÉ QUIROGA BALLÉN**

Palabras Clave: Building Information Modeling, BIM, Dinámica de sistemas, Créditos bancarios, Riesgo financiero.

Descripción:

Determinar la influencia de los créditos bancarios, en la financiación de actividades de construcción, resulta un trabajo complejo debido a la cantidad de factores que intervienen, entre algunos de estos están: la estimación de cantidades de obra, el tiempo requerido para la ejecución de cada una de las etapas del proyecto y las tasas de interés del mercado financiero. Las tecnologías BIM y Dinámica de Sistemas facilitan la obtención y análisis de información de un proyecto de construcción. El presente documento exhibe una metodología para estudiar la incidencia de los créditos bancarios, en la cual se realiza un estudio de rendimientos de materiales y mano de obra, con sus respectivos Análisis de Precios Unitarios; de igual forma, se plantea un modelo tridimensional con el cual se calculan las cantidades de obra, siendo esta información consolidada en un presupuesto. De esta manera, se permite estimar la duración del proyecto ligada al valor final del mismo, por medio de la programación en un modelo de cinco dimensiones. Por último, se obtiene el porcentaje de financiación y su repercusión en las utilidades finales. Para esta investigación, el caso de estudio es una vivienda de uso familiar ubicada en Ruitoque Condominio, Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia y se analizan variables como los porcentajes de los seguros de vida, los seguros en caso de catástrofe natural, Impuestos, el Índice de Precios al Consumidor, entre otros.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingeniería Físico Mecánica. Escuela de Ingeniería Civil. Director M.Sc Omar Giovanni Sánchez Rivera

ABSTRACT

TITLE: STUDY OF THE INFLUENCE OF BANK CREDITS ON THE FINANCING AND UTILITIES OF CONSTRUCTION ACTIVITIES, BASED ON BIM 5D MODELS AND SYSTEM DYNAMICS*

AUTHORS: RAÚL MATTA ARIZA
SNEIDER JOSÉ QUIROGA BALLÉN**

KEYWORDS: Building Information Modeling, BIM, Systems Dynamics, Bank Credits, Financial Risk.

Description:

Determining the influence of bank loans on the financing of construction activities results in complicated work due to the number of factors involved, among them are the estimation of building materials quantities, the time required for the execution of the project, or interest rates in the financial market. Dynamic Systems and Building Information Modelling technologies make it easier to obtain and analyse information from a construction project. This paper presents a methodology to study the incidence of bank loans, in which a study of yields of materials and labour force, with their respective Unit Price Analysis; In the same way, a three-dimensional model is presented with the work quantities calculated, being this information consolidated in a budget. Thus, it is possible to estimate the duration of the project linked to the final value of the project, by means of programming in a five-dimensional model. Finally, the funding rate and its impact on the final profit is obtained. For the investigation, the case of study is a dwelling located in the Ruitoque Condominium, Metropolitan Area of Bucaramanga, Colombia. Variables such as the percentages of life insurance, insurance in case of natural catastrophe, taxes, the Consumer Price Index, among others are considered.

* Graduation project

** Faculty of Mechanical Physical Engineering. School of Civil Engineering. Director M.Sc Omar Giovanni Sánchez Rivera

INTRODUCCIÓN

En Colombia existe una alta demanda de vivienda [1], la última medición oficial del déficit de vivienda realizada en 2005 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE, estableció que 1'032.256 hogares necesitaban unidades habitacionales [2], para el año 2012 el ministerio de vivienda estimó que 554.087 viviendas debían ser construidas para satisfacer a igual número de familias [3], adicional a esto, un estudio realizado por la Organización de Naciones Unidas - O.N.U. Hábitat- estableció que el 38 % de la población colombiana vive en arriendo [4], alrededor de 17 millones de personas. Indicadores que muestran el crecimiento significativo en el sector de la construcción destinada a comercios, apartamentos y casas [5], lo que ha propiciado escenarios para el desarrollo y financiamiento de nuevos proyectos de ingeniería.

Dependiendo el tipo de inmueble, vivienda de interés social –VIS- o vivienda diferente de interés social -NO VIS-, existen diferentes métodos de financiación para llevar a cabo las actividades de construcción; Por un lado, en las VIS el gobierno nacional se encarga de fomentar el capital económico por medio de instituciones gubernamentales como el Fondo Nacional del Ahorro –FNA-, en donde se permite a los afiliados acceder a programas como el “arriendo social” [6], programa en el que es posible adquirir viviendas por medio de un *leasing* inmobiliario; por otro lado, las entidades financieras ofrecen alternativas a sus clientes para que a través de créditos hipotecarios se financien a largo plazo las viviendas. Según cifras del DANE, para el cuarto trimestre del 2015, los préstamos individuales para vivienda aumentaron en un 3,5 %, desembolsando un monto de \$2.419.418 millones de pesos corrientes [7], también se observó un aumento en los *leasings* financieros [8-9-10-11-12-13].

Empresarios, interesados en satisfacer las demandas del mercado y en aprovechar las oportunidades del sector, buscan una fuente de financiación adecuada para la realización de actividades de construcción, aspecto crucial para el éxito de los proyectos [14-15-16-17], en la mayoría de los casos se acude a la banca para obtener recursos financieros [7], en donde se debe ajustar a las tasas de intereses y condiciones propuestas por el banco. Según Grosskopf (2004) más del 50 % de nuevos constructores quiebran en los primeros cinco años de operación [18] pues deben hacer frente a créditos bancarios con altas tasas de interés y por tanto compartir las utilidades con la banca, sector que registra indicadores con saldos positivos destacados [19].

La inversión y el pago exitoso de los créditos bancarios resultan aspectos determinantes para evitar situaciones de quiebra financiera y garantizar utilidades acordes al riesgo asociado con los proyectos de construcción, por ende, el estudio de la influencia de los créditos bancarios en el desarrollo de los proyectos de construcción resulta de gran importancia. Tomando en cuenta la cantidad de cálculos que se hacen es necesario implementar las tecnologías BIM (Building Information Modeling) y la disciplina denominada dinámica de sistemas.

BIM hace posible la representación digital de los elementos que intervienen en la construcción de infraestructuras. En estos elementos la información es almacenada digitalmente [20]. Las tecnologías BIM son herramientas que permiten modelar proyectos de ingeniería en la industria de la construcción llevando los diseños a un alto nivel de detalle, esta permite la vinculación de distintos profesionales gracias al trabajo colaborativo [21-22] que facilita la ejecución de modelos en tres dimensiones (3D), por medio de este se obtiene información como lo son, las cantidades de obra [22-23] utilizadas para el cálculo de presupuestos.

Teniendo en cuenta la programación de la obra y la combinación de esta con el modelo 3D se puede observar gráficamente el proceso constructivo a través del tiempo [24] obteniendo así un modelo en cuatro dimensiones (4D). Finalmente, al incorporar los costos de las actividades de obra se tiene como resultado un modelo 5D [25], el cual permite simular el precio generado por cada tarea durante todo el proceso constructivo.

Considerando que los comportamientos de los costos en proyectos de obras civiles varían a lo largo del proceso constructivo es importante el uso de la metodología denominada Dinámica de Sistemas, la cual permite representar variables [26] como son: los flujos de efectivo entrantes (ingresos), salientes (egresos) que en conjunto se les conoce como flujo de caja [27-28-29].

El nivel de detalle con el cual se realiza el modelo 5D es clave para elaborar un modelo de dinámica de sistemas con igual nivel de detalle, ya que se obtiene de este la información de entrada [21], necesaria para construir el flujo de caja durante el proceso constructivo del proyecto y vincular a este los diferentes flujos antes mencionados.

En este artículo se presenta una metodología para determinar la influencia de los créditos bancarios en la financiación y utilidades de actividades de construcción, con base en dinámica de sistemas y modelos BIM, considerando cinco variables (dimensión de largo, dimensión de ancho, dimensión de alto, tiempo y costo).

1. METODOLOGÍA

El caso de estudio es una vivienda que se construirá en el sector residencial de Ruitoque Condominio ubicado en el Área Metropolitana de Bucaramanga, Santander, Colombia, el cual, se registra en la figura 1.

Figura 1. Caso de estudio: unidad residencial ubicada en Bucaramanga, Santander (Colombia).



La metodología, propuesta para determinar la influencia de los créditos bancarios, se compone por seis etapas, como se observa en la figura 2:

En la primera etapa se modela tridimensionalmente la vivienda en un *software* BIM. El caso de estudio se modeló utilizando el *software* Autodesk Revit 2016.

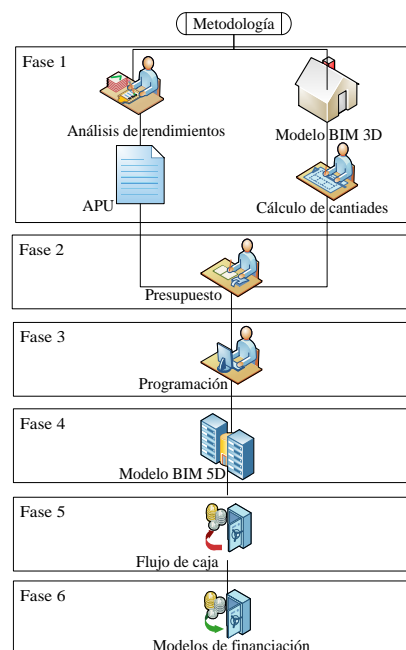
La segunda fase consiste en el cálculo del presupuesto para llevar a cabo la construcción del proyecto.

