

# Estudio y análisis para la optimización del sistema de producción de viviendas de Hábitat para la Humanidad Costa Rica



# Abstract

The following Professional Practice investigates the productive process of Habitat for Humanity Costa Rica. This non-profit organization is recognized for granting low income families with the opportunity to obtain appropriate housing by means of credits.

The objective was to analyze the internal production process of houses for the company from the perspective of costs, duration, administration, as well as control and implementation. Likewise, the four constructive systems used by Habitat Costa Rica were studied; Prenac, Concrepal, Habicon and Integral Masonry System.

During the investigation, deficiencies in the organization of the company through its process of production became evident. The results propose to improve the deficiencies of the system by means of a project plan integrating aspects of outreach, human control, planning, quality, resources, cost and delivery. This project will be of great benefit for the organization and the future families that become involved if the proposals are taken into account, since it will improve the ultimate operation and delivery system.

Keywords: Habitat for Humanity, systems, processes, construction, administration.

# Resumen

La presente práctica profesional dirigida funda sus argumentos en una investigación que abarca el proceso productivo de Hábitat para la Humanidad Costa Rica. Esta organización sin fines de lucro se reconoce por conceder a familias de escasos recursos la oportunidad de obtener una vivienda digna por medio de créditos.

La práctica tuvo como objetivo analizar el proceso de producción de viviendas para la mencionada organización, desde los puntos de vista de costos, duración, administrativo, de control y de seguimiento. Así mismo, se estudiaron los cuatro sistemas constructivos utilizados por Hábitat Costa Rica: Prenac, Concrepal, Habicon y mampostería integral.

Durante el estudio, la organización de la empresa mostró deficiencias en su proceso productivo. Los resultados proponen mejorar las deficiencias del sistema por medio de un plan con aspectos de alcance, control, planificación, calidad, recursos humanos, costo y tiempo. Si las propuestas se toman en cuenta, este proyecto será de gran utilidad para la empresa y las futuras familias beneficiadas, ya que mejorará el sistema de entrega y de operación.

Palabras claves: Hábitat para la Humanidad, sistemas, procesos, construcción, administración.

# **Estudio y análisis para la optimización del sistema de producción de viviendas de Hábitat para la Humanidad Costa Rica**

CATALINA ACOSTA JIMÉNEZ

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Julio de 2006

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

PREFACIO.....	1
RESUMEN EJECUTIVO.....	2
ANÁLISIS GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN.....	5
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS UTILIZADOS POR HÁBITAT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	12
METODOLOGÍA.....	13
RESULTADOS.....	14
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	23
PROPUESTA DE MEJORAS.....	27
CONCLUSIONES.....	38
RECOMENDACIONES.....	39
APÉNDICES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	48

# Prefacio

En Costa Rica existe un serio déficit habitacional. Como resultado, se observa una gran cantidad de viviendas en mal estado, ya sea dañadas por el tiempo o mal construidas desde su inicio.

En la mayoría de países de América Latina, el déficit habitacional cualitativo, es decir, la cantidad de viviendas deficientes, es mayor que el faltante de viviendas. El sector vivienda en Costa Rica representa un 70% de los metros cuadrados totales construidos en los últimos diez años.

La vivienda suele representar el lugar físico de un hogar. Su formación tiene implicaciones sociales, psicológicas y familiares, principalmente, por ser una base sólida para la correcta realización de los individuos.

Hábitat para la Humanidad es una organización mundial sin fines de lucro, cuyo propósito es dar una vivienda digna a familias necesitadas, por medio de un crédito.

Hábitat para la Humanidad Costa Rica tiene cerca de diez años de fundada. Hasta la fecha no posee autonomía, por lo cual la organización internacional debe cooperar económicamente en asuntos administrativos.

En este sentido, el fin principal de la presente práctica es ayudar a esta organización para que su proceso de producción de viviendas sea más efectivo. Esto se logra analizando la situación actual, con el objeto de facilitar metodologías de aplicación interna y de campo.

Más específicamente, se pretende establecer las ventajas y desventajas de los sistemas constructivos implementados por la organización en el último año, a saber: el sistema Prenac, de columnas y baldosas prefabricadas; Concrepal, de paneles verticales prefabricados; mampostería integral; y Habicon, de elementos modulares, principalmente en madera y microconcreto. Se contempló el punto de vista de dichas empresas, así como un análisis real de los costos iniciales, desventajas y beneficios que presenta cada sistema en el campo.

Dado el carácter de la organización a la cual está dirigida esta práctica, se ha delineado un énfasis hacia los departamentos Financiero, de Tramitología y de Brigadas, los cuales afectan de manera directa el desarrollo del Departamento de Construcción.

Se le extiende un agradecimiento a la organización Hábitat para la Humanidad Costa Rica, por permitir la realización de esta práctica profesional, en especial al Arq. José Carlos Chavarría, quien fungió como guía durante todo el proceso de investigación. Así mismo, al Ing. Rolando Fournier se le agradecen sus consejos y ayuda continua en esta práctica.

***Catalina Acosta Jiménez***

# Resumen ejecutivo

Se colaboró con Hábitat para la Humanidad, una organización mundial sin fines de lucro, que en nuestro país ha brindado a familias de escasos recursos la posibilidad de tener una vivienda propia. El presente documento pretende ayudar a la empresa en su proceso de producción de viviendas, así como presentar a la Escuela de Ingeniería en Construcción una visión de ayuda social en el campo de la ingeniería.

Hábitat para la Humanidad facilita, para las familias con baja capacidad de pago, un crédito a un plazo de 15 años, con una tasa de interés del 11%. Esta forma de crédito permite que familias con salarios mínimos puedan tener su vivienda propia.

Para el caso de las familias con menos recursos, Hábitat tramita un bono ante las entidades del Estado, y la vivienda se construye por ese monto.

Una particularidad de la organización es contar con un programa de voluntariado, tanto para extranjeros como para nacionales. Estas brigadas se convierten en la mano de obra de las viviendas y, adicionalmente, le dejan a Hábitat una donación monetaria.



*Figura 1. Brigada canadiense*

En el último año, la organización ha utilizado los siguientes sistemas constructivos: Prenac, de

columnas y baldosas prefabricadas; Concrepal de paneles verticales prefabricados; mampostería integral; y Habicon, un sistema prefabricado que integra en forma modular distintos materiales: concreto, metal y madera.

## Objetivo general

- Analizar el sistema de producción de viviendas de Hábitat para la Humanidad Costa Rica desde los puntos de vista de costos, duración, administrativo, de control y de seguimiento, con el fin de proponer mejoras que optimicen el uso de los recursos.

## Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del sistema de producción de viviendas actual, con el objeto de detectar sus deficiencias.
- Investigar y proponer un método para la organización del sistema de producción desde el inicio hasta el final.
- Analizar un método para la organización de actividades en la construcción, con el fin de minimizar los costos y la duración sin afectar la calidad.
- Proponer un sistema de seguimiento y control de los proyectos, que permita retroalimentar el sistema de producción.
- Determinar las actividades constructivas en las que se puedan colocar voluntarios sin afectar el proyecto.

## Alcances y limitaciones

Los alcances de la práctica permitieron analizar el funcionamiento de la empresa. Se logró obtener presupuestos basados en listas de materiales

para los sistemas constructivos implementados por Hábitat para la Humanidad Costa Rica.

Cabe destacar que no fue posible analizar los costos reales por sistema constructivo, porque la empresa no lleva ningún control de costos. Tampoco se pudieron analizar los puntos de vista de control y de seguimiento mencionados en el objetivo general, ya que la empresa no tiene definidos estos procesos. Tomando en cuenta esta limitación, se logra tener un mayor alcance en la propuesta del proyecto.

## Metodología

La metodología utilizada consistió en la recopilación de información en la empresa, tanto de forma escrita como por medio de entrevistas con integrantes de los departamentos Financiero, de Recursos, de Brigadas, de Construcción y de Comunicación. También, se visitaron algunos proyectos en construcción. Luego se analizó dicha información y, por último, se elaboró una propuesta con ayuda de bibliografía sobre administración de proyectos.

## Resultados

Se analizaron los sistemas de construcción utilizados por Hábitat. La figura 2 muestra el resultado de la comparación de los costos por material. Adicionalmente, al analizar cada una de las actividades se determinó que el sistema Prenac es el sistema más económico y Habicon es el sistema con mayor costo, debido a que en la actividad de contrapiso presenta un costo mayor que el de los otros sistemas. El contrapiso está elevado del suelo por medio de pilotes, con el fin de ser más amigable con el ambiente. Por lo tanto, Habicon es el sistema que genera el menor impacto ambiental. En todo caso, las diferencias de costo entre los sistemas estudiados no superan el 5% de imprevistos, por lo que esta diferencia no es tan significativa.

Para lograr estos resultados fue necesario organizar los sistemas en listas de materiales específicas por sistema. Sin embargo todos los sistemas tienen una lista que es igual sin importar el sistema dado que se tiene el mismo diseño eléctrico, mecánico y acabados.

## Análisis del sistema de producción

Después de analizar el sistema de producción de Hábitat para la Humanidad se observaron las siguientes deficiencias principales:

- El costo de las viviendas se sale del presupuesto.
- No se lleva un control de los costos.
- No se tiene un historial de los gastos por vivienda.
- Las brigadas no son aprovechables en un ciento por ciento.

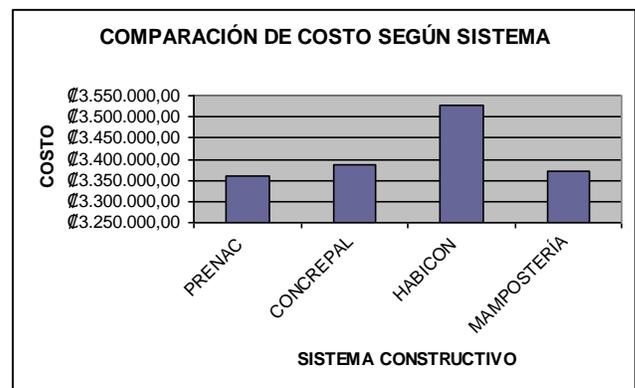


Figura 2. Comparación de sistemas

## Propuesta para mejorar

La propuesta tiene como objetivo mejorar los procedimientos, asignando funciones específicas a cada departamento con el fin de lograr un sistema de producción eficiente.

La propuesta se focaliza en cuatro fases principales; Inicio, Fase de planeamiento, Fase de Ejecución y Cierre.

La fase de inicio comienza cuando una familia de escasos recursos llega a alguna de las oficinas regionales a solicitar información para poder aplicar a una vivienda con Hábitat. La oficina regional brinda la información y le entrega a la familia una solicitud que esta debe entregar con los requisitos que se citen en la solicitud. Luego, la oficina regional manda la solicitud a la oficina nacional, donde se le realiza un estudio a

la familia para ver que tipo de modalidad necesita.

Luego se inicia la fase de planificación donde se tienen dos caminos, si la familia no tiene suficientes recursos para aplicar a un crédito se debe tramitar un bono con el estado. En el caso de que esta aplique para un crédito el departamento de construcción debe señalar cual será el sistema constructivo a utilizar. Luego con la lista de materiales especifica para ese sistema con el área definida un nuevo departamento de proveeduría cotiza los materiales con el proveedor más cercano. Luego se crea el presupuesto y se mandan los planos a permisos. En esta fase se analiza el alcance del proyecto, se toma la decisión si Hábitat va a construir la vivienda o si va a contratar a una empresa para que la construya.

La fase siguiente, de ejecución, va a depender de la decisión anterior. Para el caso de que Hábitat construya se debe pedir el material al proveedor en tres tractos, estos pedidos serán autorizados por el departamento de construcción después de hacer las respectivas inspecciones. Por otro lado la oficina regional tendrá la función de realizar inspecciones semanales para hacer inventario de material con el fin de que en la etapa de cierre se pueda integrar la información y actualizar la lista de materiales. Es una etapa basada en el control.

En el caso de que Hábitat contrate a una empresa se debe realizar el cartel de licitación y escoger la mejor oferta. Adicionalmente se deben realizar inspecciones para controlar el avance y poder girar pagos contra avance a la empresa

constructora. En esta fase es de gran importancia realizar un control de calidad por medio de inspecciones.

El control se puede llevar a cabo mediante avances semanales, que indican los costos reales según el avance de la vivienda. El control es la clave para solucionar muchas de las deficiencias de la empresa.

Para lograr una mejor optimización de recursos y tiempo en los procesos, es necesaria una buena comunicación entre los departamentos. En especial, es importante la comunicación entre el Departamento de Brigadas y el de Construcción, con el fin de aprovechar al máximo a las brigadas.

Luego se pasa a la fase de cierre que inicia cuando se ha finalizado la construcción de la vivienda y el departamento financiero debe realizar la tramitación de la vivienda. Adicionalmente es una fase de recopilación de información de la vivienda.

En general, para lograr que el proceso de producción de Hábitat sea cada vez más eficiente, se requiere crear un historial de información, que posibilite aproximarse con más certeza a los materiales reales utilizados según cada sistema. De esta forma, se tendrá una lista de materiales cada vez más actualizada, con lo cual se evitarán desperdicios y costos extras.

Finalmente, cabe destacar que se alcanzaron los objetivos de esta práctica, y se espera que le sea de gran ayuda a Hábitat para la Humanidad Costa Rica.

# Análisis general de la empresa

Hábitat para la Humanidad es una organización internacional sin fines de lucro, cuya meta es eliminar las viviendas infrahumanas alrededor del mundo. La organización une a familias y comunidades en necesidad, por medio de voluntarios y recursos, para construir casas dignas y económicas.

Hábitat crea las condiciones para que las personas en necesidad puedan satisfacer este derecho humano básico, y además fortalece su dignidad individual, familiar y comunitaria. En la actualidad, construye casas dignas y económicas en asociación con familias de más de 2000 comunidades en el ámbito mundial.

En nuestro país, Hábitat es una organización no gubernamental que promueve viviendas de interés social a familias necesitadas.

## Reseña histórica

Hábitat para la Humanidad Costa Rica comienza a trabajar en Costa Rica en el año 1988 en la ciudad de Esparza. En sus primeros tres años se construyeron 55 casas para familias de escasos recursos.

En 1991 el país fue parte de un plan de gobierno para la vivienda donde se le regalaban las casas a los pobres, por lo que Hábitat deja de construir en Costa Rica. En 1996, debido a los recortes del gobierno y con un estimado del 35 por ciento de la población viviendo en viviendas deficientes, la necesidad por los servicios de Hábitat resurge otra vez. Entonces en 1997, Hábitat reinicia sus operaciones en San Ramón. En la actualidad se han fundado 8 afiliados regionales: Alajuela, Esparza, Cartago, Nicoya, San Ramón, Monteverde, Buenos Aires, y Río Claro y se han construido aproximadamente 670 casas desde entonces. Cada afiliado coordina todos los aspectos de construcción de casa de Hábitat en su área local- aumento de fondos,

selección de lugares de construcción, selección de socios familiares y soporte, construcción de casas y servicios de hipotecas.

