**Viviendas económicas con materiales locales para el municipio Santa Cruz del Sur con la utilización de las metodologías BIM.**

**Economic houses with local materials for the municipality Santa Cruz of the South with the use of the methodologies BIM.**

**Autores:** Dra.C. Riselda Guzmán Méndez, MSc. Ing. Derby Ramón Nuñez Olazábal,

Ing. Ramón Menéndez Vargas, Ing. Miguel Ángel Pardo Sánchez

**Provincia:** Camagüey

Contactar:Dra.C. Riselda Guzmán Méndez. Decana.

Centro de Trabajo: Universidad de Camagüey.

CI:67090830179. Teléfono Celular: 52700995

e-mail: riselda.guzman@reduc.edu.cu, riselda.guzman1967@gmail.com

# **Resumen**

El trabajo surge de la necesidad de construcción de viviendas económicas a partir de la utilización de los materiales locales para el municipio Santa Cruz del Sur mediante el uso de la metodología BIM. Se abordan fundamentos generales acerca de la caracterización de la zona de estudio, la utilización de materiales locales en el municipio, la implementación de la nueva Mini Industria en la localidad y su equipamiento técnico, así como el origen de los diferentes materiales requeridos. En una segunda etapa se efectúa las propuestas de variantes de viviendas unifamiliares económicas a partir de la utilización de materiales locales producidos en la localidad a través de la implementación de la metodología BIM. Por último, se desarrolla el diseño estructural de los elementos prefabricados de la cubierta como son las viguetas y plaquetas, de dichas variantes realizándose los cálculos pertinentes. La metodología BIM permitió la modelación de las tres variantes de viviendas propuestas, y con la creación de la Mini Industria, y una vez presente en la misma el equipamiento técnico pertinente, se logrará la confección de algunos de los materiales necesarios para el proyecto de las variantes de viviendas económicas, de acuerdo con las características de la zona.

**Palabras claves:**viviendas, materiales locales, diseño, proyecto y modelado de información de construcción.

# **Abstract**

The work arises from the need of construction of economic houses from the use of the local materials for the municipality Santa Cruz of the South by means of the use of the Methodology BIM. General essentials are tackled about the characterization of the zone of study, the use of local materials in the municipality, the implementation of the piece of news Mini Industry in the locality and his technical equipment, as well as the origin of the different required materials. In the second stage there are carried out the proposals of variants of single-family economic houses from the use of local materials produced in the locality through the implementation of the Methodology BIM. Finally, there develops the structural design of the prefabricated elements of the beam-and-slab roof, of the above mentioned variants the pertinent calculations done. The methodology BIM allowed the modeling of three variants of proposed housings, and with the creation of the Mini Industry, and once present in the same one the technical pertinent equipment, there will be achieved the dressmaking of some of the materials necessary for the project of the variants of economic houses, in accordance with the characteristics of the zone.

**Keywords:**houses, local materials, design, project, and building information modeling.

# **Introducción.**

El desarrollo perspectivo de la sociedad cubana para los próximos decenios del siglo XXI, está determinado por un conjunto de exigencias expresadas en los Lineamientos del Partido Comunista de Cuba y la Revolución, en tal sentido el No.189. (Partido Comunista de Cuba, 2011) expresa la necesidad de:

*Recuperar e incrementar la producción de materiales para la construcción que aseguren los programas inversionistas priorizados del país (turismo, viviendas, industriales, entre otros), la expansión de las exportaciones y la venta a la población, así como desarrollar producciones con mayor valor agregado y calidad, y de igual manera lograr incrementos significativos en los niveles y diversidad de las producciones locales de materiales de construcción y divulgar sus normas de empleo*. (p.30)

Lo anterior constituye un manifiesto interés partidista y estatal por privilegiar la atención a la producción de materiales locales para la construcción de viviendas, como parte del lugar estratégico que le corresponde desempeñar al sector de la construcción en el desarrollo económico y social del país.

En Cuba la producción local de materiales de la construcción está encaminada principalmente a mejorar el fondo habitacional, ya que debido a la constante ocurrencia de desastres naturales y al crecimiento de la población, el déficit de viviendas es un problema recurrente. Esta modalidad del Ministerio de la Construcción se basa en aprovechar las materias primas de cada localidad para eliminar las distancias de tiro innecesarias y lograr optimizar los recursos utilizados.