En la tercera fase, el propósito es determinar el orden en el cual se ejecutan las actividades para construir la vivienda, programación de obra, con base en el modelo BIM 3D. Para el caso de estudio se usó el *software* Microsoft Project 2016.

La cuarta fase permite ensamblar los resultados obtenidos en las tres primeras fases en un modelo único BIM 5D, ya que, consiste en enlazar el costo con las actividades de obra del proyecto y estos a su vez, con el modelo BIM 3D de la primera fase [23]. Para el caso de estudio se utilizó el *software* Navisworks Manage 2016.

Al establecer los costos del proyecto, por medio del modelo BIM 5D, se procede a analizar cómo es el comportamiento de los flujos de dinero y así determinar los pagos a realizar durante la construcción, por ello, en esta quinta fase se dispuso del *software* Evolución, desarrollado por el grupo de investigación Simón (Universidad Industrial de Santander), para implementar Dinámica de Sistemas y determinar el flujo de caja.

Figura 2. Representación gráfica de la metodología.



Finalmente, en la quinta etapa, el objetivo es determinar cuál es la financiación adecuada, acudiendo al sector bancario para la misma. En el caso de estudio, este análisis se realizó con la ayuda del *software* Microsoft Excel 2016.

1.1. FASE 1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y CÁLCULO DE CANTIDADES

La fase inicial del esquema tiene por objeto preparar las condiciones para desarrollar las fases subsiguientes, por ello, esta se compone de cuatro tareas para tener como producto final las cantidades de insumos para el proyecto y el análisis de precios unitarios (APU), de cada uno de los insumos usados para la construcción del mismo.

1.1.1. Tarea 1: Análisis de rendimientos. Esta actividad consiste en cuantificar la capacidad productiva de la mano de obra. El rendimiento consiste en evaluar la cantidad de tiempo que emplea cada unidad de trabajo en desempeñar una tarea definida [30]. Este análisis es fundamental para establecer el tiempo que demorará ejecutar la obra y consecuentemente el presupuesto de la misma.

Para establecer los rendimientos del caso de estudio se consideró los resultados encontrados en el estudio “Análisis de Rendimientos de Mano de Obra para Actividades de Construcción” [31], llevado a cabo en el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB), dentro de la cual está ubicado el caso de estudio.

1.1.2. Tarea 2: Análisis de precios unitarios. Al realizar este análisis, se consideró variables como: ubicación geográfica, vías de acceso, el nivel de capacitación de la mano de obra, etc. Dado que, por la logística, para disponer de las mismas en el sitio de obra, afectan significativamente el precio final respecto al valor unitario de la actividad desarrollada [32].

Teniendo en cuenta la consideración anterior, se procede a estimar los costes por concepto de materiales, equipos y herramientas, mano de obra y transporte. Actividades indispensables para la construcción de los proyectos inmobiliarios, que afectan significativamente el presupuesto, así mismo, esta estimación se realiza con base en las cotizaciones locales, que se ven alteradas por condiciones externas al proyecto, como las descritas en el párrafo anterior.

1.1.3. Tarea 3: Modelo BIM 3D. Para obtener este producto, se parte de un diseño preliminar en dos dimensiones, usualmente CAD 2D, para facilitar el proceso de obtener las tres variables (magnitud en dirección y, en dirección x y en dirección z) indispensables para la construcción del modelo BIM 3D, como se muestra en la figura 1.

El proceso de modelado se realiza independientemente, basado en el área de especialidad del profesional encargado de tal labor; de esta forma, se realiza un modelo estructural, junto con sus elementos estructurales: concreto ciclópeo, zapatas, vigas de cimentación, placas, vigas aéreas y columnas.

Bajo estas condiciones, un experto en arquitectura se encarga de acondicionar el modelo arquitectónico en aspectos como los espacios, para que tengan una distribución adecuada, iluminación natural en la mayoría de áreas, y en general un lugar armónico para los futuros residentes.

Siguiendo la distribución de trabajo, actividad que solo es posible gracias al trabajo colaborativo [21-22], se verifica a través de un modelo de redes hidráulicas, sanitarias y pluviales que las mismas no tengan interferencia con los elementos estructurales y arquitectónicos, puesto que, al enlazarlos en un único modelo, se facilita la detección de los errores en la etapa de diseño, previendo demoras al momento de ejecutar la construcción de la unidad residencial. Estas son algunas de las ventajas que se obtienen con el modelo BIM 3D.

1.1.4. Tara 4: Cálculo de cantidades. Con el modelo BIM 3D definido, la labor de extraer las cantidades de obra se facilita notablemente [33], pues el *software* Autodesk Revit 2016 incorpora herramientas para exportar la información y así obtener las cantidades, a diferencia de hacer los cálculos manualmente con base en tecnologías CAD. Este procedimiento es relevante, en caso tal de encontrar interferencias dentro de los modelos, que se resuelven alterando los diseños originales, y consecuentemente, recalculando las cantidades de obra para el proyecto.

1.2. FASE 2: PRESUPUESTO

En esta fase se calcula el costo de construcción de la unidad residencial, con base en todos los parámetros descritos en la fase 1, razón por la cual el profesional responsable de esta actividad, debe conocer plenamente el contexto local en el cual se desarrollará cada una de las etapas de la construcción. Los parámetros base, para el cálculo del presupuesto son: las cantidades obtenidas a partir del modelo BIM 3D, los análisis de precios unitarios (APU) y los rendimientos de obra, tanto para los materiales como para el personal encargado de su construcción [23].

Definidos los parámetros base, es posible obtener el costo total (C_t) de la construcción del proyecto, como la sumatoria de los productos de la cantidad de Obra (Q_i) y el precio unitario (P_i).

$$C_t = \sum_{i=1}^n (Q_i P_i) \quad (1)$$

1.3. FASE 3: PROGRAMACIÓN

La programación de las actividades de obra consiste en asignar recursos de mano de obra a determinada actividad. Esta asignación ha de ser proporcional a la cantidad de obra que ha de ser ejecutada, buscando emplear todo el personal disponible, sin sobre asignar tareas.

Para calcular la duración de las actividades se considera la fecha de inicio y la fecha de terminación [34]. Para facilitar las actividades de programación se recomienda dividir las tareas en fases, así se optimizan los recursos humanos y se minimizan los tiempos de holgura.

Para empezar la programación, se parte de los datos obtenidos en la tarea 1 y en la tarea 4, rendimientos y cantidades de obra. Con estas variables se calcula la duración esperada (D_e), la cual depende del producto de la cantidad de obra (Q_i) y el rendimiento de obra (R_i).

$$D_e = Q_i R_i \quad (2)$$

Al conocer la duración de cada una de las fases de construcción y/o de las actividades necesarias para la ejecución del proyecto, es posible determinar el tiempo total que tomará la construcción del proyecto con los recursos humanos asignados.

1.4. FASE 4: MODELO BIM 5D

El modelo BIM 5D se obtiene de unir las fases uno, dos y tres de la metodología. Para el caso de estudio este ensamble se realizó implementando el uso del *software* Navisworks Manage 2016.

En este punto es verificado el programa de obra, el cual al ser realizado por fases que permiten ver cómo se va ejecutando una a una en la animación 5D, adicionalmente se conoce el valor que se ha de pagar para la ejecución de dicha tarea.

Al establecer el costo de la construcción con esta herramienta tecnológica y para obtener información relevante para las siguientes fases en la metodología, el objetivo es determinar los gastos día a día, con ello se obtiene el comportamiento de los pagos realizados, conocido como curva “S”.

1.5. FASE 5: FLUJO DE CAJA

Para realizar el flujo de caja se debe tener en cuenta la disciplina denominada Dinámica de Sistemas, la cual incorpora variables que van cambiando con el tiempo [35] representadas gráficamente en el diagrama de Forrester (Anexo 1). Los elementos que se utilizaron en este diagrama se observan en la figura (3).

El *software* Evolución utiliza variables de estado o niveles representadas por un rectángulo (figura 3.) que funcionan teniendo en cuenta la ecuación (3) asociada a un flujo de entrada F_e y a un flujo de salida F_s [35].

$$X(t) = X(0) + \int_0^T (F_e - F_s) dt \quad (3)$$

Para el caso de estudio la variable de estado será afectada por un flujo de ingresos y otro de egresos los cuales a su vez dependen de flujos variables, para este modelo se han determinado dos:

Por un lado, para los ingresos, se establece como variables auxiliares el pago por costos directos e indirectos. De otro lado, los egresos se ven afectados por flujos dependiendo de cada una de las actividades a ejecutar el proyecto, entre algunos de estos están: pagos por Administración, Impuestos y Utilidades (AIU), pagos por pedidos necesarios para las estructuras en concreto, pagos por concepto de nómina, costos asociados a equipos y herramientas, entre otros. Estas variables están asociadas a la siguiente ecuación diferencial (4).





$$\frac{\partial C}{\partial t} = \text{Ingresos}(t) - \text{Egresos}(t) \quad (4)$$

$$\text{Ingresos}(t) = P(t_1) + Q(t_2) + \dots R(t_k) \quad (5)$$

$$\text{Egresos}(t) = g(t_1) + h(t_2) + \dots k(t_k) \quad (6)$$

Donde las funciones $P(t_1), Q(t_2) \dots R(t_k)$ representan los pagos hechos por dueño del proyecto al constructor, a su vez las funciones $g(t_1), h(t_2) \dots k(t_k)$ representan los costos de los insumos necesarios para la ejecución del proyecto, egresos del constructor.