## Situación actual en la organización

Hábitat para la Humanidad Costa Rica cuenta con tres programas:

- Programa RAMT (reparación, ampliación o mejoras en viviendas)
- Programa de Lote y Casa
- Programa de Construcción de Casa

Estos tres programas son necesarios en nuestro país.

Dada la clase social a la cual está dirigida la organización, algunas familias necesitan un crédito para la compra de lote y casa, mientras que otras ya han podido conseguir un lote y requieren un crédito para la construcción de su vivienda.

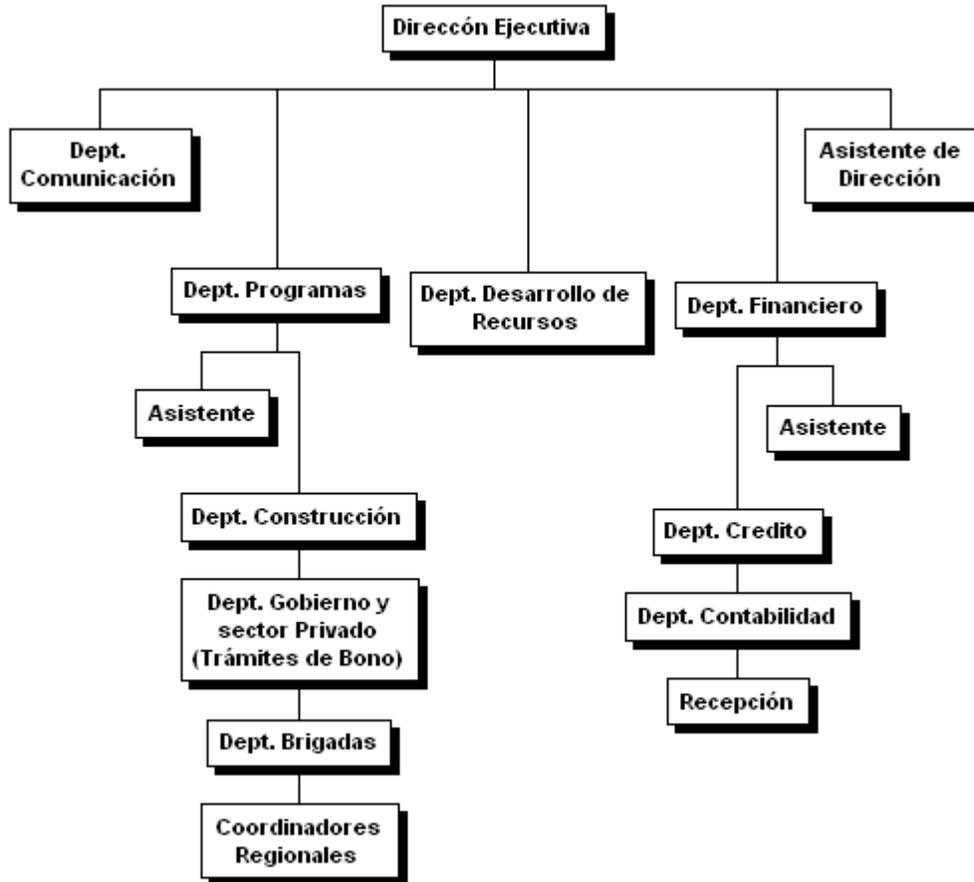
Adicionalmente Hábitat también ayuda a las familias a tramitar un bono con el estado para el caso de que el beneficiario tenga un salario mínimo.

## Organización Administrativa

El organigrama de la organización se muestra en la figura 3. Este define la jerarquía de la organización y muestra cada departamento que forma parte de ella.

Se observa que Hábitat posee tres grandes departamentos principales; Departamento de Desarrollo de Recursos, Departamento Financiero y el Departamento de Programas. Estos tres departamentos son los que pueden tomar decisiones que pertenezcan a su campo de acción. Sin embargo cada decisión

de estos departamentos principales debe de tener el consentimiento del Director General.



*Figura 3. Organigrama de la Organización*

## Procedimientos

Las oficinas regionales, a través del coordinador, promocionan y realizan la recepción de las solicitudes. Además, es responsabilidad de los coordinadores efectuar el análisis crediticio, así como la verificación del historial y referencias comerciales del solicitante. También, se deben considerar los requisitos establecidos en la solicitud.

Inicialmente, la oficina nacional recibe el formato de crédito elaborado por el coordinador. Este incluye los requisitos estipulados en la solicitud de vivienda. La información se debe tramitar a través de un representante de la oficina nacional del Departamento de Programas. Los documentos deben estar completos.

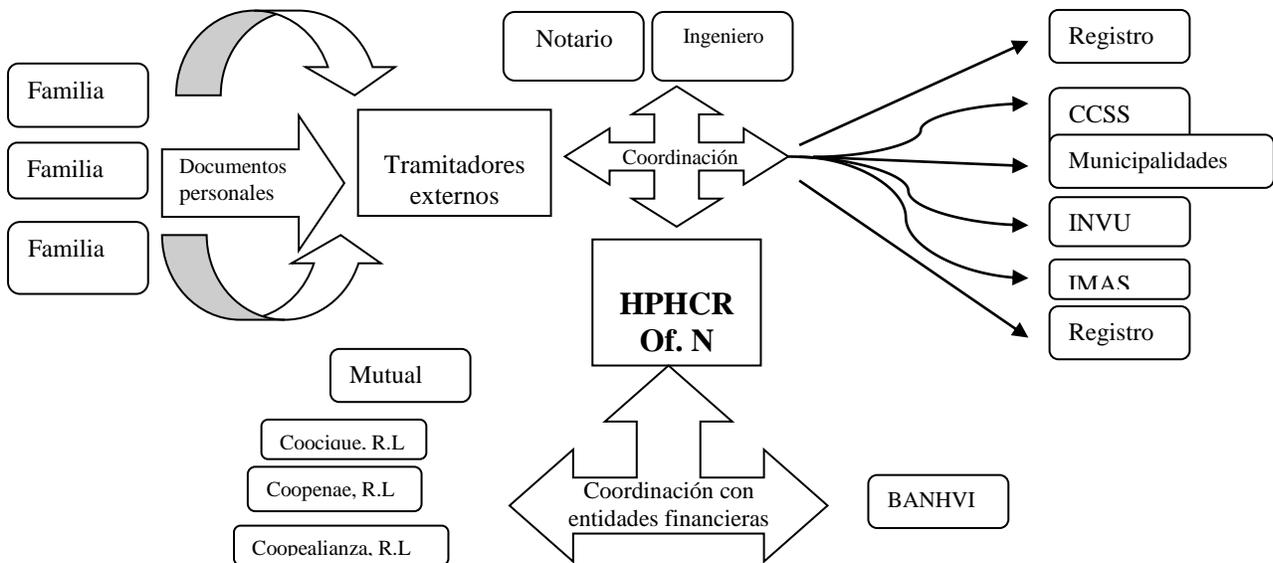
Los desembolsos son aprobados por el Departamento de Programas y autorizados por el

administrador financiero. Por concepto de materiales, se girarán directamente al proveedor de conformidad con el tipo de negociación establecido.

El pago de mano de obra se gira por avance de obra, según corresponda y de acuerdo con el presupuesto establecido.

Cuando el caso lo amerite, el Departamento de Construcción coordinará la presencia de un ingeniero local para realizar una visita previa al lote y verificar si el terreno cumple las condiciones aceptables para la construcción de vivienda. El pago correspondiente a la visita debe cubrirlo la familia.

Si se asigna a un ingeniero local para la dirección de la obra, el pago por los servicios profesionales se realiza en tres tramos: un 50% al inicio de obra, un 25% contra avance del 50% de la obra, y el restante sobre la entrega de la vivienda dentro del plazo establecido.



**Figura 4. Procedimientos para tramites de bono**

## Selección de las familias beneficiarias

En cuanto a la selección de las familias para el caso del crédito total, se toma en cuenta lo siguiente:

- Las familias en condición de vulnerabilidad económica, medida por el ingreso del núcleo familiar.
- Prioridad a familias con mayor cantidad de niños y menores de 15 años, además de aquellas con hijos mayores de edad que estén estudiando.
- Prioridad a aquellas familias con miembros discapacitados de cualquier edad.
- Aquellas familias en las que, a pesar de no tener hijos, se comprueba su necesidad de vivienda y que carecen de los recursos suficientes.
- Se considerará a las familias con facultad de pago, disponibilidad de trabajo en ayuda mutua, e identificación con el programa.
- Que las familias no cuenten con casa propia, o bien, que la vivienda propia requiera reparaciones, ampliación, mejoras o terminación de obra, y que se encuentre en malas condiciones.
- No tener aprobado bono para la construcción o préstamo con cualquier otra institución, salvo que el crédito de Hábitat sea aporte principal para construir la vivienda o para reparaciones, ampliación, mejoras o terminación.
- Poseer escritura del terreno libre de gravámenes, y anotación que faculte la garantía hipotecaria en primer grado.
- Estar dispuesto a trabajar en la autoconstrucción de las casas, formando parte de un grupo de ayuda mutua. En caso de que el solicitante no pueda trabajar directamente en la construcción, podrá ser sustituido por un familiar o representante, no menor de quince años y que demuestre ser competente y responsable en el cumplimiento del trabajo. Lo anterior sin limitación a la participación activa de otros grupos voluntarios e individuales.

- El salario mínimo será el que decreta el Poder Ejecutivo para un peón agrícola.
- En caso de que los ingresos superen los tres salarios mínimos y la familia sea numerosa, la aprobación quedará sujeta a estudio y valoración por Hábitat.
- La capacidad máxima de pago no deberá ser mayor al treinta por ciento (30%) del total de los ingresos del núcleo familiar.
- Además de los nacionales, podrán ser seleccionados los extranjeros cuyo estatus migratorio y circunstancias familiares y laborales demuestren perspectivas razonables de residir en forma legal y permanente en el país, y que cuenten con sus respectivas fuentes de ingresos.

## Políticas de crédito

Los préstamos hechos por Hábitat se otorgan en colones, a una tasa del 11% anual.

El pago del 5% del total del crédito aprobado se debe efectuar en el momento de la formalización. Si la familia no puede, el equivalente al 5% se pagará a lo largo del primer año. Este monto se cubre mediante ahorro anticipado de la familia, y se aplica en las últimas cuotas del crédito amortizado al capital. Esta política se aplica para todo nuevo crédito.

La primera cuota de pago del préstamo se hace efectiva al iniciarse la construcción. El plazo de la obligación es de un máximo de quince años, dependiendo de las condiciones individuales de cada familia, del monto prestado y de la capacidad de pago.

Los intereses por mora son de un 3% mensual de la cuota por pagar.

El monto del crédito es el que indique el presupuesto general de acuerdo con la solución habitacional.

El financiamiento no se entrega en efectivo, sino por medio de materiales de construcción, mediante pago directo al proveedor.

## Departamentos de la organización

En el organigrama de la empresa se observa que existen varios departamentos. Para el caso de este proyecto se tomo en cuenta el Departamento de Construcción, Comunicación, Brigadas, Desarrollo de Recursos y Programas, ya que estos son los más relevantes en el análisis.

### Departamento de Comunicación

Se encarga de la comunicación interna y externa de la organización.

Con el fin de lograr una comunicación interna entre los departamentos, se elaboran boletines para informar lo sucedido semanalmente en cada departamento.

Además, actualiza la página de internet, la cual es de gran ayuda por cuanto puede lograr que voluntarios extranjeros vengan a ayudar como brigadas en las construcciones.

### Departamento de Brigadas

El departamento de Brigadas es posible para Hábitat Costa Rica por pertenecer a la *Aldea Global*. Este departamento es muy importante porque proporciona ingresos y es fundamental para contar con la mano de obra de algunas viviendas. El plan de la Aldea Global permite a los extranjeros poder ayudar a construir una vivienda en Costa Rica, con sus propias manos.

Las brigadas deben costearse su estadía, pasaje y alimentación, además de aportar \$400 a la organización.

### Departamento de Programas

Es el encargado de recibir los documentos que le manda la oficina regional con la información de los beneficiarios. Su función es estudiar los documentos y tomar la decisión sobre la modalidad que se requiere, ya sea bono, crédito o el programa RAMT.

## Departamento de Desarrollo de Recursos

El Departamento de Desarrollo de Recursos se propone anualmente una meta de recursos, realiza proyecciones y alinea contactos para lograr su propósito.

En Hábitat Costa Rica se tienen tres tipos de recursos. Los recursos designados son donaciones que se efectúan por medio de las oficinas internacionales, donde personas donan específicamente a Hábitat Costa Rica; además, la oficina internacional le entrega algunos recursos a Hábitat Costa Rica, pues está actualmente esta no es autosuficiente. El otro tipo de recurso es el obtenido por medio de empresas que incluyen la responsabilidad social en sus presupuestos y donan dinero a Hábitat o realizan una donación en especie. Por último, se obtienen ingresos a través de los beneficiarios que tienen crédito con Hábitat y mensualmente efectúan un pago.

### Departamento de Construcción

En la actualidad, se está construyendo únicamente con tres sistemas constructivos: bloques de concreto, Concrepal y Prenac, por cuanto, según Hábitat, estos sistemas brindan un menor costo a corto plazo.

En estos momentos, Hábitat tiene el papel de empresa constructora. Sin embargo, los presupuestos realizados para cada vivienda no concuerdan con los costos reales; peor aun, el control actual sobre los costos de las obras en proceso es prácticamente nulo.

Se está evaluando la opción de contratar a empresas privadas para la construcción de proyectos específicos. Hábitat considera importante seguir siendo responsable de la construcción de una minoría de las viviendas, para aprovechar las brigadas.

# Sistemas constructivos utilizados por Hábitat Costa Rica

En el último año, se han utilizado los siguientes sistemas constructivos: Prenac (columnas y baldosas), Concrepal (prefabricado horizontal), bloques de mampostería y Habicón.

A continuación, se analizará por separado cada uno de estos sistemas.

## Sistema Prenac

El sistema Prenac de Pretensados Nacionales, S.A. es un sistema prefabricado de columnas y baldosas modulares. Su fundamento constructivo lo crean las columnas, que brindan el sistema estructural, y las baldosas, las cuales cumplen la función de formación y cerramiento de paredes.

Las baldosas se fabrican con concreto y malla de acero, para un ancho estándar de 50 cm y un espesor de 4 cm, mientras que su largo nominal puede ser de 50 cm, 75 cm, 1 metro, 1,25 metros, 1,50 metros, 1,75 metros y 2 metros.