A raíz del VI Congreso del PCC, donde en unos de sus lineamientos se expresa: “Deberá prestarse especial atención al aseguramiento de los programas de viviendas a escala municipal, a partir de las materias primas existentes en cada lugar y las tecnologías disponibles para fabricar los materiales necesarios".(Partido Comunista de Cuba, 2011, p.31) y a la aparición del trabajo por cuenta propia se ha incrementado el uso de esta alternativa considerablemente. Para el sector de la construcción, se traduce en la necesidad de satisfacer las demandas habitacionales, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida a los habitantes de las zonas con mayor escasez.

En estudio realizado se pudo constatar que en el municipio Santa Cruz existen dificultades relacionadas con el programa de edificación de casas, el cual debe ser más eficiente y donde el MICONS sea su principal ejecutor en el país, por ser el organismo mejor preparado para ello. De igual forma se insiste en la necesidad de fortalecer la capacidad de las empresas vinculadas a los gobiernos locales, con vistas a elevar la fabricación de elementos y la incorporación de técnicas más rentables. No obstante, al realizar una evaluación del Programa de Producción Local y Venta de Materiales de Construcción en 2016, el municipio de Santa Cruz en Camagüey fue evaluado de mal. Es a partir de esta evaluación que se comienzan a buscar soluciones que permitan el desarrollo de la Mini Industria local orientada a producir los principales elementos de construcción de una vivienda.

La producción local de materiales de la construcción reviste mayor importancia luego del paso de los huracanes, y es considerada como fuente de abastecimiento para las obras por esfuerzo propio. Es por ello que el programa de [producción](http://www.granma.cu/cuba/2017-12-14/una-mirada-al-interior-de-la-produccion-local-de-materiales-de-la-construccion-14-12-2017-00-12-41) de materiales se centra en empresas de los gobiernos provinciales y también se utilizan capacidades disponibles de los Organismos de la Administración Central del Estado. Además, pretende sumar más cooperativas no agropecuarias y trabajadores por cuenta propia.

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación realizada y la necesidad de utilizar materiales locales el Consejo de la Administración Municipal (CAM) solicitó el apoyo para la solución de esta problemática. El presente trabajo propondrá soluciones que permitirán desarrollar proyectos para la posterior construcción y explotación de viviendas unifamiliares para el municipio de Santa Cruz del Sur con la aplicación de las Metodologías BIM (Building Information Modeling)

Podemos mencionar algunas deficiencias que existen en el lugar que provocan la problemática de este trabajo:

1. Producción deficiente de materiales para la construcción.
2. Ubicación del municipio en una zona proclive al paso de eventos meteorológicos.
3. Los elementos prefabricados de cubierta no cumplen con las características de la zona de estudio.

**Objetivo general:** Proponer variantes de viviendas económicas a partir de la utilización de los materiales locales para el municipio Santa Cruz del Sur mediante el uso de la metodología BIM.

# **Materiales y Métodos.**

**Fundamentos generales.**

En el trabajo se ofrece una caracterización de la zona de estudio Santa Cruz del Sur, se brinda información sobre la tecnología que se implementará en el territorio para el desarrollo local, de igual forma se evidencia el resultado del estudio de las canteras de las que será extraído el material a utilizar en las propuestas de viviendas.

A partir de la implementación de la Mini Industria en Santa Cruz del Sur se obtendrán elementos prefabricados, así como otros materiales para la construcción de viviendas unifamiliares, los cuales aumentarán el nivel de viviendas en el fondo habitacional del municipio, los materiales para la construcción de dichos elementos saldrán en su gran mayoría del propio municipio.