Figura 3. Elementos utilizados en el diagrama de Forrester.

Nivel		Representa una acumulación de flujo.
Flujo		Variación de un nivel, representa un cambio en el estado del sistema.
Nube		Representa una fuente o un pozo; puede interpretarse como un nivel que no tiene interés y es prácticamente inagotable.
Variable Auxiliar		Una cantidad con un cierto significado en el mundo real y con un tiempo de respuesta instantáneo.

Elaborar un flujo de caja adecuado permite conocer detalles relevantes a la hora de tomar decisiones, sobre cuáles son los días adecuados para hacer los cortes de obra y evaluar el porcentaje de ejecución de la misma, y así determinar el dinero requerido para cancelar los costos ejecutados en ese determinado instante.

Ahora bien, este flujo está determinado tanto por los pagos realizados al constructor, como los gastos que deben ser asumidos por este para ejecutar el proyecto.

Para el caso de estudio se asumió las siguientes condiciones: al iniciar las actividades de construcción se le hace un pago equivalente al 30 % por concepto de adelanto, del valor del costo total, compuesto por la suma de los costos directos y los costos indirectos. A su vez, los cortes de obra se realizarán con una periodicidad de quince días.

Los gastos asumidos por el constructor, incluyen todos los insumos, recursos humanos, equipos y herramientas necesarios para la ejecución del proyecto. Egresos muy variados, por concepto de, por ejemplo: el pago de los pedidos de

concreto, acero, tuberías, equipos y herramientas; insumos para la construcción de techos, mamposterías; subcontratos de la carpintería metálica y en madera; pagos de salarios por nómina y asumir costos indirectos como impuestos y pago de ensayos de laboratorio, entre otros.

En este punto se consideran variables que afectan los costos propios de la actividad constructiva, tales como la capacidad de los camiones tipo mezclador de concreto o los destinados para transportar el acero; para hacer los pedidos de forma organizada y evitar sobrecostos por órdenes mal planeadas con vehículos que no están movilizand material a su máxima capacidad.

1.6. FASE 6: MODELOS DE FINANCIACIÓN

El esquema metodológico finaliza con esta fase, la cual tiene por objeto establecer la influencia de los créditos bancarios en la financiación y utilidades de actividades de construcción.

Para concluir con esta fase de la metodología, es importante conocer que son muchas las variables que intervienen, para el caso de estudio se consideró las siguientes variables, bajo las cuales se dio la financiación: tasa de interés, porcentaje financiado, plazo en el cual se hará el pago de la deuda adquirida, edad del solicitante, seguro de vida, seguro en caso de incendio o terremoto, el valor de la unidad residencial, el costo de los intereses de mora, mientras el proyecto está en proceso de construcción, cuota fija, variación de los índices de precio al consumidor, depreciación de la vivienda, valores de arriendo por inmuebles de características similares, impuestos y costos por mantenimiento de la estructura.

El cálculo del interés mensual y la cuota fija se realizó utilizando las formulas (7) y (8) respectivamente.

$$i_{ea} = (1 + i)^m - 1 \quad (7)$$

i_{ea} : tasa efectiva anual

i : tasa de interés por periodos de capitalización

m : periodos de capitalización al año

$$C = P \left[\frac{(1 + i)^n * i}{(1 + i)^n - 1} \right] \quad (8)$$

C : valor de la cuota fija

P : valor del crédito

i : tasa de interés por periodos de capitalización

n : periodo de pago del crédito en meses

También se busca establecer las utilidades que se obtienen al invertir determinadas cantidades de dinero en proyectos inmobiliarios. Motivo por el cual se toma como referencia la utilidad que generaría la inversión de la misma cantidad de dinero en un Certificado de Depósito a Término (CDT), para tener un punto de referencia fijo, se determinó un rendimiento no variable.

Al analizar la financiación en Unidad de Valor Real (UVR), hay que considerar el valor de la inflación. Con esta opción se tienen dos alternativas la primera, cuota fija en UVR. La cuota en UVR será estable a lo largo de todo el crédito. A pesar de ello, el UVR varía de acuerdo con la inflación; estando la cuota, en pesos, fluctuando al ritmo de la economía en proporción al Índice de Precios al Consumidor (IPC).

Si el arriendo aumenta igual que el IPC y la inflación se mantiene estable y a la baja, esta opción es más viable que el de la cota fija en pesos, porque el ingreso estaría aumentando al mismo ritmo que la deuda y los intereses para la cuota en UVR son más bajos que los de la cuota fija en pesos.

La segunda alternativa, más riesgosa, pues ahora es un abono constante a capital en UVR y si la inflación crece por encima del IPC del año anterior, la obligación incrementa en esa proporción.

2. RESULTADOS

2.1. FASE 1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y CÁLCULO DE CANTIDADES

Después de verificar cada uno de los elementos que constituyen el modelo BIM 3D, se procedió a extraer las cantidades de obra del modelo, en la tabla 1 se muestran las cantidades de obra más significativas dentro del caso de estudio.

Figura 4. Programación de obra, unidad residencial ubicada en Ruitoque Condominio, Bucaramanga, Colombia.

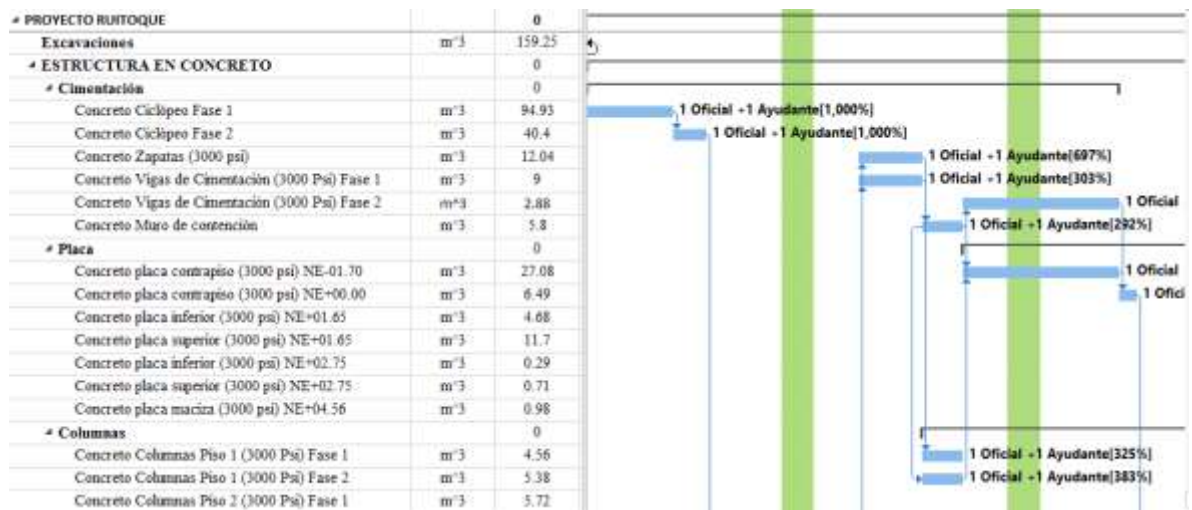


Tabla 1. Cantidades relevantes en el caso de estudio, obtenidas a partir del modelo BIM 3D

Actividad	Cantidad	Unidad
Concreto ciclópeo	135,33	[m ³]
Concreto muro contención	5,80	[m ³]
Acero total	22,45	[ton]
Pisos en cerámica	547,84	[m ²]
Techos tipo español	306,94	[m ²]
Vigas de madera	696,67	[m]
Tubería agua potable	191,49	[m]

Teniendo en cuenta que a partir de las cantidades se realizó la programación de obra, fue conveniente separar por fases algunas actividades, como el concreto ciclópeo en dos, el cual, la fase uno consta de 94,93 [m³] y la fase dos de 40,40 [m³], para un total de 135,33 [m³], como se observa en la tabla 1.

2.2. FASE 2: PRESUPUESTO

Para obtener el valor final del presupuesto, inicialmente se calculó el monto de los costos directos, usando la ecuación (1), con las cantidades y los precios unitarios definidos en el en la Fase 1 de la metodología. Seguidamente se realizó un análisis para determinar los costos indirectos, a partir de este análisis se determinó que este valor corresponde al 40 % de los costos directos. Los valores se encuentran agrupados según sus características compartidas. Se pueden observar en la tabla 2.

Los valores mostrados en la tabla 2 son en pesos colombianos (COP) moneda corriente.

Tabla 2. Costo total calculado para el caso de estudio.