Sus características técnicas son las siguientes:

<b>CUADRO 1. BALDOSAS</b>	
Resistencia a la compresión del concreto (28 días)	280 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la compresión del concreto (al desmolde)	210 kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo de rotura para el acero	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Momento de rotura	42 kg-m

Las columnas son pretensadas y poseen longitudes de 2,70 metros; 3,15 metros y 3,80 metros. Tienen distintas formas según la cantidad de unión con baldosas, y su dimensión es de 0,13 x 0,13 metros; por lo tanto, la vivienda

queda con columnas de alto relieve con respecto a la pared.

<b>CUADRO 2. COLUMNAS</b>	
Resistencia la compresión (28 días)	350 kg/cm <sup>2</sup>
Acero torón	grado 270
Momento de rotura	230 a 540 kg-m

## Sistema Concrepal

El sistema Concrepal está basado en paneles verticales prefabricados, los cuales requieren un cimiento continuo realizado en sitio.

Los paneles se unen entre sí por medio de juntas frías machihembradas, que le dan al sistema la capacidad de resistir fuerzas transversales en ese punto.

Los paneles tienen anchos de 40 y 60 cm, su espesor es de 6 centímetros y su altura va desde 75 cm hasta los 270 cm.

Posee columnetas ó refuerzos esquineros, en concreto liviano y refuerzo de acero, en forma de "L", con anchos de 20 cm en ambos lados y de "T", con 34 ó 40 cm en uno de sus lados y 20 cm en el otro lado, con espesores de 6 cm y altura de 270 cm.

## Sistema Habicon

El sistema Habicon fue utilizado por Hábitat Costa Rica durante el año 2006. Básicamente, este es un sistema prefabricado que integra distintos materiales: concreto, metal y madera. Consiste en una serie de elementos prefabricados que trabajan mejor al estar juntos, por cuanto su desempeño estructural es más eficiente.

Adicionalmente, tiene la ventaja de ser modular. Habicon se distingue de los otros sistemas por ser un sistema verde. Se ha diseñado con el fin de minimizar el impacto ambiental, tanto en el proceso de fabricación como en el sitio de construcción. El sistema utiliza cimientos a base de micropilotes. Este tipo de cimentación es un ejemplo de que el sistema Habicon tiene una mayor conciencia con el suelo.

El microconcreto se usa para los paneles de piso, paredes y juntas, y está conformado por acero y fibras sintéticas.

La resistencia a la compresión del concreto reforzado es de  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ , y el acero empleado es una malla electrosoldada de acero grado 40, con un diámetro de 3,5 mm, ubicada a cada 15 cm en ambas direcciones.

La madera se utiliza en vigas y columnas, y es el esqueleto estructural del sistema.

El metal se emplea en el refuerzo de los paneles de piso, paredes, juntas y en los conectores entre las piezas de madera.

## **Sistema de bloques de mampostería**

El sistema de mampostería integral confinada, se basa en paredes de bloques confinadas por columnas y vigas en concreto reforzado.

Este sistema se ha utilizado en Costa Rica desde hace muchos años, y actualmente es el más usado, tanto en el sector de interés social del país como en las clases económicas mediana y alta.

Los cimientos se basan en placas corridas, y se diseñan por medio del método simplificado descrito en el capítulo 17 del Código Sísmico de Costa Rica.

Los bloques utilizados son tipo A, de 12 cm de espesor en su cara corta.

# Introducción

En Costa Rica existen algunas opciones de financiamiento habitacional. Una de ellas es Hábitat para la Humanidad, la cual se diferencia de las demás por ser una organización mundial sin fines de lucro.

No obstante, esta entidad tiene problemas en cuanto a planificación y control de las obras. Esto provoca que menos personas se puedan beneficiar del crédito.

La práctica desarrollada tiene como fin principal asistir a esta organización para que su proceso de producción de viviendas sea más efectivo. Se analizará su situación actual, se compararán los sistemas constructivos utilizados y se determinarán las deficiencias del proceso de producción en general. Posteriormente, se presentarán ideas y propuestas de mejora, con el fin de que Hábitat pueda implementarlas.

## Objetivo general

- Analizar el sistema de producción de viviendas de Hábitat para la Humanidad Costa Rica desde los puntos de vista de costos, duración, administrativo, de control y de seguimiento, con el fin de proponer mejoras que optimicen el uso de los recursos.

## Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del sistema de producción de viviendas actual, con el objeto de detectar sus deficiencias.
- Investigar y proponer un método para la organización del sistema de producción desde el inicio hasta el final.
- Analizar un método para la organización de actividades en la construcción, con el fin de

minimizar los costos y la duración, sin afectar la calidad.

- Proponer un sistema de seguimiento y control de los proyectos, que permita retroalimentar el sistema de producción.
- Determinar las actividades constructivas en las que se puedan colocar voluntarios sin afectar el proyecto.

## Alcances y limitaciones

Los alcances de la práctica permitieron analizar el funcionamiento de la organización. Se logró conversar con los distintos departamentos de la organización.

Fue evidente que Hábitat tiene problemas de planificación y organización.

Con el fin de lograr analizar los sistemas constructivos utilizados por Hábitat fue necesario crear listas de materiales para cada sistema constructivo ya que Hábitat solo contaba con los presupuestos que facilita cada sistema para una casa tipo de interés social. Los cuales no solo presentan métodos de presupuesto distintos sino que también presentaban precios desactualizados.

Cabe destacar que no fue posible analizar los costos reales por sistema constructivo, porque la empresa no lleva ningún control de costos. Tampoco se pudieron analizar los puntos de vista de control y de seguimiento mencionados en el objetivo general, ya que la empresa no tiene definidos estos procesos. Tomando en cuenta esta limitación, se obtiene un mayor alcance en la propuesta del proyecto.

Adicionalmente Hábitat no tiene un historial de las viviendas construidas de manera que no tiene una integración de la información por lo que no se logró hacer comparaciones del costo de las viviendas construidas en los últimos años.

# Metodología

Para el desarrollo de esta práctica, se utilizó la siguiente metodología:

## Recopilación de información

Se recopiló la información suministrada por Hábitat, tanto de forma escrita como por medio de entrevistas a integrantes de los departamentos Financiero, de Recursos, de Brigadas, de Construcción y de Comunicación. Así se obtuvo la información necesaria para entender la estructura de la organización y el proceso de producción de viviendas.

Además, se visitaron proyectos que se están construyendo, con el fin de conocer el sistema de producción de viviendas actual y recopilar información al respecto.

Se visitó una construcción donde se encontraba trabajando una brigada canadiense. Se entrevistó a personas de esta brigada, con el propósito de comprender su labor en la vivienda.

Se investigó sobre los sistemas de construcción utilizados por Hábitat, para lo cual se consultaron los folletos de las empresas que fabrican estos sistemas.

## Análisis de información

Se realizaron visitas a la oficina nacional, con el fin de analizar las deficiencias de la empresa.

Para analizar el costo de los sistemas constructivos, se elaboraron presupuestos con base en listas de materiales, dependiendo de cada sistema constructivo.

Se analizó cuáles actividades tendrían igual costo sin importar el sistema constructivo implementado, ya que todas las viviendas poseen

el mismo diseño eléctrico, mecánico y de acabados generales, como por ejemplo puertas y vidrios.

Lo anterior fue posible porque se solicitó a los proveedores que facilitaran un presupuesto de una vivienda de 42 m<sup>2</sup>. Cada presupuesto tenía distinta metodología, y solo se tomaron en cuenta las actividades propias de cada sistema.

Con el fin de que se pueda observar el impacto ambiental de cada sistema, se incluyó un gráfico de análisis energético, obtenido de un proyecto de graduación del ITCR en el cual se compararon estos sistemas.

## Propuesta de mejoras

Con el propósito de lograr una propuesta completa para eliminar las deficiencias actuales, se efectuó una investigación bibliográfica sobre la administración de proyectos y, en general, la administración de empresas.

El resultado es un plan de proyecto que contiene todos los puntos necesarios para que la empresa mejore el desempeño y la calidad del trabajo.

# Resultados

## Deficiencias en el Departamento de Construcción

Al estudiar el sistema de producción de viviendas, se detectaron grandes deficiencias.

Principalmente, se observa que el Departamento de Construcción tiene una carencia de recurso humano profesional. Además, no se le da la jerarquía más importante en la empresa, lo cual resulta impactante, tratándose de una organización dedicada a la construcción de viviendas.

Además, la ausencia de un control de los costos de las viviendas resulta en un costo final mayor al presupuestado. El Departamento no cuenta con los costos reales que involucra cada vivienda según el sistema de construcción implementado. En cambio, se cree ciegamente en el presupuesto facilitado por cada proveedor, sin tomar en cuenta que esos presupuestos tienen una metodología comercial distinta. Un ejemplo de esto es que un sistema constructivo considera que las instalaciones provisionales, como la bodega, se realizan en su mayor parte con el material que se utilizará posteriormente para la cubierta de techo; en tanto otra empresa incluye la bodega entre sus costos, como un costo aparte, por lo cual el precio se aumenta.

El cuadro 3. muestra dos casos recientes en los cuales se observa que el costo real se sale de el presupuesto en un alto porcentaje.

Los sistemas constructivos implementados se utilizan solo por su bajo costo promedio. No se contemplan aspectos técnicos ni ambientales, entre otros. Tampoco se estudian las ventajas y desventajas, a corto y largo plazo, de sus sistemas. No cuentan con controles históricos de las viviendas construidas. Todo lo anterior denota una falta de conocimiento de los sistemas implementados, y una nula actualización con respecto a los cambios legales establecidos en el código Sísmico de Costa Rica. Esta deficiencia se observó en el sistema de columnas y baldosas de Prenac, ya que no se coloca el refuerzo horizontal en la cimentación, aspecto incluido en el Código Sísmico del año 2002, en el capítulo del sistema simplificado para viviendas.

## Coordinación del Departamento de Brigadas y el de Construcción

Existe una deficiencia principal en estos dos departamentos: son departamentos separados, lo cual impide que las brigadas tengan una conexión directa con el proceso constructivo de producción de viviendas. Son dos departamentos que están ampliamente ligados, dado que las brigadas son una parte esencial de la mano de obra y del ingreso de recursos. Sin embargo, falta comunicación y organización entre ambos.

**CUADRO 3. PRESUPUESTO Y COSTO REAL**

Beneficiario	año	ubicación	Sistema	Presupuesto	Gasto
Mabel	2007	Sarapiquí	Prenac	€3,865,000.00	€4,352,000.00
Patricia	2006	San Jose	Prenac	€4,100,000.00	€4,402,200.00

Así mismo, en el Departamento de Construcción no se ha realizado un análisis de las actividades constructivas en las cuales las brigadas son efectivas. En construcción hay varias actividades que requieren de mano de obra especializada, lo cual puede poner en riesgo la seguridad de las brigadas si estas las realizan, así como también se puede comprometer la calidad de la vivienda.

Además, debido a la mala comunicación entre estos dos departamentos, no se ubica en las casas a las brigadas de acuerdo con la edad de sus integrantes, por lo que en algunos casos estas no se aprovechan en un ciento por ciento. Por ejemplo, si en una casa se requiere de una brigada al inicio de las obras para trabajo duro, como lo es la excavación para cimientos, esto requerirá que la mayoría de los integrantes sean jóvenes, para lograr hacer estas labores sin afectar su salud y seguridad.

Otra deficiencia importante es que ni las brigadas ni la mano de obra utiliza el equipo de

seguridad necesario por lo que se pone en riesgo su seguridad. (ver figura 5)

## Brigadas

Se considera que, por ser la Aldea Global de Hábitat para la Humanidad de carácter amplio, las brigadas pueden ser de distintos países, con cultura, idioma y métodos de construcción diferentes de los nuestros. Sin embargo, no se practica ningún método para enseñar a las brigadas el sistema constructivo por desarrollarse. Tampoco se las incentiva a conocer el sistema antes de ejecutar la acción. La obra se ejecuta sin conocer el sistema, lo cual en casos pasados ha provocado errores en la colocación de paneles en el sistema de Habicon. Además, no solo se provocan gastos extras, sino que también se extiende la duración de la obra.



*Figura 5. Brigada canadiense*

# Costo de materiales

Se realizó una estimación de la cantidad de materiales necesarios según el sistema constructivo para una vivienda típica de 42 m<sup>2</sup>. El diseño arquitectónico se observa en la figura 6.

Existen varias actividades que tendrán la misma cantidad de materiales y costos, sin importar el sistema constructivo utilizado.

Estas actividades se muestran en el apéndice 1 como una lista de materiales fija, independientemente del sistema constructivo.

Dado que cada sistema constructivo tiene su particularidad, es necesario contemplar una lista de materiales con cantidades que dependerán de cada sistema constructivo. Estas listas se incluyen en el apéndice 2.

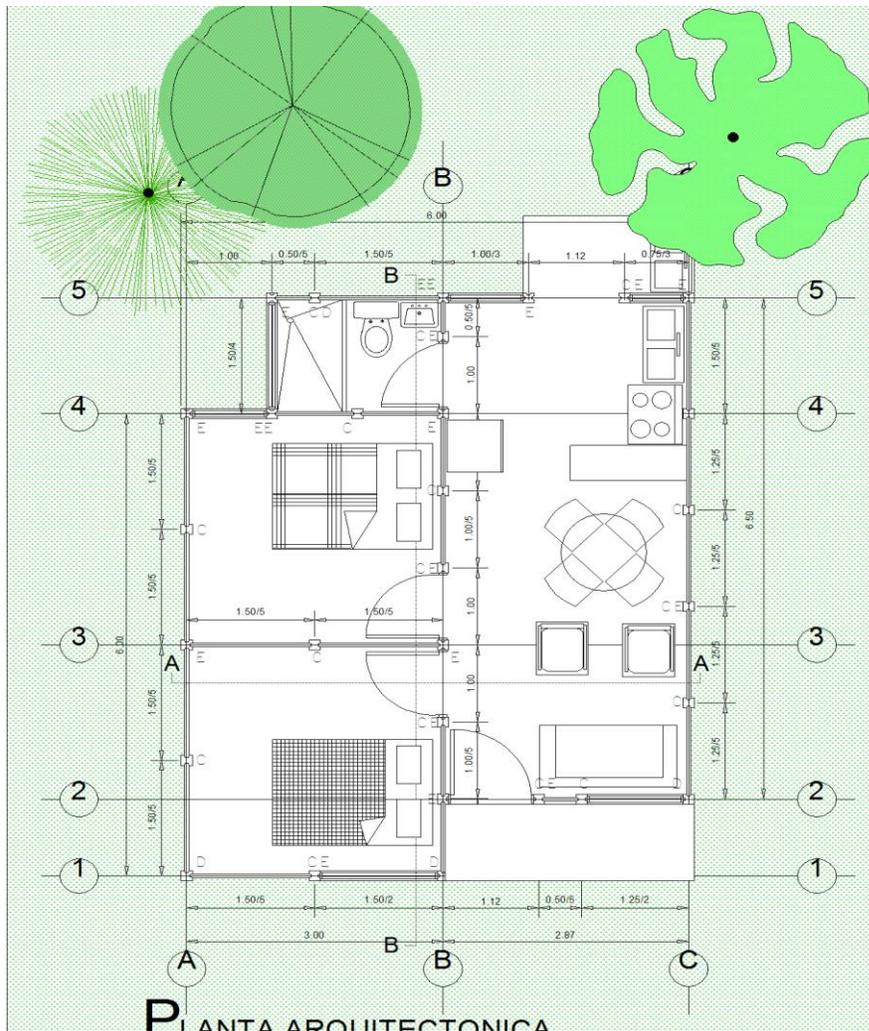


Figura 6. Planta arquitectónica

## Presupuesto de cada sistema

Se elaboraron presupuestos sobre el costo de materiales para cada sistema constructivo.