A partir de la implementación de la Mini Industria en Santa Cruz del Sur se obtendrán elementos prefabricados, así como otros materiales para la construcción de viviendas unifamiliares. Lo que se hará posible con la obtención del equipamiento técnico básico, como son: Molino de mandíbulas para rocas, Molino de martillo para piedras, Molino de bolas para obtener polvo de material calizo y producir cemento romano, Criba vibratoria de 3 paños con 4 canales de salida, Hormigonera eléctrica de eje basculante, Mezcladora eléctrica de eje vertical planetaria, Máquina bloquera vibro compactadora, estacionaria, Máquina bloquera vibro compactadora, ponedora, Prensa hidráulica para fabricar mosaicos; equipos que operarán con material extraído de las canteras “Flor de Mayo” y “Vietnam Heroico”, con el propósito de alcanzar el logro de los objetivos trazados en la investigación

**Proyectos de variantes de viviendas económicas a partir de la utilización de materiales locales producidos en santa cruz del sur. Mediante utilización de la metodología BIM.**

En el presente trabajo se ofrece las propuestas de variantes de viviendas con la implementación de la metodología BIM. Las metodologías BIM (Building Information Modeling) son muy usadas últimamente en la industria de la construcción. Se puede definir como un tipo de software, un modelo 3D virtual de los edificios, una colección de datos de un edificio organizados en una base de datos estructural que se puede consultar fácilmente de forma visual o numérica. (Acerca de BIM, 2017)

Detrás de las siglas BIM hay una nueva metodología de trabajo cuyo fin es la generación de un modelo virtual que concentra y registra todos los datos y agentes que intervienen en la concepción de un edificio. Desde su concepción inicial, durante su construcción y vida útil y hasta su demolición final. Va más allá del 3D, incorpora el tiempo y el costo, como cuarta y quinta dimensión, respectivamente. Define los objetos paramétricamente, es decir, los objetos son definidos como parámetros en relación con otros objetos, de tal manera, si un objeto relacionado es modificado, los dependientes también cambiarán. (Acerca de BIM, 2017)

Desde hace algún tiempo el Facility Management (FM) y las metodologías BIM no eran conocidos a escala mundial. Pero en la actualidad el dominio de estos conceptos para los profesionales de la construcción es imprescindible, gracias a las incontables ventajas que nos otorgan.

El software Autodesk Revit se ha convertido en la aplicación específica para BIM más avanzada desde el punto de vista tecnológico y es importantísimo formarse en su manejo para abrirse camino en este sector, especialmente a nivel internacional. Esto se debe a que este presenta una interface única para arquitectura, instalaciones y estructuras y un modelado 3d de edificios, terrenos y elementos, cuantifica el modelo y genera una base de datos bidireccional (arquitectura paramétrica), genera tablas de cuantificación y gestión de información, permite el trabajo en equipo, genera fases y sub proyectos. (Building Information Modeling, s.f)

**Sistema de Cubierta de viguetas y plaquetas.**

Fundamentos del sistema de viguetas y plaquetas.

La cubierta y el entrepiso son las etapas de la obra de mayor incidencia en el costo total de la vivienda y la de mayor complejidad técnica en una edificación, por encontrarse todos sus elementos sometidos generalmente a esfuerzos de flexión.

Poseen gran incidencia en la seguridad estructural de la edificación, debiendo resistir las solicitaciones normales de trabajo y las excepcionales provocadas por huracanes tropicales de gran intensidad.

Sistema de cubierta y entrepiso con viguetas y plaquetas.

Consiste en un procedimiento de cierres horizontales para la construcción y rehabilitación de viviendas y otras obras sociales utilizando elementos laminares plegados en forma de canal, lo suficientemente simples para la producción masiva en fábricas y en polígonos locales con personal especializado y la participación popular.

El principal objetivo: Facilitar la construcción y rehabilitación de cubiertas y entrepisos producidos, manipulados y montadas manualmente, facilitando la autoconstrucción de viviendas hasta tres plantas, con el asesoramiento de personal especializado. En este caso las viviendas solo serán de una sola planta.

# **Resultados.**

**Se proyectaron 3 tipologías de viviendas económicas para la zona.**

Memoria descriptiva

* Descripción general
* Trabajos preliminares.

Cimentación

* Cimentación aislada tacón de hormigón ciclópeo (C-1) y viga de cimentación.
* Cimentación aislada céntrica de tacón de hormigón ciclópeo y parrilla con bastones (C-2).

Muros.