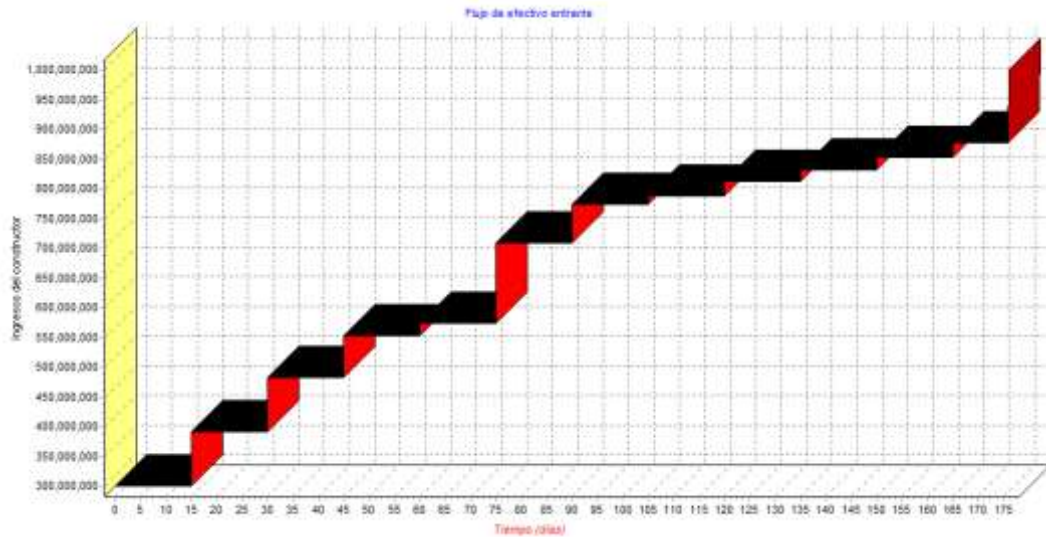
Concepto	Subtotal
Preliminares	\$ 2,542,893
Estructura reforzada	\$ 244,480,380
Arquitectura	\$ 437,427,176
Redes H, S & P	\$ 32,771,861
Σ Costos directos	\$ 714,679,418
Costos indirectos (AIU)	\$ 285,871,767
Costo total	\$ 1,000,551,185

2.3. FASE 3: PROGRAMACIÓN

Al terminar la programación de la obra se obtiene la duración de la misma, la cantidad de recursos para la ejecución de las actividades y la fecha en las que fue proyectada su ejecución. Con la programación se determinó que para ejecutar el proyecto inmobiliario se necesitan 176 días.

En la figura 5 se observa un fragmento de la programación de obra del caso de estudio.

Figura 5. Pagos que se le deben hacer al constructor en la época de ejecución del proyecto.



2.4. FASE 4: MODELO BIM 5D

El producto de unir las tres primeras fases, permite simular cómo es el comportamiento del costo directo a lo largo de la ejecución de la obra. La figura 6 muestra el comportamiento del costo directo acumulado respecto al tiempo que dura el proyecto.

Figura 6. Simulación del modelo BIM 5D, proceso constructivo de la estructura del caso de estudio.

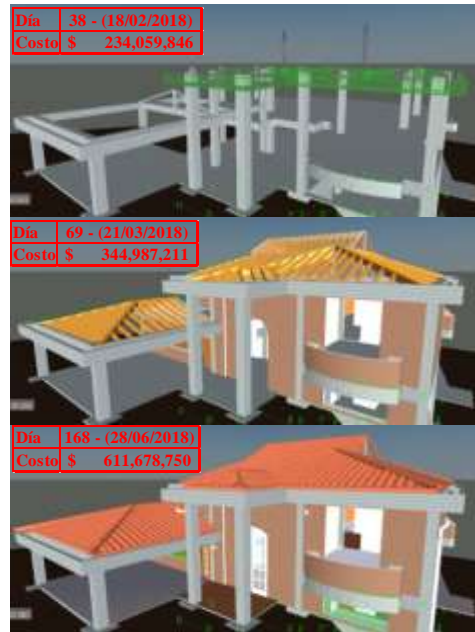
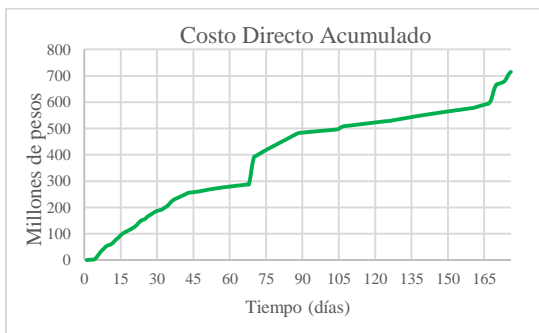


Figura 7. Curva del costo directo acumulado.



En la curva, figura 7, se observa un salto en el día 69, esto se debe a que en este día se realiza la instalación y pago de las vigas de madera para el techo, las cuales representan un costo de \$ 66,068,334. En la figura 6, se parecían en la segunda imagen, junto con el precio acumulado en ese instante.

2.5. FASE 5: FLUJOS DE CAJA

Una vez se estableció el flujo de caja se determinó en cuáles fechas se deben realizar los pagos al constructor, para ellos se hace un corte de obra y se determina el monto de dinero que ha de ser desembolsado, el cual depende del porcentaje de obra ejecutado y se hace un pago proporcional al avance del proyecto, este comportamiento se muestra en la figura 5, que se obtiene de la simulación del modelo de dinámica de sistemas que se muestra en el Anexo 1.

Los datos de entrada para el modelo descrito en el Anexo 1, están contemplados de la siguiente forma:

Por un lado, por concepto de ingresos, en el banco del empresario se tienen las siguientes variables, entradas por costos directos y entrada por AIU, las cuales varían a lo largo del tiempo:

Tabla 3. Ingresos del constructor

Día	Entrada por costos directos	Entrada por AIU
0	\$214,403,826	\$85,761,530
15	\$65,669,460	\$26,267,784
30	\$65,028,255	\$26,011,302
45	\$49,907,165	\$19,962,866
60	\$14,803,076	\$5,921,230
75	\$97,340,824	\$38,936,330
90	\$46,204,634	\$18,481,854
105	\$9,992,468	\$3,996,987
120	\$16,933,743	\$6,773,497
135	\$14,331,798	\$5,732,719
150	\$14,932,978	\$5,973,191
165	\$17,954,465	\$7,181,786
176	\$87,176,728	\$34,870,691

Por otro lado, los egresos corresponden al pago de pedido de concreto, pedido de acero, pedido de los techos, pedido de mampostería, pedido de redes, pedido, pedido de carpintería metálica y en madera, pago de nómina, pago de equipos y herramientas, pagos por concepto de administración, impuestos y utilidades.

Cada uno de estos Egresos depende de diversas variables auxiliares, como se muestran a continuación:

Pedido para estructuras en concreto:

Los pedidos se hacen de acuerdo a las variables que intervienen, cada variable evaluada tiene diferentes tiempos, por lo cual la disciplina de Dinámica de Sistemas facilita el análisis del mismo.

A continuación, se muestra las variables auxiliares que intervienen en el Egreso por concepto del pedido para las estructuras de concreto (tabla 4 a tabla 8):

Tabla 4. Pedido de concreto de 3000 psi.

Día pedido	Valor pedido
2	\$19,373,256
4	\$8,218,957
10	\$8,610,336
12	\$6,653,441
13	\$12,132,746
18	\$2,739,652
23	\$14,481,019
27	\$4,892,236
31	\$5,674,994
34	\$15,068,088
40	\$978,447

Tabla 5. Pedido de desmoldante en polvo gris.

Día pedido	Valor pedido
10	\$223,021
12	\$420,957
13	\$93,933
18	\$10,287
23	\$1,053,032
31	\$357,755
34	\$757,480
40	\$58,975

Tabla 6. Pedido antisol blanco

Día pedido	Valor pedido
10	\$84,222
12	\$158,939
13	\$35,473
18	\$3,885
23	\$593,033
27	\$233,438
31	\$141,755
32	\$14,166
34	\$317,243
40	\$22,246

Tabla 7. Pedido piedra media zonga

Día pedido	Valor pedido
2	\$2,652,652
4	\$1,128,907

Tabla 8. Pedido casetón

Día pedido	Valor pedido
23	\$1,952,407
31	\$270,485

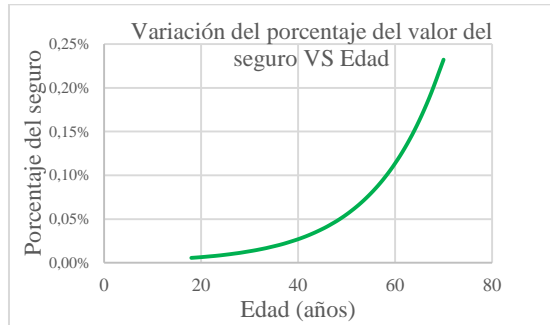
Estas son las variables auxiliares que alimenta cada uno de los flujos de los pedidos, para este caso el pedido de las estructuras en concreto, los cuales a su vez en conjunto representa los Egresos en el flujo total del proyecto.