## Presupuesto de Prenac

El cuadro 4 expone el costo total presupuestado para los materiales del sistema Prenac.

<b>CUADRO 4. PRESUPUESTO RESUMEN DEL SISTEMA PRENAC</b>	
<b>Actividad resumen</b>	<b>Costo total</b>
Bodega	¢ 259.942,50
Trazado	¢ 16.580,00
Cimientos	¢ 77.180,00
Columnas y baldosas	¢ 952.541,00
Viga solera en RT	¢ 96.289,00
Estructura de techo	¢ 413.615,93
Tapicheles en Fibrolit	¢ 49.263,00
Contrapiso	¢ 176.120,00
Relleno con lastre	¢ 21.000,00
Evacuación de aguas negras	¢ 113.615,00
Evacuación de aguas pluviales	¢ 53.810,00
Instalación de agua potable	¢ 96.711,95
Instalación eléctrica	¢ 270.198,25
Cajas de registro	¢ 3.181,00
Cenicero	¢ 4.413,00
Trampa de grasa	¢ 4.413,00
Cajas de registro pluvial	¢ 4.413,00
Repello	¢ 56.168,00
Aleros	¢ 20.862,00
Enchape de baños	¢ 56.327,88
Marcos de puertas	¢ 14.342,00
Vidrios	¢ 163.000,00
Tanque séptico	¢ 97.889,20
Puertas	¢ 107.054,00
Pintura	¢ 162.568,00
Mueble de cocina	¢ 40.820,00
Estructura de pila	¢ 27.760,00
<b>Materiales totales</b>	<b>¢3.360.078,00</b>

## Presupuesto Concrepal

En el cuadro 5, se observa el costo de los materiales para el sistema Concrepal.

<b>CUADRO 5. PRESUPUESTO RESUMEN DEL SISTEMA CONCREPAL</b>	
<b>Actividad resumen</b>	<b>Costo total</b>
Bodega	¢ 259.942,50
Trazado	¢ 16.580,00
Cimientos	¢ 260.000,00
Paneles Concrepal	¢ 713.831,00
Viga solera en RT	¢ 100.000,00
Cargadores	¢ 79.368,00
Estructura de techo	¢ 413.615,00
Tapicheles en Fibrolit	¢ 49.263,00
Contrapiso	¢ 176.120,00
Relleno con lastre	¢ 21.000,00
Evacuación de aguas negras	¢ 113.615,00
Evacuación de aguas pluviales	¢ 53.810,00
Instalación de agua potable	¢ 96.711,95
Instalación eléctrica	¢ 270.198,25
Cajas de registro	¢ 3.181,00
Cenicero	¢ 4.413,00
Trampa de grasa	¢ 4.413,00
Cajas de registro pluvial	¢ 4.413,00
Repello	¢ 56.168,00
Cielos y aleros	¢ 20.862,00
Enchape de baños	¢ 56.327,88
Marcos de puertas	¢ 14.342,00
Vidrios	¢ 163.000,00
Tanque séptico	¢ 97.889,20
Puertas	¢ 107.054,00
Pintura	¢ 162.568,00
Mueble de cocina	¢ 40.820,00
Estructura de pila	¢ 27.760,00
<b>Materiales totales</b>	<b>¢ 3.387.265,78</b>

## Presupuesto de Habicon

El cuadro 6 detalla el presupuesto para el sistema Habicon.

<b>CUADRO 6. PRESUPUESTO RESUMEN DEL SISTEMA HABICON</b>	
<b>Actividad resumen</b>	<b>Costo total</b>
Bodega	¢ 259.942,50
Trazado	¢ 16.580,00
Cimientos	¢ 117.498,00
Entrepiso y piso	¢ 704.412,00
Paredes	¢ 640.979,00
Juntas y repello	¢ 159.540,00
Estructura de techo	¢ 340.000,00
Tapicheles en Fibrolit	¢ 47.580,00
Evacuación de aguas negras	¢ 113.615,00
Evacuación de aguas pluviales	¢ 53.810,00
Instalación de agua potable	¢ 96.711,95
Instalación eléctrica	¢ 270.198,25
Cajas de registro	¢ 3.181,00
Cenicero	¢ 4.413,00
Trampa de grasa	¢ 4.413,00
Cajas de registro pluvial	¢ 4.413,00
Aleros	¢ 20.862,00
Enchape de baños	¢ 56.327,88
Marcos de puertas	¢ 14.342,00
Vidrios	¢ 163.000,00
Tanque séptico	¢ 97.889,20
Puertas	¢ 107.054,00
Pintura	¢ 162.568,00
Mueble de cocina	¢ 40.820,00
Estructura de pila	¢ 27.760,00
<b>Materiales totales</b>	<b>¢ 3.527.909,78</b>

## Presupuesto de mampostería

El cuadro 7 muestra el presupuesto para el sistema de mampostería integral.

<b>CUADRO 7. PRESUPUESTO RESUMEN DE MAMPOSTERÍA INTEGRAL</b>	
<b>Actividad resumen</b>	<b>Costo total</b>
Bodega	¢ 259.942,50
Trazado	¢ 16.580,00
Cimientos	¢ 283.000,00
Paredes de bloques	¢ 295.000,00
Columnas en concreto	¢ 195.000,00
Formaleta	¢ 130.000,00
Viga solera en RT	¢ 100.000,00
Viga corona y cargadores	¢ 122.000,00
Estructura de techo	¢ 450.000,00
Tapicheles en Fibrolit	¢ 25.314,00
Contrapiso	¢ 176.000,00
Relleno con lastre	¢ 21.000,00
Evacuación de aguas negras	¢ 113.615,00
Evacuación de aguas pluviales	¢ 53.810,00
Instalación de agua potable	¢ 96.711,95
Instalación eléctrica	¢ 270.198,25
Cajas de registro	¢ 3.181,00
Cenicero	¢ 4.413,00
Trampa de grasa	¢ 4.413,00
Cajas de registro pluvial	¢ 4.413,00
Repello	¢ 56.168,00
Cielos y aleros	¢ 20.862,00
Enchape de baños	¢ 56.327,88
Marcos de puertas	¢ 14.342,00
Vidrios	¢ 163.000,00
Tanque séptico	¢ 97.889,20
Puertas	¢ 107.054,00
Pintura	¢ 162.568,00
Mueble de cocina	¢ 40.820,00
Estructura de pila	¢ 27.760,00
<b>Materiales totales</b>	<b>¢ 3.371.382,78</b>

En el gráfico 7, se aprecia el costo de todos los sistemas. El sistema constructivo que parece más económico es el sistema Prenac de columnas y baldosas, seguido por el sistema de mampostería integral, Concrepal y, por último, el sistema Habicon.

Cabe destacar que la diferencia entre los sistemas es de aproximadamente ciento cincuenta mil colones (5% del costo total) entre el sistema más económico y el más caro.

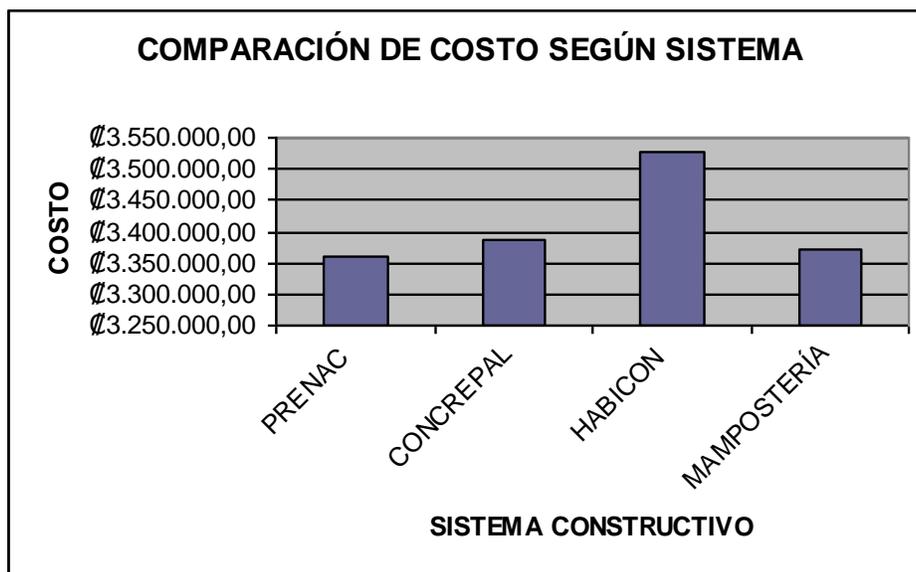


Figura 7. Gráfico presupuestario de material

## Costo de mano de obra

El costo de la mano de obra está muy ligado a la duración del proyecto. Esto no implica que con más cantidad de trabajadores la duración de la obra sea menor. En construcción, no es conveniente tener muchos trabajadores en un proyecto, pues la productividad suele disminuir.

La productividad es un aspecto de gran importancia en la construcción. Hay mucho tiempo no productivo en una jornada de ocho horas. El problema radica en que muchos de estos trabajadores no tienen ningún tipo de capacitación, y ven la construcción como su única fuente de trabajo. La falta de iniciativa de muchos trabajadores, sumada a la poca comunicación entre los obreros y el ingeniero a cargo, suele perjudicar el rendimiento. Esto también ocasiona una menor productividad, ya que el proceso constructivo carece de controles.

Con el fin de aumentar la productividad en la obra, es más efectivo pagar a los trabajadores por contrato y no por horas. El contrato indica una suma fija para el proceso de mano de obra de toda la vivienda. Por lo tanto, si la obra se atrasa, Hábitat no debe incurrir en gastos extras por concepto de mano de obra.

Es importante que esta suma fija por mano de obra sea pagada contra avance con una tabla de pagos especificada desde el inicio de la contratación, por lo cual se requiere nuevamente un control de obra.

Para los sistemas analizados, la duración estimada de la construcción es de unos dos meses. Entonces, si la mano de obra es contratada, se podrá contratar por un monto aproximado de seiscientos mil colones, ya que solo se pagará al maestro de obras y a un electricista, por cuanto la filosofía de Hábitat es

que la familia trabaje en la construcción de la casa. Además, es posible que, en cualquier momento, alguna vivienda se vea beneficiada con la presencia de una brigada, con lo cual el costo de mano de obra sería menor.

## Costo total por sistema

El costo total de cada sistema debe tomar en cuenta el costo de planos y timbres, así como los costos de permisos municipales y póliza del INS.

Por concepto de imprevistos se toma el 5% del subtotal, y por costos indirectos el 14%. En el cuadro 8 se reflejan dichos costos.

**CUADRO 8. COSTO TOTAL POR SISTEMA**

Sistema	Materiales	Mano de obra	Planos y timbres	Costo municipal	Póliza INS	Imprevistos	Costos indirectos	Costo total
Prenac	¢3.360.078	¢600.000	¢150.000	¢35.000	¢70.000	¢203.254	¢505.809	¢4.924.141
Concrepal	¢3.387.266	¢600.000	¢150.000	¢35.000	¢70.000	¢212.113	¢509.072	¢4.963.451
Habicon	¢3.527.910	¢600.000	¢150.000	¢35.000	¢70.000	¢219.145	¢525.949	¢5.128.004
Mampostería	¢3.371.383	¢600.000	¢150.000	¢35.000	¢70.000	¢211.319	¢507.166	¢4.944.868

# Análisis de los resultados

Según los presupuestos elaborados, se puede comparar el costo de las actividades, las cuales se diferencian según el sistema constructivo.

Básicamente, los cimientos, el contrapiso, las paredes, el repello y el techo son las actividades

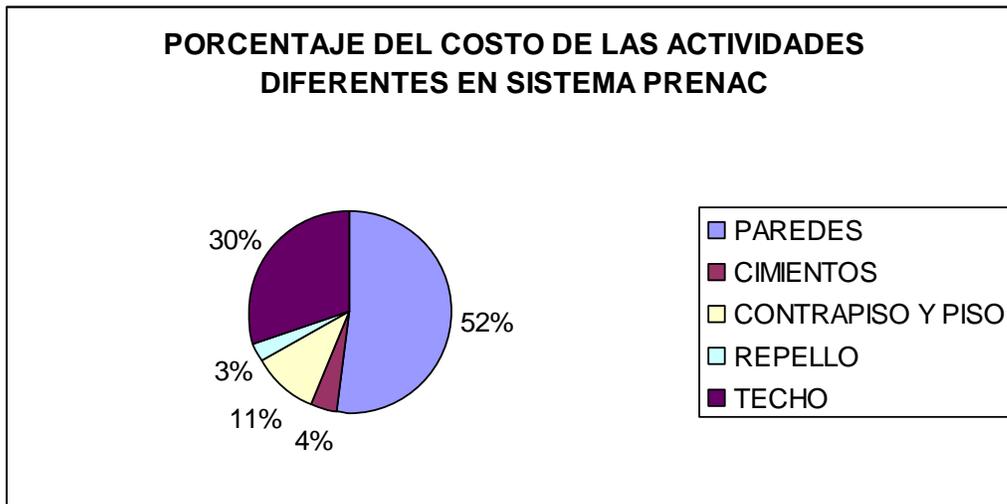
que se diferencian dependiendo del sistema constructivo.

El cuadro 9 especifica dichos costos, y el color gris identifica el sistema más económico según la actividad.