Estructura:

* Viga cerramento.
* Columna.
* Cubiertas.

Revestimientos.

Redes.

* Instalaciones Hidro-Sanitarias
* Instalaciones Eléctricas:
* Terminaciones.

|  |  |
| --- | --- |
| E:\Doc\7_Tesis-Investigaciones\2017-2018\Ramon Miguel\- Ejemplos Fotos Revit\v-1\1.10.jpg | E:\Doc\7_Tesis-Investigaciones\2017-2018\Ramon Miguel\- Ejemplos Fotos Revit\v-1\1.16.jpg |
| Figura 1. Modelo en Revit. Isométrico | Figura 2. Modelo en Revit. Vista de Cubierta Viguetas y Plaquetas |

|  |
| --- |
| Tabla 1 Resumen de las viviendas diseñadas |
| **Vivienda 1** | **Vivienda 2** | **Vivienda 3** |
| Área útil 99,89m2Área construida 110,00m2 | Área útil 75,12 m2Área construida 82,70m2 | Área útil 78,52m2Área construida 90,30m2 |
| C:\Users\Estella\Pictures\Plaanta arquitectónica viv 1.jpgFigura 3. Planta Arquitectónica | C:\Users\Estella\Pictures\2\arq.jpgFigura 4. Planta Arquitectónica | C:\Users\Estella\Pictures\3\arq.jpgFigura 5. Planta Arquitectónica |
| 1. Portal
2. Sala
3. Dormitorio (3)
4. Baño
5. Comedor
6. Cocina
7. Pasillo Interior
8. Terraza
 | 1. Portal
2. Sala
3. Dormitorio (2)
4. Baño
5. Pasillo Interior
6. Cocina - Comedor
7. Terraza
 | 1. Portal
2. Sala
3. Cocina - Comedor
4. Dormitorio
5. Dormitorio
6. Baño
7. Terraza
8. Pasillo Interior
 |

|  |
| --- |
| Tabla 2 Vistas en Revit del diseño de las viviendas. |
| **Vivienda 1** | **Vivienda 2** | **Vivienda 3** |
| C:\Users\Estella\Pictures\3d viv 1.jpgFigura 6. Vista Frontal | C:\Users\Estella\Pictures\2\3d.jpgFigura 7. Vista Frontal | C:\Users\Estella\Pictures\3\3d.jpgFigura 8. Vista Principal |
| C:\Users\Estella\Pictures\3d viv 1.jpgFigura 9. Vista Lateral | C:\Users\Estella\Pictures\2\3d.jpgFigura 10. Vista Lateral | C:\Users\Estella\Pictures\3\3d.jpgFigura 13. Vista Lateral |
| C:\Users\Estella\Pictures\3d viv 1.jpgFigura 11. Vista Fondo | C:\Users\Estella\Pictures\2\3d.jpgFigura 12. Vista Fondo |

Para cada vivienda se obtuvieron los planos siguientes:

1. Plano de vistas en 3D.
2. Plano Arquitectónico.
3. Plano de Albañilería.
4. Plano de Cimentación.
5. Plano de Cortes y Carpintería.
6. Plano de Cerramentos.
7. Plano de Elevaciones.
8. Plano de Hidro-Sanitaria.
9. Plano de Instalaciones Eléctricas.
10. Plano de Cubierta.
11. Plano de Fosa.

Con la utilización de la metodología BIM, se ofrece un panorama detallado acerca de las propuestas arquitectónicas de viviendas unifamiliares para la localidad estudiada, llegándose a la conclusión de que las mismas ofrecen un diseño económico, pero a la vez confortable.

**Sistema de Cubierta de viguetas y plaquetas.**

Descripción del Sistema:

* El sistema consiste en viguetas de hormigón armado de sección rectangular, con un peralto de 240 mm y un ancho de 120mm.
* Sobre ellas se colocan plaquetas de hormigón armado de 1000 x 500 x 70mm.

Las plaquetas se apoyarán 60 mm sobre las viguetas. Sobre toda la superficie de la cubierta y entrepiso se coloca una capa continua de mortero de 20 mm de espesor, emparejando cualquier irregularidad presentada en el montaje y preparando la superficie que recibirá la impermeabilización de cubierta.