Para validar la información procesada en esta herramienta, se realizó el flujo de los pedidos de concreto usando hojas de cálculo, de forma tal, que se obtuvo los mismos resultados, motivo por el cual al procesar el flujo de dinero de todo el proyecto se tiene la certeza y confiabilidad del 100 % que en efecto la información mostrada presentará el mismo comportamiento en la fase de ejecución de la construcción, siempre y cuando se sigan detalladamente los parámetros expuestos en el presente documento.

2.6. FASE 6: MODELOS DE FINANCIACIÓN

Las variables a considerar para determinar la rentabilidad son muy diversas. En la figura 8 se observa la variación del porcentaje, del seguro de vida, respecto a la edad del solicitante.

Figura 8. Variación del porcentaje respecto al cual se cobra el seguro de vida, según la edad del cliente.



El comportamiento del costo del seguro de vida, dependiendo de la edad del solicitante, se ajusta a la siguiente ecuación exponencial:

$$\%_{seguro} = 2 \times 10^{-5} e^{0,0719 * (Edad)}$$

El sector bancario varía las tasas de interés según el riesgo que represente el acreedor. Para evaluar el riesgo de fracaso del proyecto inmobiliario, la banca define un comité de riesgo, el cuál evalúa, del empresario encargado de la ejecución del proyecto, variables como: antigüedad de la empresa, montos máximos de proyectos ejecutados, valor facturado el año inmediatamente anterior, historial crediticio con la entidad ante la cual se está solicitando la financiación, etc.

Dependiendo del resultado obtenido al comité evaluar las variables, la banca ofrece créditos con tasa de interés efectiva anual, en caso favorable de 8 % y en caso desfavorable hasta del 12,2 %. Para el caso de estudio se consideró una tasa de interés del 11,5 % efectiva anual, pues es a este interés que normalmente se ofrece los créditos para acreedores con baja puntuación.

Del mismo modo, la banca financia el 100 % de los costos directos o el 70 % del valor del proyecto, lo que sea menor. Para el caso de estudio, los costos directos

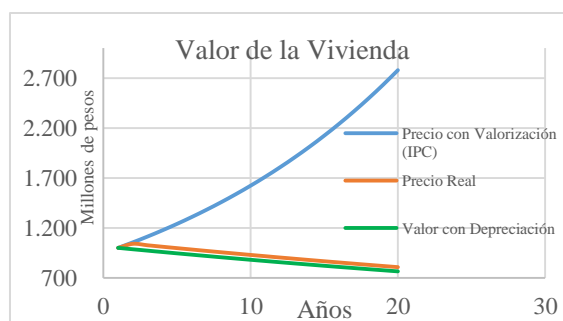
representan el 71 % del valor del proyecto, razón por la cual, el 70 % será el monto máximo que financiará el banco.

Analizando el valor de arriendo por metro cuadrado en Ruitoque Condominio, se estableció que en promedio el metro cuadrado construido cuesta \$ 11,046 [36], teniendo en cuenta que el área construida de la vivienda es 548 m², para efectos del caso de estudio se considera un arriendo base de seis millones de pesos, moneda corriente. El arriendo presenta un incremento cada año, el cual en ningún caso puede superar el Índice de Precios al Consumidor (IPC) [37] o el 1 % del valor de la propiedad.

La propiedad está diseñada para una vida útil de 50 años, al final de este periodo se estableció un precio de salvamento de trecientos millones de pesos, equivalente a aproximadamente al 30% del valor inicial de la vivienda. Esto genera una depreciación anual de 1,4 %.

Si no se considera la desvalorización, el incremento del valor de la vivienda se hará respecto al año inmediatamente anterior, en ese orden de ideas, el valor de la casa en veinte años se triplicaría; pero lo que realmente sucede es que la vivienda se deprecia y al valor resultante es al que se le hace un incremento teniendo en cuenta el IPC, razón por la cual el precio real es ligeramente mayor al valor depreciado. Este comportamiento se ve reflejado en la figura 9.

Figura 9. Variación del valor de la vivienda en el periodo de estudio.



El impuesto predial para este tipo de bien inmueble, según el acuerdo 089 de la ciudad de Bucaramanga, establece que los bienes inmuebles que superen los 160 SMLMV (\$ 118,034,720) han de pagar una tarifa de 11,4 por mil.

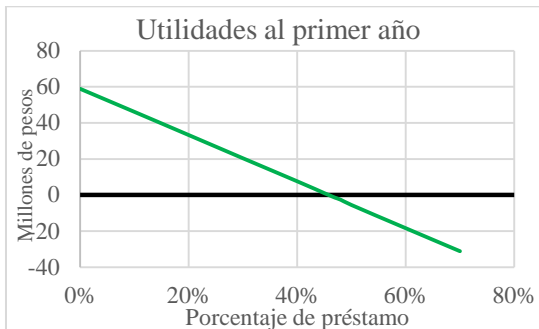
Adicionalmente se considera un monto de mantenimiento anual equivalente al 10 % del valor mensual del arriendo. Considerando que los inquilinos responden por daños mayores causados a la propiedad.

Con las variables anteriormente descritas ya definidas, se procede a hacer la comparación de las ganancias obtenidas al primer año, para establecer el porcentaje óptimo que ha de ser financiado por medio de créditos bancarios. Si las utilidades al primer año presentan cifras negativas, inmediatamente se debe adquirir un monto mayor de crédito para solventar las pérdidas, situación que lleva a un sobreendeudamiento, razón por la cual deja de ser rentable.

En la figura 10, se observa que el valor financiado ha de ser inferior a 45,8 % para obtener rentabilidad al primer año. Si se financia el 70 %, el máximo permitido, de la vivienda con un producto financiero al terminar el primer año fiscal tendría un déficit acumulado de \$ 31,180,322; por el contrario, si no se accede al sector bancario y el cliente corre con el 100 % del valor de la vivienda, al cabo del primer año las ganancias obtenidas son de \$ 58,885,954. Por ello es relevante contar con un capital considerable, para obtener la mayor utilidad posible.

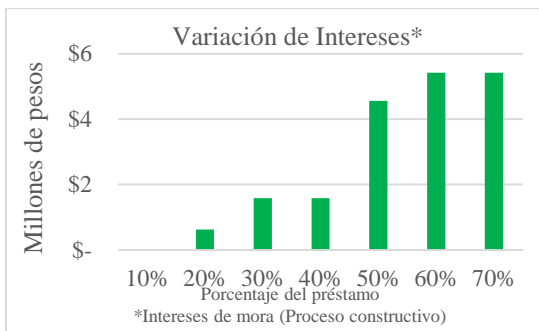
También es importante resaltar que al financiar con créditos bancarios un mayor porcentaje de la obra, los intereses por mora se incrementan en la fase de ejecución. Véase figura 11.

Figura 10. Porcentaje de crédito solicitado a la entidad financiera y su utilidad en millones de pesos.



Dependiendo de los intereses de mora ocasionados se procede a calcular el valor total a ser financiado. Porque a este monto se le suman los intereses.

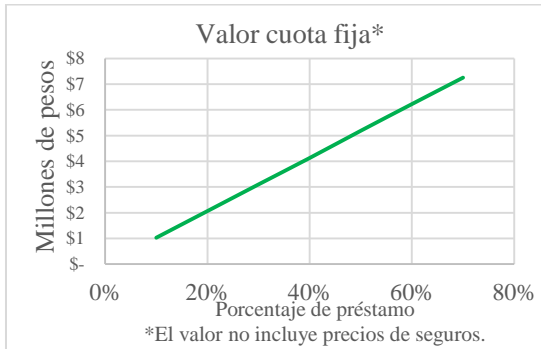
Figura 11. Variación de los intereses por mora, por el tiempo que dura la construcción del proyecto según el porcentaje de crédito adquirido.



Para el cálculo de la cuota fija se acude a la formula (8), y así se determina el valor de la cuota.

En la figura 14, se muestra como el comportamiento de la cuota aumenta de acuerdo al valor financiado por la entidad financiera; Sin embargo, a esta cuota se le deben sumar los seguros, los cuales se ven alterados por la edad del cliente y el IPC.

Figura 12. Variación de la cuota fija, según el porcentaje de crédito adquirido, sin considerar los costos asociados al seguro de vida y en caso de terremoto e incendio.



En la figura 13 se observa la variación de la utilidad, a los veinte años, en donde es evidente que si sólo se tiene el 30 % del valor de la vivienda y se planea financiar el déficit con créditos: es más rentable invertir ese 30 % en un CDT.

Figura 13. Variación de utilidades a los veinte años según el porcentaje de inversión.