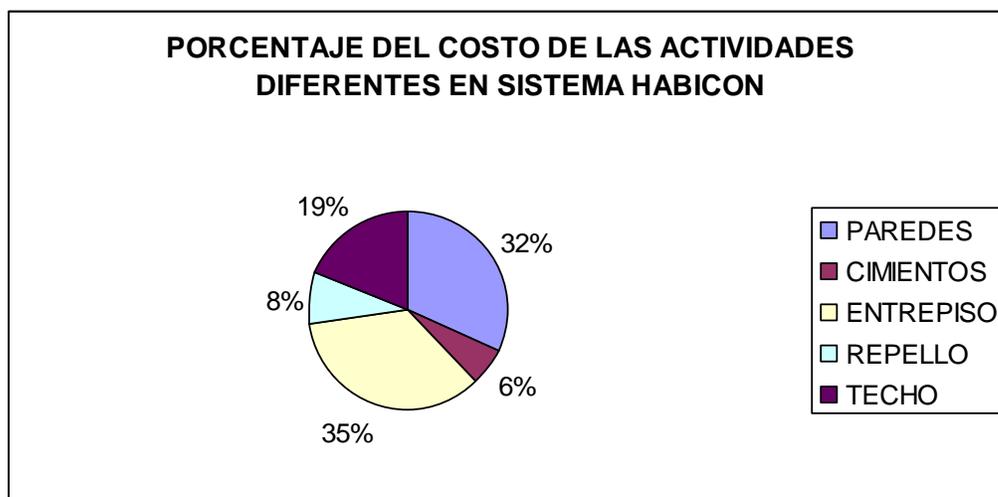
<b>CUADRO 9. ACTIVIDADES CON DISTINTO COSTO SEGÚN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO</b>	
<b>PAREDES</b>	
PRENAC	¢952.541,00
CONCREPAL	¢713.831,00
HABICON	¢640.979,00
MAMPOSTERÍA	¢742.000,00
<b>CIMIENTOS</b>	
PRENAC	¢77.180,00
CONCREPAL	¢260.000,00
HABICON	¢117.498,00
MAMPOSTERÍA	¢283.000,00
<b>CONTRAPISO y PISO</b>	
PRENAC	¢197.120,00
CONCREPAL	¢197.120,00
HABICON	¢704.412,00
MAMPOSTERÍA	¢197.120,00
<b>REPELLO y JUNTAS</b>	
PRENAC	¢56.168,00
CONCREPAL	¢56.168,00
HABICON	¢159.540,00
MAMPOSTERÍA	¢56.168,00
<b>TECHO</b>	
PRENAC	¢559.167,93
CONCREPAL	¢559.167,00
HABICON	¢387.580,00
MAMPOSTERÍA	¢559.167,00

Como se observa en el cuadro 6, Habicon es el sistema más económico en paredes y techo, mientras que Prenac es el sistema más económico en cimientos. Con respecto al contrapiso y los repellos, los más económicos, con igual costo, son Prenac, Concrepal y mampostería integral.

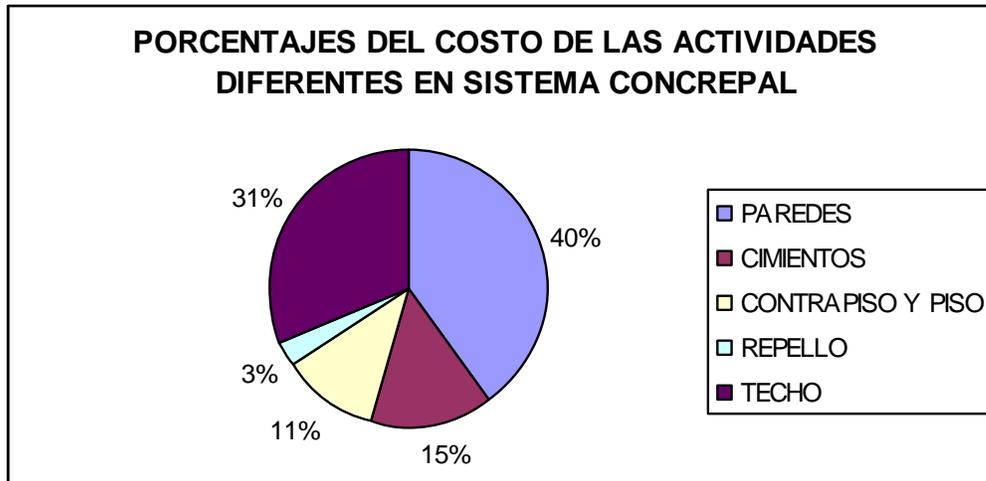
En la figura 8 a la 11, se puede comprender el porcentaje del costo de esas actividades en relación con el costo total de la vivienda en materiales. El mayor costo de los sistemas Prenac, Concrepal y mampostería integral se encuentra en las paredes, mientras que Habicon lo tiene en el entrepiso.



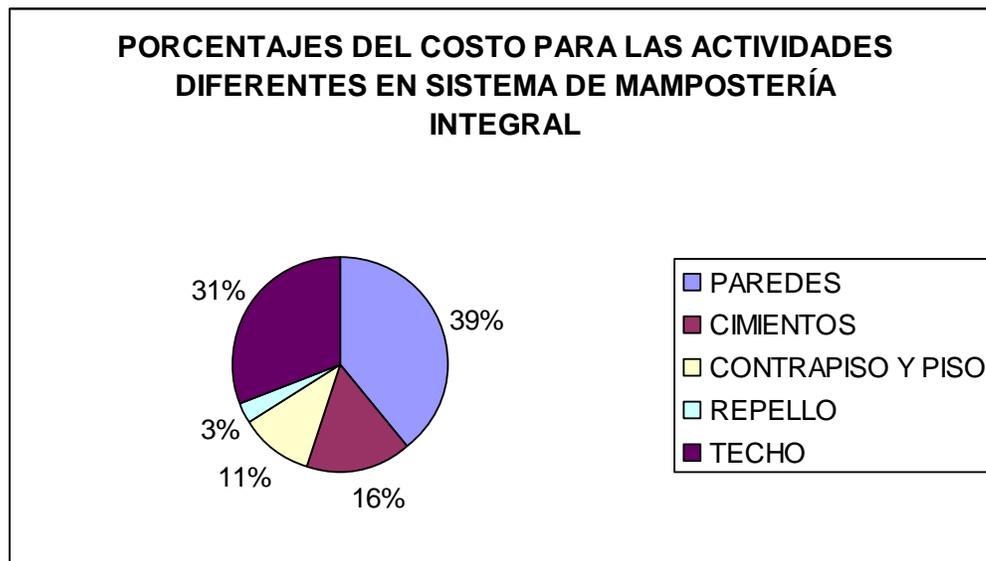
*Figura 8. Grafico de porcentaje del costo de Prenac*



*Figura 9. Grafico de porcentaje del costo de Habicon*



*Figura 10. Grafico de porcentaje del costo de Concrepal*



*Figura 11. Grafico de porcentaje del costo de Mampostería*

Cabe destacar que el sistema Habicon muestra un mayor costo en el entrepiso. Esto se debe a que el sistema tiene el piso levantado del suelo por medio de unos pilotes, para evitar la humedad en la vivienda y no maltratar tanto el suelo. Habicon se podría implementar sin utilizar el contrapiso elevado, pero se le estaría quitando una ventaja al sistema en cuanto a su ideal de tener un menor impacto ambiental que los otros.

Comparativamente, el sistema Prenac es el más económico pero, a la vez, presenta una

desventaja estética. Por tener columnas de un grosor mayor que las baldosas, si se quisiera mejorar la vivienda colocando cerámica en el piso, se requeriría más tiempo en mano de obra, pues se debe cortar la cerámica en cada columna. Lo mismo sucede en el caso del azulejo en las paredes de los baños, cuyo proceso de colocación es más laborioso. Por lo tanto, si bien con el sistema de columnas y baldosas rápidamente se coloca su cascarón, los detalles llevan mucho más trabajo que los otros sistemas

considerados. En el caso del sistema Habicon, la diferencia en costo con respecto a los sistemas Concrepal y mampostería integral, es de 100.000 y 200.000 colones, respectivamente.

Sin embargo, el sistema Habicon presenta grandes ventajas comparado con los otros sistemas, por tener una menor energía incorporada.

La energía incorporada de un sistema se define como la energía que se requiere en total para la realización del sistema constructivo. Esta energía incluye la energía necesaria total para transformar la materia prima en el producto final y por ende considera la energía utilizada por los

equipos y maquinaria en todo el proceso de producción del sistema.

De acuerdo con un análisis realizado en un proyecto de graduación del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con base en estudios ambientales de la arquitecta Katia Blanco se afirma que el sistema Habicon es el que posee una menor energía incorporada. El cuadro 10 resume los resultados de este análisis.

Se muestra cómo Habicon tiene la menor energía incorporada, por lo que es el sistema más amigable con el ambiente. Por consiguiente, es el de menor impacto ambiental, seguido por Prenac, Concrepal y los bloques de mampostería.

<b>CUADRO 10. ENERGÍA INCORPORADA</b>	
<b>Sistema constructivo</b>	<b>Energía incorporada (MJ/m<sup>2</sup>)</b>
Bloques de concreto	1814,95
Paneles verticales (Concrepal)	1618,59
Columnas y baldosas (Prenac)	1397,13
Habicon	877,00

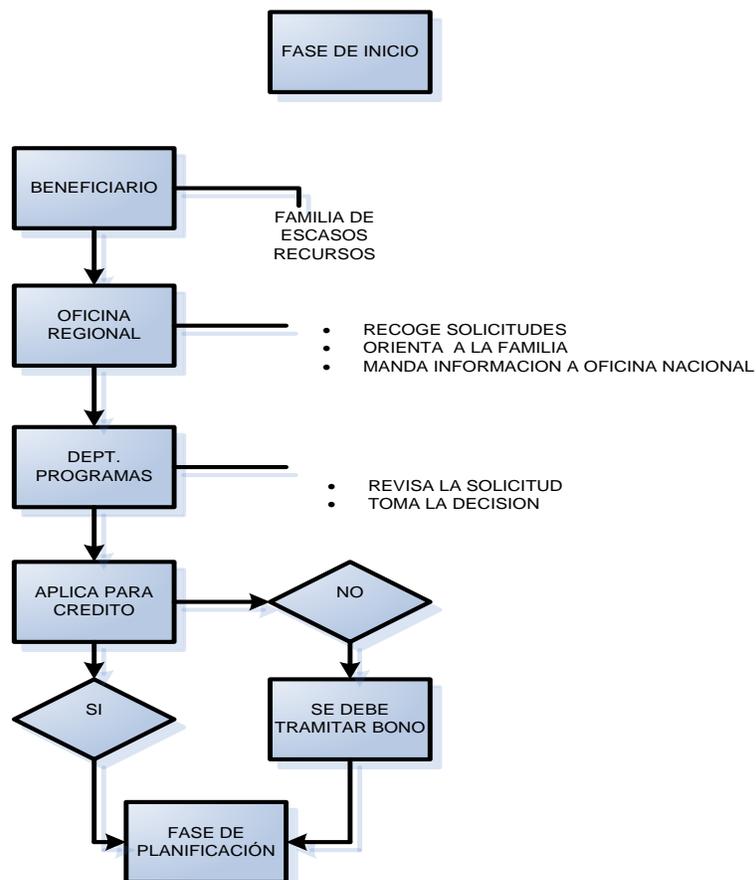
*Fuente: Solano Gabriela; 2005*

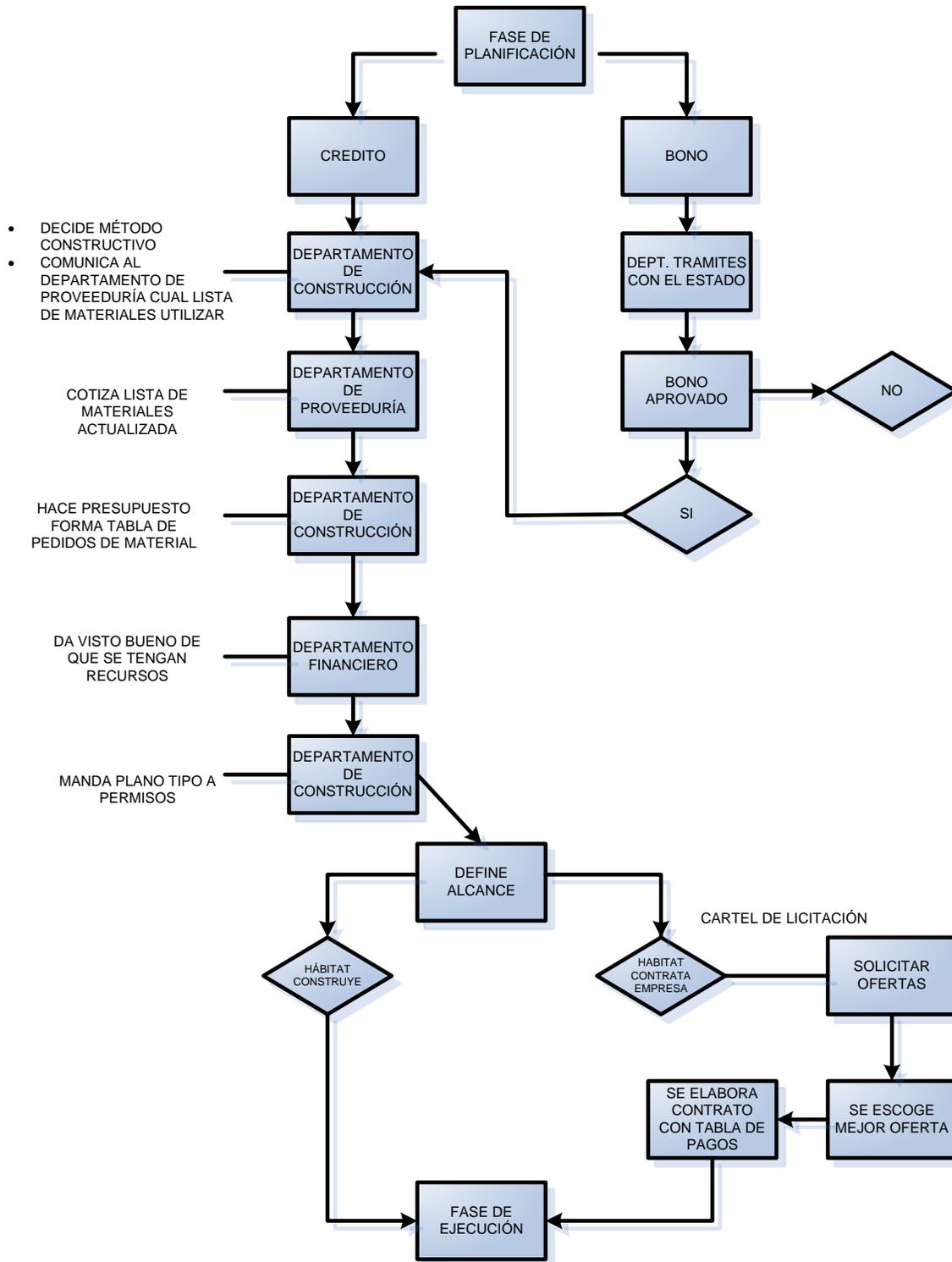
# Propuesta para mejorar el sistema de producción