Características Técnicas de las Viguetas:

* Las viguetas son elementos de sección rectangular de hormigón armado de120mm de ancho, con peralto de 240mm.
* La resistencia del hormigón es de f´ck = 24MPa a los 28 días.
* El apoyo mínimo de las viguetas sobre los muros será de 15cm
* El refuerzo de acero principal es de dos barras Ø12.7mm; los cercos serán bastones de Ø6 mm @ a 90 mm, y el acero a compresión es 1Ø12.7mm constructivo.

Características Técnicas de las Plaquetas:

* Son elementos planos de hormigón armado de1000 mm x 500mm x 70mm de espesor.
* La resistencia del hormigón es f´ck= 25MPa a los 28 días.
* Las plaquetas se colocan con el módulo de 1000mm.
* El peso de la plaqueta es de 84 kg, permitiendo la manipulación por una o dos personas.

Se diseñaron los elementos de cubierta, teniendo en cuenta las características de la zona objeto de estudio, y los moldes existentes en el territorio.



Figura 14. Plano de Plaquetas.

|  |  |
| --- | --- |
| F:\Defensa\vigueta 1.jpg | C:\Users\Derby Nuñez Olazábal\Desktop\Sin título.jpg |
| Figura 15. Plano de Vigueta 1 | Figura 16. Plano de Vigueta 2 |

El diseño estructural de viguetas y plaquetas para las viviendas, son justificados a partir de los cálculos realizados para responder a las características de la zona. (Hernández y Caneiro, 2010 y 2011).

**Materiales y presupuesto.**

Se calculo el presupuesto y los materiales de cada vivienda según el Listado oficial de precios para materiales de la construcción. (GECi, 2016).

Arquitectura: Muros y Pisos

Estructura:

* Cimentación corrida y aislada y Cimentación aislada tacón.
* Columna y Cerramentos
* Cubierta: Losa de hormigón armado. Sistema de viguetas y plaquetas

Instalaciones Hidráulica, sanitarias y eléctricas.

Carpintería y Pinturas

|  |
| --- |
| Tabla 3. Resumen de los materiales y el presupuesto de las viviendas. |
| **Vivienda 1** | **Vivienda 2** | **Vivienda 3** |
| $ 145231,13 | $ 127218,08 | $ 135046,56 |

# **Conclusiones.**

En Santa Cruz del Sur se encuentra ubicada la cantera Flor de Mayo, contando la misma con los recursos necesarios a ser explotados para la construcción de viviendas económicas en la localidad.

Con la fundación de la Mini Industria ubicada en la zona de estudio, y una vez presente en la misma el equipamiento técnico pertinente, se logrará la confección de algunos de los materiales necesarios para el proyecto de las variantes de viviendas económicas.

La metodología BIM permitió la modelación de las tres variantes de viviendas propuestas en la tesis, de acuerdo con las características de la zona objeto de estudio.

Una vez implementada la teoría abordada en la carrera acerca del diseño estructural de vigas y losas, se obtuvo una relación detallada de los cálculos necesarios, para efectuar la correcta confección de los elementos de cubierta para las viviendas económicas unifamiliares propuestas.

# **Referencias.**

*Acerca de BIM*. (2017). Recuperado el 19 de junio de 2018, de <https://www.graphisoft.es>.

*Building Information Modeling.* (s.f.). Recuperado el 19 de junio de 2018, de <http://www.dsigno.es>.

GECi.(2016). *Lista oficial de Precios para Materiales de la Construcción.* Camagüey: Subdirección de Economía.

Hernández, J.J.y Caneiro,A.(2010). *Hormigón Estructural. Diseño por Estados Límites.*(Parte I). [formato electrónico pdf]. [s.l.]: [s.n.].

Hernández, J.J.y Caneiro,A.(2011). *Hormigón Estructural. Diseño por Estados Límites.* (Parte II). [formato electrónico pdf]. [s.l.]: [s.n.].

Partido Comunista de Cuba. (2011). *Proyecto de Lineamientos de la Política económica y social*. La Habana, Cuba: Oficina de publicaciones del Consejo de Estado.