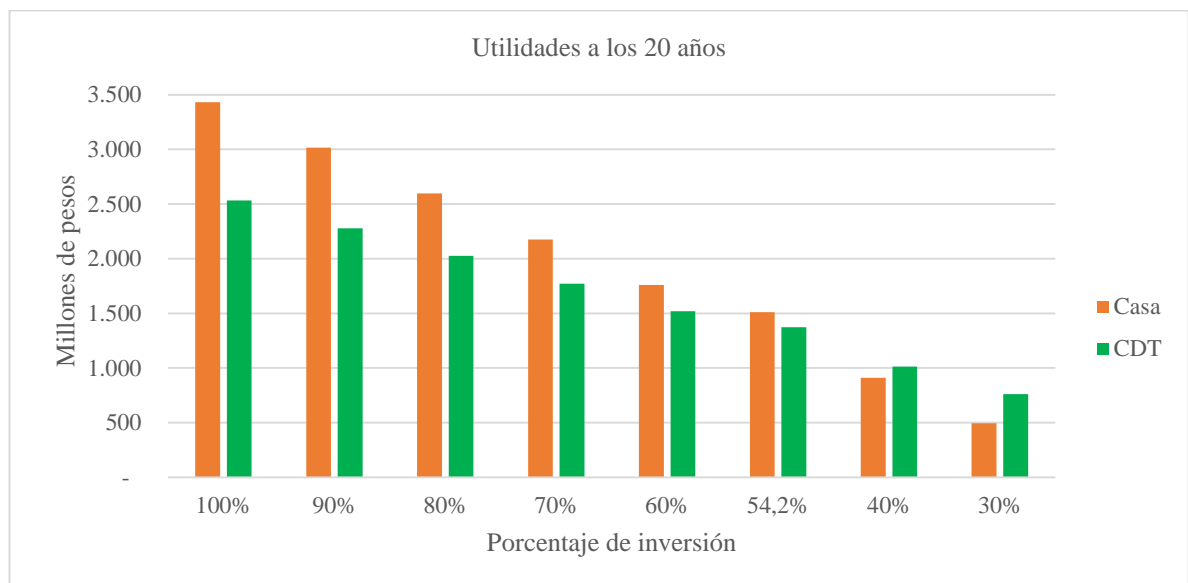
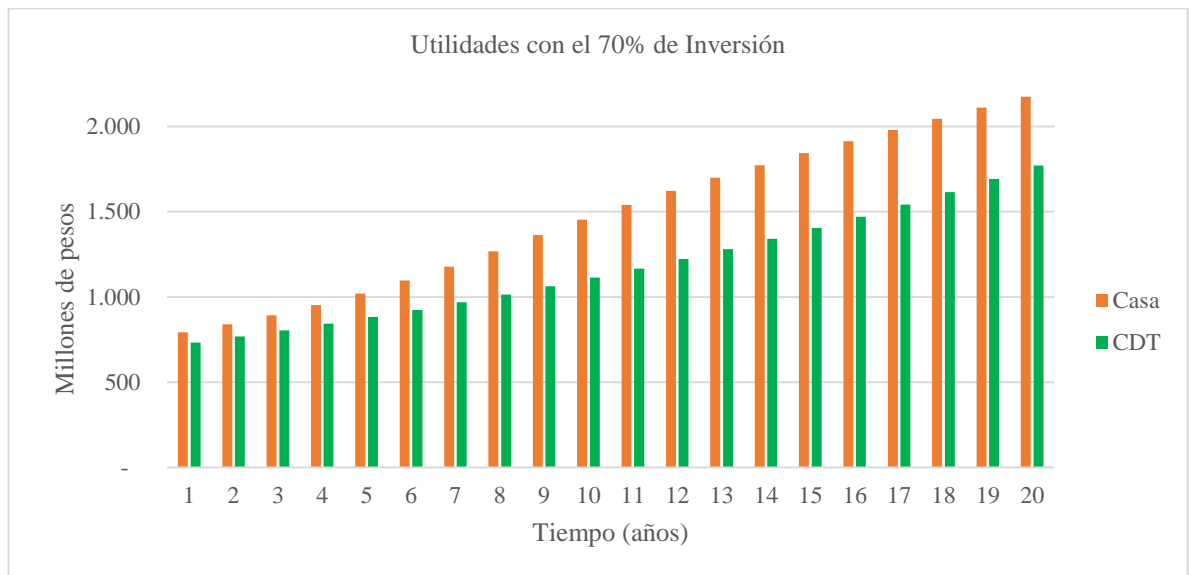


Figura 14. Variación de las utilidades a lo largo de los 20 años considerando un 70 % de inversión.



Al realizar un análisis detallado de cómo es el comportamiento de las utilidades a lo largo de los 20 años, considerando que solo se financia el 30 % del valor inicial de la vivienda, se percibe cómo a medida que pasa el tiempo son mayores las utilidades en relación con las obtenidas al invertir el mismo monto en el CDT.

3. DISCUSIÓN

El sistema financiero promueve el desarrollo económico, ya que permite la inversión capital hacia actividades productivas, como la industria de la construcción [38].

Sin embargo, ha existido coyunturas que han roto el equilibrio entre estos dos sectores económicos. Circunstancias como las burbujas inmobiliarias, en las cuales, el precio de los bienes inmuebles incrementa por encima del precio de los demás bienes y servicios. Esto afecta notablemente a la población debido a que este es un bien básico.

La burbuja inmobiliaria se origina a partir de diversos factores que tienen como consecuencia abundantes créditos hipotecarios con tasas de intereses muy bajas [39], contexto en el cual la demanda de viviendas incrementa, y a su vez, los precios; bajo estas condiciones los clientes adquieren créditos sin medir su capacidad de pago conduciendo a que el sector bancario embargue los inmuebles, lo cual consecuentemente genera crisis económica en un país [40].

Por ello esta investigación está enfocada en el estudio de la influencia de los créditos bancarios, determinando cuan viable y rentable es acudir al sector bancario para financiar un proyecto en específico.

Una de las variables iniciales es conocer el monto de dinero que costará el proyecto, por ello al implementar la tecnología BIM 3D se obtienen cantidades exactas [41], de forma tal, que la incertidumbre en el presupuesto disminuye notablemente permitiendo calcular el precio final del proyecto.

Definido el monto a financiar se debe programar con una anterioridad prudente, cuándo se hará la solicitud del préstamo, teniendo en cuenta los tiempos de aprobación, que varían de una entidad a otra. No es rentable solicitar el monto establecido al inicio del proyecto, pues habrá que pagar intereses por unos recursos económicos que no serán invertidos inmediatamente.

Bajo estas circunstancias el modelo BIM 5D y la metodología Dinámica de Sistemas ofrecen información importante, a través del flujo de caja se determina cuando y qué cantidad de dinero se requiere.

Existen indicadores de riesgos para determinar la tasa de interés [42] y a su vez la cuota fija mensual según el perfil financiero tanto de quien solicita el crédito como de quien construye.

Por consiguiente, no se puede tener una regla general para establecer la viabilidad de financiar el proyecto con créditos, pues las tasas son variables, asimismo hay que considerar costos asociados con adquirir un producto financiero de estas características como lo son: seguros de vida, variable dependiendo de la edad del cliente, seguros en caso de incendio o terremoto, depende del precio del inmueble y la ubicación geográfica. En cada caso es imprescindible hacer un estudio independiente.

Si la financiación se hace con base en el UVR se presentan dos escenarios. Ambos están ligados a la fluctuación de la economía y en ambos se corre un riesgo elevado; entre más alto es el riesgo, más altas son las ganancias o las pérdidas si se presenta condiciones adversas.

En el primer escenario el cual la inflación es mayor que el IPC, del año anterior, resulta un riesgo financiero tener una deuda bajo esta modalidad, pues, aunque está haciendo pagos, estos son menores al crecimiento de la obligación, razón por

la cual el margen de 45,8 % se reduce y prácticamente no es viable acudir a un crédito para la financiación.

Caso contrario, el segundo escenario donde la inflación tiende a la baja, el costo de los intereses no es significativo y las utilidades superan el gasto por concepto de interés, si el delta de la disminución de la inflación es mayor que el valor del IPC del último año. Escenario muy poco probable que se dé, significa que la economía crece constantemente sin fluctuaciones.

El sistema financiero es un aliado estratégico para desarrollar los proyectos inmobiliarios siempre y cuando se haga una planeación eficaz, y se minimice las variables que generan incertidumbre, para ello los modelos BIM 5D, se convierten en herramientas eficientes, reduciendo los niveles de incertidumbre y agilizando el procesamiento de la información en la fase de diseño de los proyectos de construcción [42].

4. CONCLUSIONES

En la figura 13, se observa que una inversión de un monto menor al 40 % de costo total del proyecto resultaría en una inversión con menores utilidades a la alternativa del Certificado de Depósito a Término (CDT), esto resulta coherente con el resultado mostrado en la figura 10 en la que se observa que se debe procurar financiar, con un crédito bancario, un valor inferior al 45.8 % del valor total del proyecto, pues de lo contrario las utilidades resultan afectadas por concepto de flujos de caja negativos que conllevan a una situación de sobreendeudamiento.

En las figuras 13 y 14, se muestra que entre menor sea el porcentaje del costo total del proyecto, financiado con un crédito bancario, mayores podrán ser las utilidades, de la misma forma se observa que un porcentaje alto del crédito bancario conlleva a que la inversión resulte inviable teniendo en cuenta las utilidades que se obtienen con un CDT.

Tomando en cuenta los tiempos requeridos para el trámite y la obtención de un crédito bancario, se recomienda que en la fase de planificación del proyecto se realice un análisis del flujo de caja del proyecto como se muestra en la metodología del presente trabajo, de esta forma será posible obtener créditos en la fase de planificación y disminuir los riesgos asociados a los flujos de caja negativos durante la fase de construcción que podrían comprometer la continuidad del proceso constructivo.