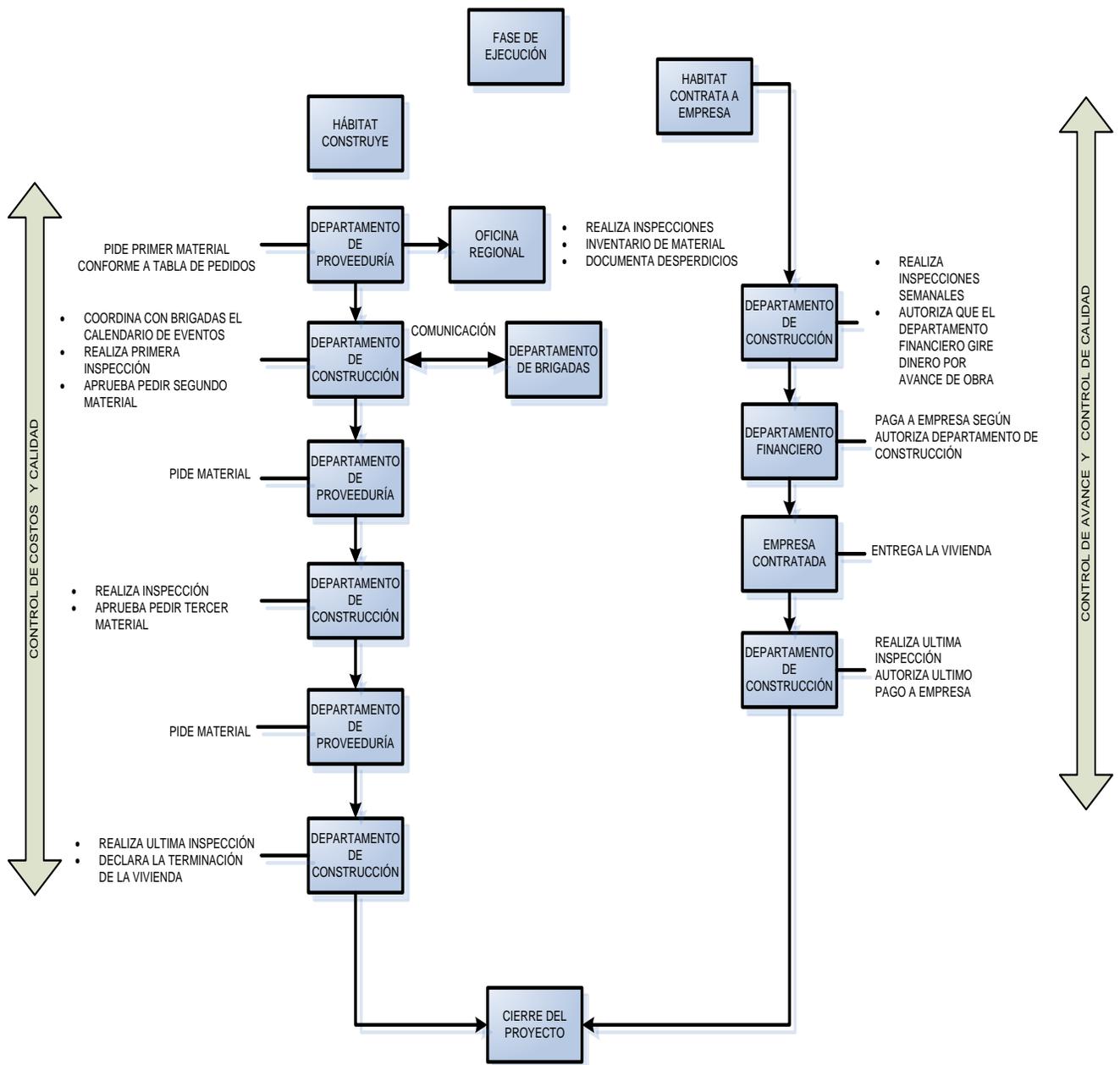
La siguiente propuesta tiene como objetivos mejorar los procedimientos, asignando funciones específicas a cada departamento con el fin de lograr un sistema de producción eficiente.

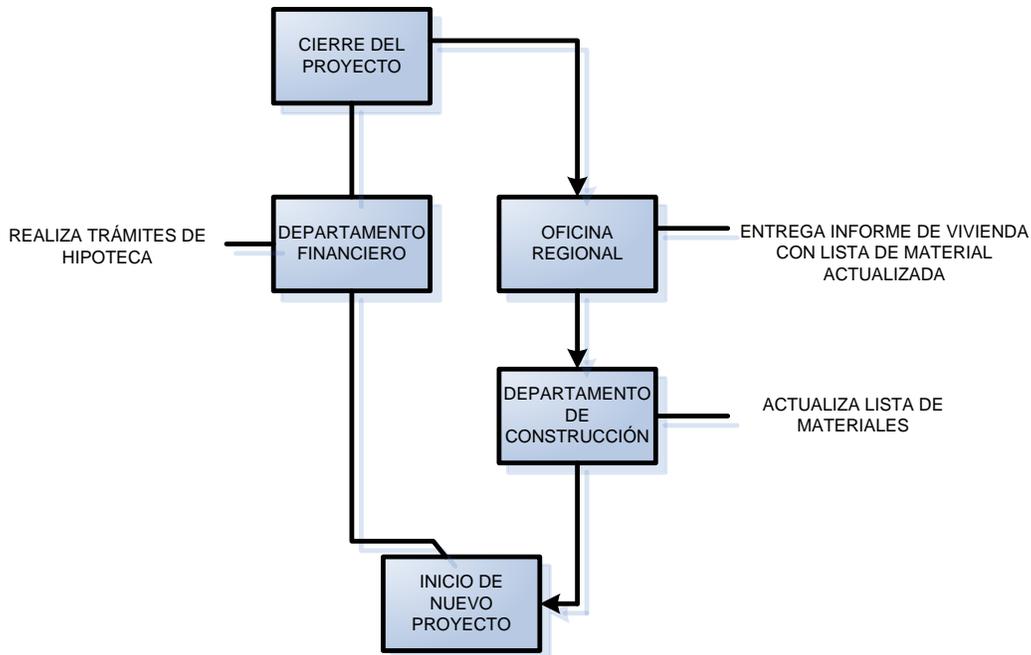
La propuesta se focaliza en cuatro fases principales; Inicio, Fase de planeamiento, Fase de Ejecución y Cierre. Cada etapa se analizará utilizando un diagrama de flujo con los departamentos

involucrados y los roles y funciones de estos. Luego se explica cómo realizar las funciones que se asignan en el diagrama de flujo.









## Análisis de cada fase

### Fase de Inicio

Esta fase inicia en las oficinas regionales donde las personas de escasos recursos acuden y obtienen la información para poder ser un beneficiario de una vivienda por medio de Hábitat. Por lo tanto las oficinas regionales deben contar con personas que puedan guiar a el solicitante en la entrega de los requisitos para aplicar a el programa.

Estos documentos se entregan a la oficina nacional donde el Departamento de Programas revisa y toma la decisión si la solicitud aplica o no para ser beneficiario de Hábitat.

### Fase de Planificación

En caso de que la solicitud sea aprobada por el Departamento de Programas se empieza la etapa de planificación.

En esta etapa se debe definir el alcance del proyecto y luego el costo del proyecto.

### Alcance del proyecto

En el alcance del proyecto, se define si este se contratará a una empresa para su construcción o si esta la asumirá Hábitat.

### Hábitat Costa Rica construye el proyecto

Cada vivienda tiene un alcance distinto, el cual depende del método constructivo y del área requerida.

Para que un proyecto sea exitoso, es necesario definir su alcance. Una manera sencilla de tener ese alcance en cada casa del modo más rápido y eficiente, es utilizando una lista de materiales para cada plano modelo, donde cada una de las actividades se nombra con un número específico y este se emplea para el historial de la información, para la programación del proyecto y para el control de cada una de las actividades.

Algunas herramientas para determinar el alcance son:

- WBS Chart Pro: este es un programa diseñado para tener un orden establecido en cada una de las actividades. Se puede vincular con Project y es bastante sencillo.
- Ms Project: logra dar una estimación gráfica por medio de diagramas de Gantt, con la duración y recurso de cada proyecto.
- Excel: ayuda a tabular y a graficar información para la retroalimentación del alcance.

## Hábitat Costa Rica contrata la construcción

Existen diferentes tipos de contratación en el sector construcción: contrato a precio alzado, contrato por administración, *llave en mano*, y la administración directa de varios proveedores.

Para el caso específico de Hábitat, lo mejor sería contratar a una empresa constructora con la modalidad de precio alzado.

Se considera que esa es la mejor modalidad por cuanto Hábitat tiene sus diseños fijos y no vale la pena contratar *llave en mano*, ya que este tipo de contratación implica también el diseño.

La contratación de precio alzado tiene varias ventajas para Hábitat, por ser un contrato en el cual se le paga a una empresa un monto fijo por proyecto, de tal modo que Hábitat se asegura de antemano que la vivienda le costará ese.

## Costo

### Estimación del costo

A efectos de tener más orden y costos más precisos, se recomienda efectuar una estimación de costos por cada casa específica. Para la estimación de costos, se deben conocer los materiales necesarios de acuerdo con el sistema de construcción implementado, el área a construir y la localización de la vivienda.

La decisión sobre cual será el sistema de construcción implementado es una función de el departamento de Construcción. Este debe de tomar en cuenta el lote donde se va a construir la vivienda, ya que por ejemplo, si es un lote con pendiente el sistema que

En este tipo de contratación, es de gran importancia contemplar los siguientes aspectos para el cartel de licitación:

- Tiempo de entrega: se debe especificar la duración del proyecto y las multas respectivas en caso de que la vivienda no se entregue a tiempo.
- Calidad: la construcción se debe realizar siguiendo las indicaciones de los planos.
- Forma de pago, tabla de pagos
- Garantía de cumplimiento

Los aspectos relevantes en el momento de escoger la mejor oferta son:

- Experiencia de la empresa
- Costo
- Duración esperada (programa de actividades)

El sistema de contratación de precio alzado requiere que el Departamento de Construcción tenga un programa de visitas semanales, para mantener el control de calidad, así mismo con el control de avance para realizar los pagos contra avance.

El control de calidad es muy importante, por ser la única forma en que Hábitat se garantiza que el proyecto se está construyendo según los planos y las especificaciones técnicas.

mejor se acopla es Habicon porque este

presenta cimentación con micropilotes y por ende se reducirían costos en movimiento de tierra.

Luego se debe pasar la información al departamento de Proveduría. Este departamento no existe actualmente en la organización por lo tanto se detalla a continuación las funciones y propósito de este.

## Departamento de Proveduría

El Departamento de Proveeduría debe ser un anexo del Departamento de Construcción. Ambos deben tener una excelente comunicación y estar localizados en la empresa en el mismo sitio de trabajo. Es indispensable que quien integre este departamento posea conocimientos de construcción y de elaboración de presupuestos.

Se considera que este Departamento debe tener las siguientes metas:

- Coordinar con los proveedores directos de cada sistema constructivo prefabricado: Prenac, Concrepal y Habicón, con el fin de conocer cualquier actualización o cambio en el sistema.
- Cotizar los materiales a distintos proveedores, formando matrices de proveedores, con el fin de

conseguir los materiales al menor costo.

- Tener una comunicación directa con los proveedores, para coordinar créditos y descuentos.
- Llevar en cada vivienda una contabilidad de la cantidad de materiales pedidos según el método constructivo (actualizar la lista de materiales en caso de que se pida más o menos de la cantidad inicial).

En el cuadro 11 se muestra un ejemplo para la tabla de pedido de material que realiza el departamento de construcción según indica el diagrama de flujo. Es de gran importancia este punto, ya que permite llevar un mayor control de los costos por material y permite tener más orden en las facturas.

CUADRO 11. TABLA DE PEDIDO DE MATERIAL	
Primer pedido	Material de Bodega, trazado, cimientos, tanque septico, columnas y paredes
Segundo pedido	Material de tapicheles, viga solera, viga corona, Material electrico, agua potable y agua negra, cargadores, estructura de techo*** cordina subcontrato de vidrios
Tercer pedido	Relleno lastre; material de contrapiso, cajas de registro pluvial, agua pluvial, trampa de grasa, cenicero, puertas, estructura de pila, mueble de cocina y enchape de baños.

La cotización actualizada es de gran importancia, pues se debe tener claro que los costos pueden variar de una casa a otra dependiendo de la zona en la cual se esté construyendo.

Por ejemplo, el costo de la construcción es más alto en viviendas construidas en lugares alejados de la capital, como en el caso de Guanacaste. Además, Hábitat tiene en la zona de Sarapiquí un proveedor que coopera con la organización y cuyo costo es menor que en otro distribuidor.

Por lo anterior, se considera que Hábitat Costa Rica debería tener un encargado de hacer los pedidos de material y que también pueda elaborar informes de cada vivienda, con

las cantidades de material gastadas según el método constructivo y la zona.

Al desarrollar la estimación de los costos, se deben considerar márgenes de error con base en factores que están dentro y fuera del alcance del equipo ejecutor. El margen para los factores inherentes a la naturaleza del proyecto se llama *imprevistos*, y para los factores ajenos a la naturaleza del proyecto se denominan *contingencia*. El cuadro 12 describe estos dos márgenes. Debe tomarse en cuenta que, a mayor certeza en la información, menor margen para imprevistos. Al tener alcances definidos, se debe mantener un porcentaje de imprevistos cercano al 5% sobre el costo total del proyecto.

<b>CUADRO 12. IMPREVISTOS Y CONTINGENCIAS</b>	
<b>Imprevistos</b>	<p>*Porcentaje del importe total del presupuesto, que servirá para considerar errores, omisiones, condiciones inesperadas y todo tipo de situaciones fortuitas e inherentes a la naturaleza del proyecto.</p> <p>* Estos imprevistos están relacionados con el grado de certeza o información que tengamos del proyecto.</p>
<b>Contingencias</b>	<p>* Porcentaje del importe total del presupuesto, que servirá para considerar cambios de alcance tardíos, condiciones de mercado, cambios en el entorno, etc.</p>

## Fase de Ejecución

En la fase de ejecución es de suma importancia tener un buen control de la obra. Adicionalmente es de suma importancia la comunicación entre departamentos y los recursos humanos.

### Control de Costos

Una de las deficiencias principales del Departamento de Construcción es que no hay ningún tipo de control de costos.

El control implica comparar lo ejecutado contra el plan. Si se encuentran desviaciones, siguiendo la fecha de control al planeamiento, se puede prever la acción correctiva por ejecutar. Sin embargo, si no se detectan desviaciones, se

continúa la fecha de control a ejecución y se sigue según lo previsto.

El control inicia y termina junto con la ejecución de cada proyecto.

El control de los costos tiene como base el presupuesto final de la vivienda y la duración estimada para cada actividad.

Una técnica de gran ayuda para visualizar los costos en el tiempo, es la línea base de presupuesto. Esta técnica utiliza un gráfico con la información tabulada en el presupuesto y la información de duración de las tareas consignadas en el programa utilizado para analizar el tiempo de ejecución (por ejemplo, Ms. Project).

El cuadro 13 ejemplifica esta línea base del presupuesto.

<b>CUADRO 13. ACTIVIDADES SEGÚN DURACIÓN PARA MAMPOSTERÍA INTEGRAL</b>	
Sem 1	Bodega, excavación de zanjas, placas armadas y colocadas. Tanque séptico
Sem 2	Colocación de armadura para columnas y refuerzo vertical de paredes, chorrea de cimientos
Sem 3	Paredes levantadas, columnas encofradas
Sem 4	Columnas chorreadas, instalación de agua potable, estructura de pila y mueble de cocina
Sem 5	Cargadores terminados, cableado eléctrico, repellos
Sem 6	Estructura de techo hecha, repellos terminados
Sem 7	Cubierta colocada, instalación pluvial y contrapiso terminado
Sem 8	Vidrios, puertas, azulejo de baño

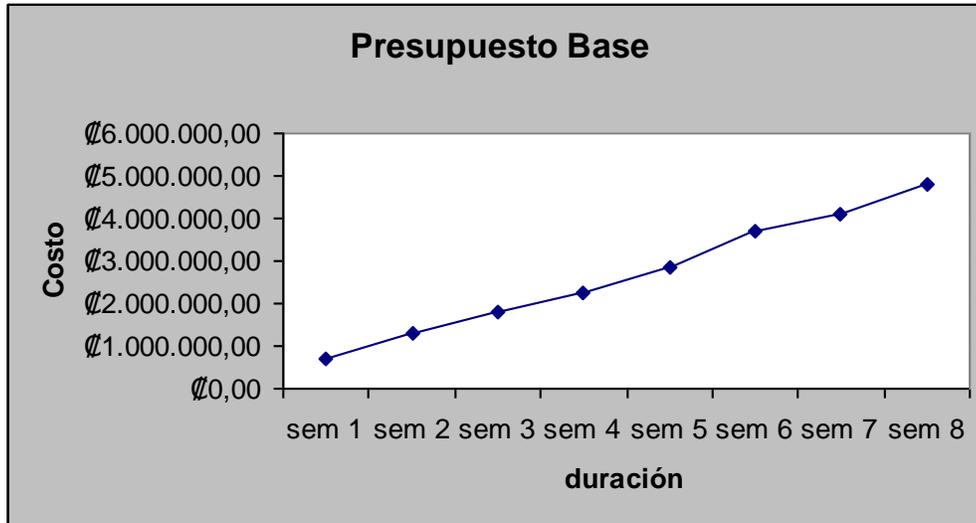


Figura 12. Ejemplo de presupuesto base

En el momento de la ejecución, se crea una nueva línea en el gráfico, la cual indica los costos reales que se están teniendo por semana. Ambas líneas se proyectan y se puede observar cómo va el proyecto en cuanto a tiempo y costo. Esta técnica es de gran ayuda porque, por ejemplo, en la figura

13 se podrían tomar medidas al observar que, para la semana 3, ya se tiene un gasto mayor al presupuestado. Una posible solución sería emplear menos cantidad de formaleta, reutilizándola y cuidándola en el proceso constructivo.

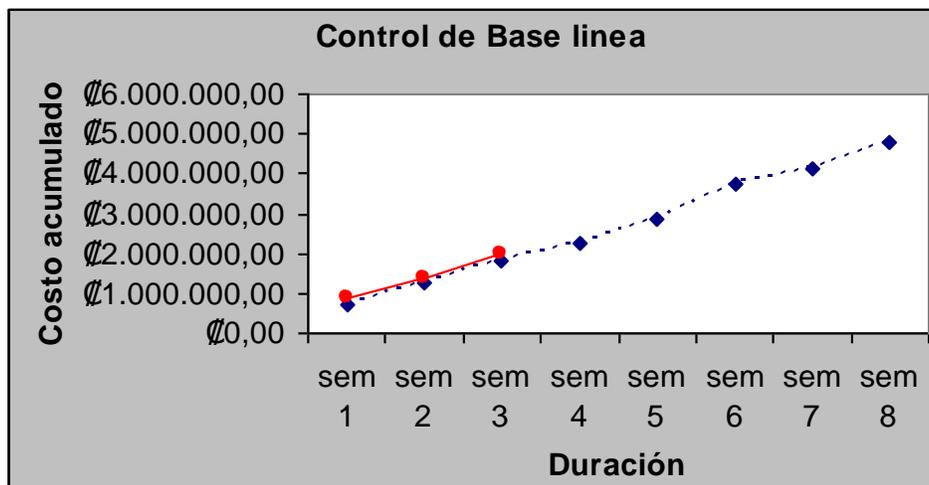


Figura 13. Ejemplo de control con línea base

## Recursos humanos

El planeamiento de los recursos humanos está estrechamente ligado al alcance del proyecto, pues se requiere definir el trabajo para lograr asignarlo.

### Hábitat Costa Rica contrata la construcción

En el caso de que Hábitat contratara la construcción, no es posible utilizar las brigadas a menos que se llegue a algún acuerdo con la empresa contratada. Sin embargo, es necesario contar con otro tipo de recurso humano, no para construir

sino más bien para contratar a las empresas. Es importante que esta persona realice el cartel de licitación y seleccione la mejor oferta para contratar la construcción.

### Hábitat construye

Después de tener el alcance del proyecto con el WBS del sistema de construcción por realizar, se puede saber en cuáles actividades son aprovechables las brigadas, dependiendo de la edad promedio de los integrantes. Esto se logra definiendo una matriz de brigadas y actividades para cada sistema de construcción utilizado por Hábitat. La figura 14 contiene un ejemplo de esta matriz para el caso del sistema de columnas y baldosas de Prenac.

WBS	Matriz de brigadas y actividades	Ejecuta, Participa, Revisa		
		Joven	Adulto	Adulto mayor
4	Construcción			
4.1	Bodega	E	E	R
4.1.2	Excavación	E	P	
4.1.3	Armadura	E	E	R/P
4.1.4	Preparación de concreto	E	E	R
4.1.5	Chorrea	E	E	R
4.1.6	Colocación de columnas	E	E/P	*
4.1.7	Colocación de paneles	E	P	*
4.1.8	Viga corona	P	E	*
4.1.9	Estructura de techo	*	*	*
4.1.10	Cubierta de techo	*	*	*
4.1.11	Contrapiso	E	E	P
4.1.12	Repello	P	P	R
4.1.13	Instalación mecánica	P	E	P
4.1.14	Cajas de registro	E	E	R
4.1.15	Instalación eléctrica	*	*	*
4.1.16	Azulejo	E	E	
4.1.17	Pintura	E	E	R
4.1.18	Mueble de cocina	E	E	P
4.1.19	Puerta y marcos	E	E	P
4.1.20	Vidrios	*	*	*
* Actividad peligrosa, que requiere mano de obra especializada				

Figura 14. Matriz de Brigadas y actividades

# Comunicación

La herramienta que facilitaría la comunicación entre los departamentos es el *Calendario de eventos*, por medio de Microsoft Project. Esta herramienta permite una visión gráfica completa de la duración de los proyectos, con la ventaja de que puede modificarse si se presenta un cambio de duración.

Es esencial que los departamentos tengan una comunicación más directa con respecto a la programación de actividades. Si bien es difícil conocer con exactitud las fechas exactas, debido a que en la mayoría de los casos se tienen viviendas con bonos, los cuales se tramitan con entidades del Estado y la duración de los trámites es variable, siempre es importante tener un calendario tentativo donde se pueden ir moviendo las actividades y, por ende, tomar medias en situaciones que se prevén.

La comunicación es de gran importancia para todos los departamentos. El Departamento Financiero y el de Programas requieren conocer la duración de un proyecto con el fin de saber con

anterioridad cuándo se deben efectuar los desembolsos. El Departamento de Construcción debe conocer cuándo se estima que el Departamento de Tramitología termine con los trámites. Así mismo, el Departamento de Brigadas, que ya tiene una fecha fija para la llegada de una brigada, debe saber en cuál de las construcciones conviene más que la brigada labore.

En la figura 15 se muestra un ejemplo de este calendario. Se observa que una brigada llegará el primero de mayo y ese mismo día se inicia la casa Sarapiquí. En caso de que la Casa Sarapiquí empiece a tiempo, se debe considerar si la brigada laborará en esta casa. Esto se logra por medio de la matriz de brigadas. En este caso que se inicia con labores pesadas, se requiere que la brigada sea de integrantes jóvenes. Si, por el contrario, la brigada tuviera adultos mayores, entonces se analizaría si la brigada puede ubicarse en la Casa Grecia, que ya tiene un mayor avance.

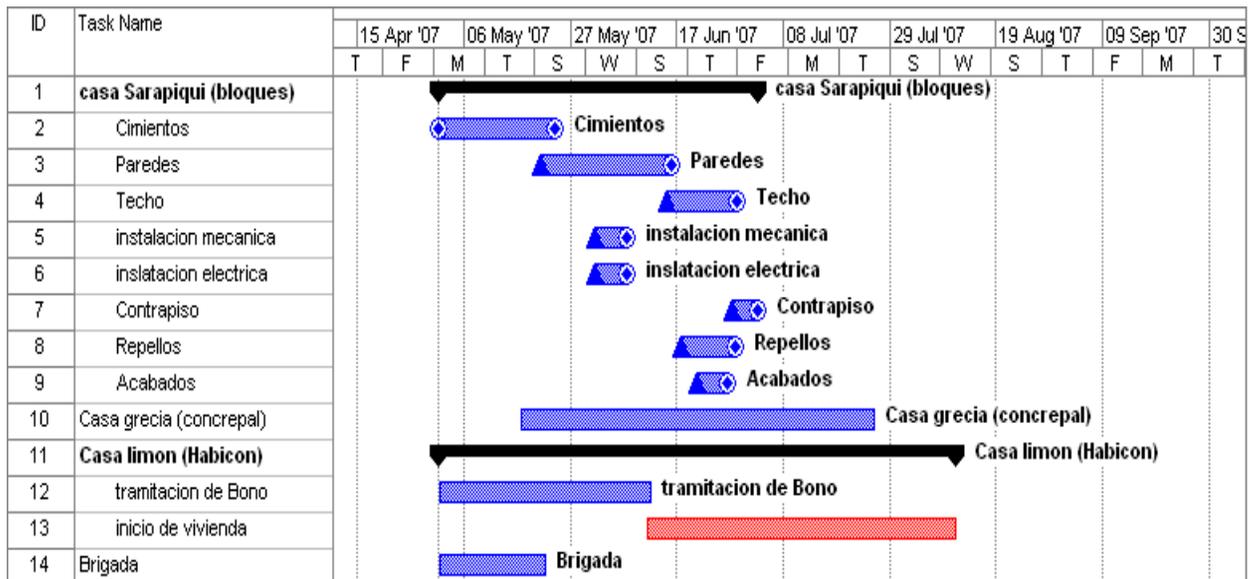


Figura 15. Calendario de eventos

## **Control de Calidad**

El control de calidad se hace por medio de inspecciones a las viviendas de manera periódica. En estas inspecciones se debe verificar que se este construyendo la obra según los planos constructivos. Deben ser documentadas.

## **Fase de Cierre**

En la fase de cierre del proyecto se realiza la integración de la información. Por medio de las inspecciones de la oficina regional basadas en inventarios de material se puede actualizar la lista de materiales para ese sistema constructivo en específico y para la área de la vivienda.

Al realizar el cierre del proyecto se tiene un mayor control en los materiales para el siguiente proyecto de ese tipo. Esta técnica permite minimizar los desperdicios de material y llevar un control total de los gastos por material.



# Conclusiones

A partir de los resultados anteriores, se llega a las siguientes conclusiones:

- Se logró analizar el proceso de producción para Hábitat para la Humanidad Costa Rica, por medio de los departamentos administrativos de la oficina nacional.
- Desde el punto de vista de costos, se detectaron deficiencias en el Departamento de Construcción, ya que no se tiene ningún control de costos y las viviendas suelen salirse del presupuesto.
- Se estudiaron los sistemas constructivos implementados por Hábitat en el último año. Se elaboraron listas de materiales según cada sistema constructivo.
- Se determinó que el sistema más económico en cuanto a materiales es el sistema Prenac, seguido del sistema de mampostería integral, luego de Concrepal y, por último, del sistema Habicon, con una diferencia de 167.000 colones con respecto a Prenac.
- Después de analizar cada actividad, se encontró que Habicon tiene un mayor costo por contar con un sistema de pilotes y un contrapiso de mayor costo. Además, Habicon es el sistema más amigable con el ambiente.
- Se analizó el costo por mano de obra, para concluir con un resultado del costo total por cada sistema.
- Se investigó y se propuso un método para la organización del sistema de producción, con el fin de tener un sistema más eficiente.
- Se propuso un sistema de seguimiento y de control de los proyectos, el cual permitirá retroalimentar el sistema de producción.
- Se propuso un método para definir, por medio de una matriz de brigadas, en cuáles actividades constructivas se pueden colocar voluntarios sin afectar el proyecto.

# Recomendaciones

- Se recomienda proporcionar a la mano de obra y a las brigadas con el equipo de seguridad necesario para las labores de construcción.
- Se recomienda tener a profesionales en el campo de la ingeniería laborando para el departamento de construcción.
- Se debe tener un mejor orden con la información de viviendas pasadas.
- Se recomienda que se lleve un control de costos y avance de cada vivienda.
- Solicitar ayuda a las universidades del país con el fin de que estudiantes puedan colaborar con la organización.
- Se recomienda realizar inspecciones semanales por vivienda y en cada inspección realizar un reporte para saber como va la vivienda en cuanto a costo y avance.
- Incentivar a las brigadas para que estas sigan viniendo. No dejarlas solas en la construcción.
- Ubicar a un ingeniero por oficina regional que pueda hacer las inspecciones necesarias.
- Dar capacitación al personal actual en cuanto a construcción.