Un modelo BIM 5D del proceso constructivo es una herramienta que facilita la gestión de los recursos económicos en un proyecto de construcción. El modelo

BIM 5D permite conocer el costo de la obra por días, información relevante en la planeación y gestión del dinero necesario para ejecutar la obra.

La elaboración de un modelo BIM 3D resulta en un instrumento eficaz para el cálculo de las cantidades de obra; reduce los tiempos de cálculos al realizar cambios en el modelo original. Por consiguiente, en la estimación del presupuesto se reduce significativamente la incertidumbre del valor final del proyecto, indispensable para determinar el monto de dinero que ha de ser prestado para la financiación del proyecto.

La metodología Dinámica de Sistemas facilita el análisis de los flujos de dinero, dado que intervienen un número elevado de variables en el flujo de caja, de forma tal que si se hiciese usando hojas de cálculo sería una operación tediosa. Adicionalmente, al usar este método se identificó los tiempos óptimos para solicitar los créditos.

El sistema financiero es muy hostil con los nuevos empresarios, por el alto riesgo de fracaso que representan les prestan dinero con altas tasas de intereses, haciéndolos menos competitivos frente a empresarios experimentados en el sector, que consiguen tasas de intereses muy bajas.

Es primordial contar con un capital base para invertir en proyecto, ya que, las entidades bancarias financian hasta el 100 % de los costos directos o el 70 % del valor de la propiedad, lo que sea menor.

Seleccionar la modalidad de crédito hipotecario, es una decisión significativa que se ve reflejada en las utilidades finales, los créditos pueden ser pactados en UVR (Unidad de Valor Real) o en pesos: en la primera, la incertidumbre es mayor pues la cuota está a la deriva de las fluctuaciones económicas y la utilidad es incierta; en la segunda, desde el inicio del crédito se tiene la certeza del nivel de utilidad,

dado que la cuota es fija en pesos toda la vida del crédito, aunque se pagan más por concepto de intereses comparado con el UVR, al disminuir el riesgo.

La cuota fija en pesos permite realizar un análisis detallado para determinar el porcentaje del valor del proyecto que ha de ser financiado por el sector bancario, consecuentemente la viabilidad económica de invertir en determinado proyecto inmobiliario.

REFERENCIAS

[1] CASTILLO, Mercedes. Anotaciones sobre el problema de la vivienda en Colombia. Bitácora Urbano Territorial, 2004, vol. 1, no 8, p. 15.

[2] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. POBREZA Y CONDICIONES DE VIDA DÉFICIT DE VIVIENDA. [En línea] www.dane.gov.co [citado 09 de mayo de 2016] Disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-sociales/deficit-de-vivienda>

[3] Ministerio de Vivienda. Déficit habitacional. [En línea] www.minvivienda.gov.co [Citado 09 de mayo 2016] Disponible en: <http://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/noticias/2014/abril/d%C3%A9ficit-habitacional-en-colombia-cay%C3%B3-46-3-gracias-a-los-programas-de-vivienda-que-adelanta-el-gobierno-nacional>

[4] HÁBITAT, O. N. U. Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana. Brasil: Programa de las Naciones Unidas para los asentamientos humanos, 2012. Capítulo 3, p. 61-75.

[5] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. CONSTRUCCIÓN-CENSO DE EDIFICACIONES-CEED-. [En línea] www.dane.gov.co [citado 10 de mayo de 2016] Disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/construccion-en-industria/construccion/censo-de-edificaciones>

[6] Fondo Nacional del Ahorro. Arriendo social. [En línea] www.fna.gov.co [Citado 04 de mayo 2016] Disponible en: http://www.fna.gov.co/wps/portal/inicio/vivienda/arriendo_social

[7] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. CONSTRUCCIÓN - FINANCIACIÓN DE VIVIENDA - FIVI. [En línea] www.dane.gov.co [citado 14 de

mayo de 2016] Disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/construccion-en-industria/construccion/financiacion-de-vivienda>

[8] Bancolombia. Leasing Habitacional. [En línea] www.grupobancolombia.com [Citado 10 de mayo 2016] Disponible en: <http://leasing.grupobancolombia.com/wps/portal/leasing-bancolombia/productos-servicios/leasing-financiero/habitacional/>

[9] Banco Bilbao Vizcaya Argentaria Colombia. Leasing Inmobiliario. [En línea] www.bbva.com.co [citado 09 de mayo 2016] Disponible en: <https://www.bbva.com.co/empresas/empresarial/financiacion/leasing/inmobiliario.jsp>

[10] Banco de Occidente. LEASING Inmobiliario. [En línea] www.bancodeoccidente.com.co [Citado 08 de mayo 2016] Disponible en: <https://www.leasingdeoccidente.com.co/wps/portal/leasingoccidente/bienvenido/productos/lineas-leasing/inmobiliario>

[11] Banco de Comercio Exterior de Colombia. Leasing Inmobiliario. [En línea] www.bancoldex.com [Citado 07 de mayo 2016] Disponible en: <https://www.leasingbancoldex.com/Productos/Leasing/Leasing-Inmobiliario.aspx>

[12] Banco Davivienda. Leasing inmobiliario. [En línea] www.davivienda.com [Citado 06 de mayo 2016] Disponible en: <https://productos.davivienda.com/EmpresasyAgropecuarios/Cr%C3%A9ditoComercial/Cr%C3%A9ditodeLargoPlazo/LeasingInmobiliario.aspx>

[13] Mercantil Colpatría. Leasing financiero. [En línea] www.colpatría.com [Citado 05 de mayo 2016] Disponible en: <https://www.colpatría.com/empresas-Lcredito-leasing.aspx>

[14] LUCKO, Gunnar. Optimizing cash flows for linear schedules modeled with singularity functions by simulated annealing. En: Journal of Construction Engineering and Management – ASCE. Julio, 2011, vol. 137, p. 523-535.

[15] KISHORE, Varun; ABRAHAM, Dulcy y SINFIELD, Joseph. Portfolio cash assessment using fuzzy systems theory. En: Journal of Construction Engineering and Management – ASCE. Mayo, 2009, vol. 137, p. 333-343.

[16] KHOSROWSHAHI, Fernando y KAKA, Ammar. A decision support model for construction cash flow management. En: Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, vol. 22, p. 527-539.

[17] AL-JOBURI, Khalil; AL-AOMAR, Raid y BAHRI, Mohammed. Analyzing the impact of negative cash flow on construction performance in the Duda area. En: Journal of Management in Engineering – ASCE. Octubre, 2012, vol. 28, p. 382-390.

[18] GROSSKOPF, K. R. Teaching methods improvement using industry focus groups: a case study in construction financing. International Journal of Construction Education and Research, 2004, vol. 1, no 1, p. 13-25.

[19] Superintendencia Financiera de Colombia. Sistema financiero colombiano en cifras-Enero de 2016. [En línea]. www.superfinanciera.gov.co Disponible en: <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/loader.jsf?!Servicio=Publicaciones&ITipo=publicaciones&IFuncion=loadContenidoPublicacion&id=10081702>.

[20] A. Watson, “Digital buildings-Challenges and opportunities,” Adv. Eng. Informatics, vol. 25, no. 4, pp. 573-581, 2011.

- [21] O.G Sánchez Rivera, “Análisis del flujo de caja de la construcción de un proyecto con modelos BIM 5D y dinámica de sistemas” 2015.
- [22] Kim, J. L. (2011). Use of BIM for effective visualization teaching approach in construction education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(3), 214-223.
- [23] Diaz, H. P., Rivera, O. G. S., & Guerra, J. A. G. (2015). Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5d con tecnologías “building information modeling”. *REVISTA GTI*, 14(38).
- [24] X. Su and H. Cai, “Enabling Construction 4D Topological Analysis for Effective Construction Planning,” *Journal of Computing in Civil Engineering*, vol. 30, no. 2008, pp. 1–10, 2014.
- [25] Cancho Montoya, C. (2016). Modelado BIM de un edificio singular.
- [26] ARACIL, Javier y GORDILLO, Francisco. *Dinámica de sistemas*. Madrid, España. Alianza Editorial Textos, 1978.
- [27] Lee, D. E., Lim, T. K., & Arditi, D. (2011). Stochastic project financing analysis system for construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(3), 376-389.
- [28] Lu, Q., Won, J., & Cheng, J. C. P. (2015). A financial decision making framework for construction projects based on 5D Building Information Modeling (BIM). *International Journal of Project Management*, 34(1), 3–21.
- [29] Chen, H. L. (2007). Developing cost response models for company-level cost flow forecasting of project-based corporations. *Journal of Management in Engineering*, 23(4), 171-181.

[30] Mejía, G. Hernández, T. (2007). Seguimiento de la productividad en obra: técnicas de medición de rendimientos de mano de obra, Revista UIS ingenierías, 6 (2), 45 – 59.

[31] Polanco, L. (2009). Análisis de rendimientos de mano de obra para actividades de construcción. Tesis de trabajo de grado publicado, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.

[32] Li, H. Arditi, D. Wang, Z. (2013). Factors that affect transaction costs in construction projects. Journal of Construction Engineering and Management – ASCE, 139, 60 – 68.

[33] Lee, T. (2008). Sheduling, estimating, and BIM: aprofitable combination. International Transactions– ASCE.

[34] Sánchez, J. (1997). Manual de programación y control de programas de obra. (Ed.). Universidad Nacional de Colombia, (p 6). Medellín, Colombia.

[35] ARACIL, Javier y GORDILLO, Francisco. Dinámica de sistemas. Madrid, España. Alianza Editorial Textos, 1978.

[36] Manuel Linares Inmobiliaria. [En línea] www.ruitoquecondominio.com [Citado 23 de enero 2017] Disponible en: <https://www.ruitoquecondominio.com/arriendos/>

[37] Banco de la República. [En línea] www.banrep.gov.co [Citado 24 de enero 2017] Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/es/ipc>

[38] Carvajal, A., & Zuleta, H. (1997). Desarrollo del sistema financiero y crecimiento económico. Borradores de economía, 67.

[39] Wheaton, W., & Nechayev, G. (2008). The 1998-2005 Housing “Bubble” and the Current “Correction”: What’s Different This Time?. *Journal of real Estate research*, 30(1), 1-26.

[40] Carbó, S. (2009). Sector bancario, crisis y crédito en España. *Revista económica de Castilla-La Mancha*, 14, 9-29.

[41] Avery, R. B., Bostic, R. W., Calem, P. S., & Canner, G. B. (1996). Credit risk, credit scoring, and the performance of home mortgages. *Fed. Res. Bull.*, 82, 621.

[42] Sacks, R. Koskela, L. Dave, B. Owen, R. (2010). Interaction of Lean and Building Information Modeling in construction. *Journal of construction engineering and management*, 136 NO. 9, 968 – 980.

BIBLIOGRAFÍA

AL-JOBURI, Khalil; AL-AOMAR, Raid y BAHRI, Mohammed. Analyzing the impact of negative cash flow on construction performance in the Dudai area. En: Journal of Management in Engineering – ASCE. Octubre, 2012, vol. 28, p. 382-390.

ARACIL, Javier y GORDILLO, Francisco. Dinámica de sistemas. Madrid, España. Alianza Editorial Textos, 1978.

AVERY, R. B., BOSTIC, R. W., CALEM, P. S., & CANNER, G. B. Credit risk, credit scoring, and the performance of home mortgages. Fed. Res. Bull., 1996 82, 621.

BANCO BILBAO VIZCAYA ARGENTARIA COLOMBIA. Leasing Inmobiliario. [En línea] [citado 09 de mayo 2016] Disponible en: <https://www.bbva.com.co/empresas/empresarial/financiacion/leasing/inmobiliario.jsp>

BANCO DAVIVIENDA. Leasing inmobiliario. [En línea] [Citado 06 de mayo 2016] Disponible en: <https://productos.davivienda.com/EmpresasyAgropecuarios/Cr%C3%A9ditoComercial/Cr%C3%A9ditodeLargoPlazo/LeasingInmobiliario.aspx>

BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA. Leasing Inmobiliario. [En línea] [Citado 07 de mayo 2016] Disponible en: <https://www.leasingbancoldex.com/Productos/Leasing/Leasing-Inmobiliario.aspx>

BANCO DE LA REPÚBLICA. IPC [En línea] [Citado 24 de enero 2017] Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/es/ipc>

BANCO DE OCCIDENTE. LEASING Inmobiliario. [En línea] [Citado 08 de mayo 2016] Disponible en: <https://www.leasingdeoccidente.com.co/wps/portal/leasingoccidente/bienvenido/productos/lineas-leasing/inmobiliario>

BANCOLOMBIA. Leasing Habitacional. [En línea] [Citado 10 de mayo 2016] Disponible en: <http://leasing.grupobancolombia.com/wps/portal/leasing-bancolombia/productos-servicios/leasing-financiero/habitacional/>

CANCHO MONTOYA, C. Modelado BIM de un edificio singular. 2016

CARBÓ, S. Sector bancario, crisis y crédito en España. Revista económica de Castilla-La Mancha, 14, 2009 9-29.

CARVAJAL, A., & ZULETA, H. Desarrollo del sistema financiero y crecimiento económico. Borradores de economía, 67. 1997

CASTILLO, Mercedes. Anotaciones sobre el problema de la vivienda en Colombia. Bitácora Urbano Territorial, 2004, vol. 1, no 8, p. 15.

CHEN, H. L. Developing cost response models for company-level cost flow forecasting of project-based corporations. Journal of Management in Engineering, 23(4), 2007 171-181.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Construcción- censo de edificaciones-CEED-. [En línea] [citado 10 de mayo de 2016] Disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/construccion-en-industria/construccion/censo-de-edificaciones>

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Construcción - financiación de vivienda - FIVI. [En línea] [citado 14 de mayo de 2016] Disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/construccion-en-industria/construccion/financiacion-de-vivienda>

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Pobreza y condiciones de vida déficit de vivienda. [En línea] [citado 09 de mayo de 2016] Disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-sociales/deficit-de-vivienda>

DIAZ, H. P., RIVERA, O. G. S., & GUERRA, J. A. G. Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5d con tecnologías “building information modeling”. REVISTA GTI, 14(38). 2015

FONDO NACIONAL DEL AHORRO. Arriendo social. [En línea] [Citado 04 de mayo 2016] Disponible en: http://www.fna.gov.co/wps/portal/inicio/vivienda/arriendo_social

GROSSKOPF, K. R. Teaching methods improvement using industry focus groups: a case study in construction financing. International Journal of Construction Education and Research, 2004, vol. 1, no 1, p. 13-25.

HÁBITAT, O. N. U. Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana. Brasil: Programa de las Naciones Unidas para los asentamientos humanos, 2012. Capítulo 3, p. 61-75.

KHOSROWSHAHI, Fernando y KAKA, Ammar. A decision support model for construction cash flow management. En: Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, vol. 22, p. 527-539.

KIM, J. L. Use of BIM for effective visualization teaching approach in construction education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(3), 2011 214-223.

KISHORE, Varun; ABRAHAM, Dulcy y SINFIELD, Joseph. Portfolio cash assessment using fuzzy systems theory. En: *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. Mayo, 2009, vol. 137, p. 333-343.

LEE, D. E., LIM, T. K., & ARDITI, D. Stochastic project financing analysis system for construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(3), 2011 376-389.

LEE, T. Sheduling, estimating, and BIM: aprofitable combination. *International Transactions– ASCE*. 2008

LI, H. ARDITI, D. WANG, Z. Factors that affect transaction costs in construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*, 139, 60 – 68.

LU, Q., WON, J., & CHENG, J. C. P. A financial decision making framework for construction projects based on 5D Building Information Modeling (BIM). *International Journal of Project Management*, 34(1), 2015 3–21.

LUCKO, Gunnar. Optimizing cash flows for linear schedules modeled with singularity functions by simulated annealing. En: *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. Julio, 2011, vol. 137, p. 523-535.

MANUEL LINARES INMOBILIARIA. Arriendos [En linea] [Citado 23 de enero 2017] Disponible en: <https://www.ruitoquecondominio.com/arriendos/>

MEJÍA, G. HERNÁNDEZ, T. Seguimiento de la productividad en obra: técnicas de medición de rendimientos de mano de obra, Revista UIS ingenierías, 6 (2), 2007 45 – 59.

MERCANTIL COLPATRIA. Leasing financiero. [En línea] [Citado 05 de mayo 2016] Disponible en: <https://www.colpatria.com/empresas-Lcredito-leasing.aspx>

MINISTERIO DE VIVIENDA. Déficit habitacional. [En línea] [Citado 09 de mayo 2016] Disponible en: <http://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/noticias/2014/abril/d%C3%A9ficit-habitacional-en-colombia-cay%C3%B3-46-3-gracias-a-los-programas-de-vivienda-que-adelanta-el-gobierno-nacional>

POLANCO, L. Análisis de rendimientos de mano de obra para actividades de construcción. Tesis de trabajo de grado publicado, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia. 2009

SACKS, R. KOSKELA, L. DAVE, B. OWEN, R. Interaction of Lean and Building Information Modeling in construction. Journal of construction engineering and management, 136 No. 9, 2010 968 – 980.

SÁNCHEZ RIVERA O.G, “Análisis del flujo de caja de la construcción de un proyecto con modelos BIM 5D y dinámica de sistemas” 2015.

SÁNCHEZ, J. Manual de programación y control de programas de obra. (Ed.). Universidad Nacional de Colombia, (p 6). Medellín, Colombia. 1997

SU X. and CAI H., “Enabling Construction 4D Topological Analysis for Effective Construction Planning,” Journal of Computing in Civil Engineering, vol. 30, no. 2008, pp. 1–10, 2014.

SUPERINTENDENCIA Financiera de Colombia. Sistema financiero colombiano en cifras-Enero de 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/loader.jsf?!Servicio=Publicaciones&ITipo=publicaciones&IFuncion=loadContenidoPublicacion&id=10081702>.

WATSON A., "Digital buildings-Challenges and opportunities," Adv. Eng. Informatics, vol. 25, no. 4, pp. 573-581, 2011.

WHEATON, W., & NECHAYEV, G. The 1998-2005 Housing "Bubble" and the Current "Correction": What's Different This Time?. Journal of real Estate research, 30(1), 2008 1-26.