# Apéndices

## Apéndice 1. Tabla con materiales de actividades iguales para cada sistema constructivo

Actividad	Cantidad	Unidad	Actividad	Cantidad	Unidad
<b>BODEGA</b>			<b>VIDRIOS (UNITARIO)</b>		
LÁMINA HG # 28 LARGO	20,00	PZA	VIDRIOS	0,00	
CLAVOS DE 2 1/2"	2,00	KG	VENTANA CORREDIZA	0,00	
ALFAGILLA DE 2"X 3"X 4varas	52,00	PZA	MARCOS DE VENTANA	0,00	
REGLA DE 1"X3"X4 varas	60,00	PZA	SUBCONTRATO	1,00	UND
<b>TRAZO , NIVELETEADA</b>			<b>PINTURA PRINCIPAL</b>		
REGLA DE 1" X 2" X 4 varas	80,00	UND	CANTIDAD DE MANOS	0,00	MANOS
CUERDA DE ALBAÑIL 1/4 BLANCA	1,00	UND	FELPA	3,00	UND
<b>CAJAS DE REGISTRO</b>			PINTURA INTERIOR DE LA CASA	2,00	CBTA
PREFABRICADAS	1,00	UND	PINTURA EXTERIOR DE LA CASA	2,00	CBTA
<b>CENICERO</b>			RODILLO	2,00	UND
ARENA	0,12	M3	BROCHAS 1"	2,00	UND
CEMENTO	1,00	SACOS	BANDEJAS DE PINTURA	2,00	UND
<b>TRAMPA DE GRASA</b>			<b>MUEBLE DE COCINA</b>		
ARENA	0,12	M3	VARILLA #3	3,00	UND
CEMENTO	1,00	SACOS	CONCRETO	0,45	M3
<b>CAJAS DE REGISTRO PLUVIAL</b>			ARENA	0,23	M3
ARENA	0,12	M3	PIEDRA	0,30	M3
CEMENTO	1,00	SACOS	CEMENTO	2,00	SAC
<b>REPELLO</b>			ENCHAPE DE AZULEJO DE 20 X 20 cm.	3,80	M2
ARENA FINA	4,00	M3	AZULEJO DE 20 X 20 ECONÓMICA	3,80	M2
CEMENTO	7,00	SC	BONDEX	0,38	SAC
<b>CIELOS Y ALEROS</b>			FRAGUA	2,00	BOL
MADERA 1" X 2" X 4V	81,00	PZA	ALAMBRE NEGRO	0,25	KG
INTERNIT 1.22 X 0.61X 4 MM	8,00	LAM	BLOCK 12x20x40	20,00	UND
INTERNIT 1.22 X 0.61X 4 MM	56,00	LAM	REGLA DE 1x3x4 varas	24,00	PZA
CLAVOS DE 1 1/4"	1,00	KG	FORMALETA 1x12x4	4,00	PZA
CLAVOS DE 2"	1,00	KG	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>		
<b>ENCHAPE DE PAREDES DE BAÑOS</b>			APAGADOR DOBLE MARCA BTICINO	1,00	UND
ALTURA DE ENCHAPE	1.60	ML	APAGADOR SENCILLO MARCA BTICINO	5,00	UND
METROS LINIALES	3,00	ML	BREAKER 1/20 A CUTTLER HAMMER	3,00	UND
ÁREA DE ENCHAPE	4,80	M2	BREAKER 1/40 A CUTTLER HAMMER	2,00	UND
ÁREA DE PISO	3,00	M2	BREAKER DE 1/15 A CUTTLER	1,00	UND

PORCENTAJE ESTIMADO DE DESPERDICIO	1,00	%	CABLE Nº 12 TW	200,00	M
TOTAL:	8,80	M2	CABLE Nº 8 TW	50,00	M
CEMENTO	0,51	SC	CABLE Nº 6 TW	50,00	M
AZULEJO DE 20 X 20 ECONÓMICO	8,80	M2	CAJA OCTAGONAL GALVANIZADA	11,00	UND
BONDEX	1,00	SAC	CINTA ADHESIVA ( TAPE ) DE 3 M	2,00	UND
FRAGUA	4,00	BOL	CONECTORES DE 1/2".		
<b>EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS</b>			GALVANIZADO	25,00	UND
CODO P.V.C. DE 100 MM	5,00	UND	CONECTORES DE 1".		
CODO P.V.C. DE 50 MM 90	1,00	UND	GALVANIZADO	2,00	UND
CODO P.V.C. DE 50 MM 45	1,00	UND	INTERRUPTOR DE CUCHILLA DE		
DESAGÜE DE ALUMINIO DE PISO	0,00	UND	100 A	1,00	UND
EMPAQUE DE CERA	0,00	UND	LÁMPARA INCANDESCENTE 75 W	7,00	UND
FLANGER P.V.C.	0,00	UND	120v.		
INODORO	1,00	UND	PORTAFUSIBLES DE 120 v.	0,00	UND
LAVATORIO C/ ACCESORIOS	1,00	UND	PUENTE PLÁSTICO DOBLE	0,00	UND
MANGUERA DE DESAGÜE	0,00	UND	PULZADOR DE TIMBRE 120v.	0,00	UND
SIFON P.V.C. DE 50 MM	4,00	UND	SALIDA PARA TELÉFONO	1,00	UND
TEE DE 2" SANITARIA	1,00	UND	SALIDA PA RA T.V.	1,00	UND
TEE DE 4" SANITARIA	2,00	UND	SALIDA ESPECIAL 120/240 v.	1,00	UND
TORNILLO P/FLANGER	0,00	UND	TABLERO, 1 DIAM, 120/240, 12		
TUBO P.V.C. DE 100 MM	2,00	UND	ESPACIOS	1,00	UND
TUBO P.V.C. DE 50 MM	3,00	UND	TABLERO TELEFÓNICO.	0,00	UND
REDUCCIÓN DE 4" A 2"	1,00	UND	TIMBRE	0,00	UND
YEE EN 2"	1,00	UND	TOMACORRIENTE DOBLE		
YEE EN 4"	1,00	UND	POLARIZADO	0,00	UND
<b>INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE</b>			TUBERIA CONDUIT P.V.C. DE 1".	4,00	UND
ADAPTADOR HEMBRA DE 1/2"	2,00	UND	TUBERIA CONDUIT P.V.C. DE 1/2"	24,00	UND
ADAPTADOR MACHO DE 1/2"	2,00	UND	VARILLA COOPERWELD DE 1.2 M	0,00	UND
ASPERCION DE BAÑO DE 1/2"	1,00	UND	CURVAS 1/2"	20,00	UND
CACHERA DE FREGADERO	1,00	UND	CURVAS 1"	2,00	UND
CACHERA PARA BAÑO	1,00	UND	PLAFONES	7,00	UND
CODO P.V.C. DE 1/2	4,00	UND	<b>TANQUE SÉPTICO</b>		
CODO P.V.C. DE 1/2" CON ROSCA	3,00	UND	BLOCK 12x20x40	150,00	UND
FREGADERO DE 1 HUECO Y 1 BATEA	1,00	UND	VARILLA #3	10,00	UND
LLAVE DE ALTA PRESIÓN DE 1/2"	1,00	UND	CEMENTO	2,00	UND
LLAVE DE CHORRO METALICA	2,00	UND	PIEDRA PARA DRENAJE	4,00	M3
LLAVE DE PASO 1/2"	1,00	UND	TUBERIA DE DRENAJE	2,00	UND
PEGAMENTO P.V.C. (1/16)	1,00	UND	<b>PUERTAS</b>		
PILA ROJA DE 1 HUECO Y 1 BATEA	1,00	UND	PUERTA PRINCIPAL (LAUREL)	1,00	UND
TAPÓN PVC. DE 1/2"	4,00	UND	PUERTA TRASERA	1,00	UND
TEE P.V.C. DE 1/2"	4,00	UND	PUERTAS INTERNAS	3,00	UND
TEFLÓN	0,00	UND	BISAGRAS DE 3" X 3"	5,00	PAR
TUBO P.V.C. DE 1/2" PRESIÓN	4,00	UND	LLAVIN REIDER O SIMILAR DE		
TUBO DE ABASTO P/ INODORO	1,00	UND	DOBLE PASO	1,00	LAM
			LLAVIN DE DOBLE PASO (PUERTA		
			TRASERA)	1,00	UND
			LLAVIN DE BOLA CON/LLAVE		
			PUERTAS	3,00	UND
			<b>ESTRUCTURA DE PILA</b>		
			BLOCK 12x20x40	15,00	UND
			PILA DE DOS CUERPOS	1,00	UND
			<b>MARCOS DE PUERTAS</b>		
			MARCO DE 1" X 4" X 3 VARAS.		
			FALDÓN	28,00	VRS
			BATIENTE 1/2 X 1"	28,00	VRS

TUBO DE ABASTO P/ LAVATORIO	3,00	UND	CLAVOS DE ACERO DE 2"	75,00	UND
ACOPLE PVC CON ENTRADA LISA Y SALIDA DE ROSCA	6,00	UND	CLAVOS DE 2"	0,25	KG
CODO HG 1/2"	4,00	UND	CLAVOS DE 1 1/4 SIN CABEZA	0,25	KG
NIPLE DE HG 1/2"	4,00	UND	<b>EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES</b>		
MANILLA PARA ABRIR DUCHA	0,00	UND	CODO P.V.C. DE 100 MM	2,00	UND
UNIÓN PVC 1/2"	4,00	UND	TEE DE 4" SANITARIA	0,00	UND
GASAS	4,00	UND	TUBO P.V.C. DE 100 MM	4,00	UND

## Apéndice 2. Materiales específicos del sistema Prenac

Dado que cada sistema constructivo tiene su particularidad, el sistema Prenac presenta distintos materiales para cimientos, columnas y paredes, estructura de techo y tapicheles.

En la siguiente tabla, se muestran los materiales y las cantidades necesarios para el sistema Prenac:

<b>CIMENTOS</b>		
<b>PLACA DE 40 X 40 (210 kg/cm<sup>2</sup>)</b>		
ARENA	3,6	M3
CEMENTO	5	SC
PIEDRA (CUARTA )	3,6	M3
<b>COLUMNAS Y BALDOSAS</b>		
BALDOSA DE 0.50M X 0.50M	15	UND
BALDOSA DE 0.75M X 0.50M	8	UND
BALDOSA DE 1M X 0.50M	37	UND
BALDOSA DE 1.25M X 0.50M	22	UND
BALDOSA DE 1.50M X 0.50M	46	UND
COLUMNA DE 3.15M	8	UND
COLUMNA DE 3.15M	1	UND
COLUMNA DE 3.15M	8	UND
COLUMNA DE 3.15M	3	UND
COLUMNA DE 3.15M	8	UND
COLUMNA DE 3.15M	2	UND
<b>VIGA SOLERA RT</b>		
RT 1-18	7	UND
SOLDADURA	3	KG
<b>ESTRUCTURA DE TECHO</b>		
ESTRUCTURA DE CERCHAS GALVANIZADAS (5 UNIDADES)	1	UND
PERFIL "C" GALV. 75X50X15X1,5 mm X 11,82 m	10	UND
ANCLEJE GALVANIZADO PARA CERCHA EN 1,5 mm	50	UND
LÁMINA OND CORR. CAL 28 1,10 m X 4,75 m	20	UND
CUMBRERA GALV. CAL 26 0,30 M X 1,83 m	4	UND
BOTAGUAS GALV. CAL 26 0,30m X 1,83 m	12	UND
TORNILLO PTA DE BROCA ESM. 25 mm	500	UND
CANOAS HG # 26	10	ML
BAJANTES	4	UND
<b>TAPICHELES DE FIBROLIT</b>		
FIBROLIT 100 DE 1.22 X 2.44 DE 8 MM	8	LAM
CLAVOS DE 1 1/4 CON CABEZA	0,25	KG

## Materiales específicos del sistema Concrepal

El sistema Concrepal presenta cimientos basados en placas corridas. Por lo tanto, esta actividad es distintiva de otros sistemas constructivos aquí analizados. Además, es necesario utilizar puntales y codales para dar soporte a los paneles en el proceso constructivo.

<b>CIMIENTOS</b>	3,43	M3
PLACA DE 35 X 35	39,22	M
SELLO DE CONCRETO DE 5 cm. (105 kg/cm2)	0,69	M3
ARENA	1,00	M3
CEMENTO	4,00	SC
PIEDRA (CUARTA )	1,00	M3
ARMADURA (VARILLA 5 No 3 GANCHOS No. 3 @ .,20	39,22	ML
ALAMBRE NEGRO	1,96	KG
CANASTA DE CIMIENTO	8,00	UND
<u>CHORREA (CONCRETO DE 210 kg /cm2)</u>	3,43	M3
ARENA	2,80	M3
CEMENTO	31,00	SC
PIEDRA (CUARTA )	3,60	M3
<b>CODALES Y PUNTALES</b>	26,67	UND
CLAVOS DE 2 1/2	8,89	KG
REGLA 1X3X4 (CODALES)	30,00	UND
<b>PANELES CONCREPAL</b>		Tipo de Panel
2,70m x 60cm x 6cm	19	C-60-1
2.70m x 60cm x 6cm	12	C-60-1T
2.70m x 60cm x 6cm	2	C-60-1TC
2.70m x 60cm x 6cm	1	C-60-1TE
2.70m x 60cm x 6cm	2	C-60-1A
1.95m x 60cm x6cm	0	C-60-2
1.35m x 60cm x 6cm	0	C-60-3
1.05m x 60cm x 6cm	0	C-60-4
0.75m x 60cm x 6cm	7	C-60-5
2.70m x 40cm x 6cm	14	C-40-1
2.70m x 40cm x 6cm	5	C-40-1A
1.95m x 40cm x6cm	0	C-40-2
1.35m x 40cm x 6cm	1	C-40-3
1.05m x 40cm x 6cm	0	C-40-4
0.75m x 40cm x 6cm	4	C-40-5
2.70m x 20cm x 20cm x 6cm	8	CL-1
2.70m x 34cm x 20cm x 6cm	4	CT-1
2.70m x 40cm x 20cm x 6cm	1	CT-2

## Materiales específicos del sistema Habicon

<b>CIMIENTOS</b>		
PILOTES	35	UN
VARILLA #3	7,00	UN
CONCRETO	2,2	M3
CEMENTO	16,4	UN
ARENA	0,97	M3
PIEDRA	1,51	M3
ALAMBRE GALVANIZADO #20	5	KG
ALAMBRE NEGRO #	5	KG
BLOQUES 20X20X20	72	UN
<b>ENTREPISO Y PISO</b>		
VIGA EE-300	12	UN
VIGA EE-285	3	UN
VIGA EE-240	1	UN
VIGA EE-225	1	UN
VIGA E 150	27	UN
VIGA E 135	13	UN
VIGA E 120	5	UN
FIBRA	1,83	BOL
LASTRE	0,9	UN
PANEL E 60X150	22	UN
PANEL E 60X135	8	UN
PANEL E 60X120	4	UN
PANEL E 45X150	9	UN
PANEL E 45X135	7	UN
PANEL E 45X120	1	UN
MORTERO DE JUNTAS	2	M3
PEGAMIX	76	SAC
MALLA CICLÓN 2.5M ALTURA (ALAMBRE)	202	ML
GRAPAS 1 1/4	1	KG
FIBRA	38	BOL
CONECTOR DE SILLETA T S	124	UN
CLAVO PARA CONECTOR 50 MM GALV	0,0	KG
GRAPA 3/4	0	kg
DISCOS PARA METAL DE 7	0,25	UN

<b>PAREDES</b>	71	M2	<b>TECHOS</b>	80	M2
VIGA CORONA-3.60 M	2	UN	REGLA CLAVADOR 1X3X4	28	UN
VIGA CORONA-3.45 M	2	UN	VIGA 1.5X5X3,96 M	24	UN
VIGA CORONA-3.00 M	4	UN	COLA BLANCA 1/4	0,25	UN
VIGA CORONA-2.85 M	4	UN	MADERA PINO 2X3X4 M	5	UN
VIGA CORONA-2.25 M	8	UN	CONECTORES A33	28	UN
VIGA CORONA-2.10 M	2	UN	CONECTORES H1	28	UN
VIGA CORONA-1.35 M	4	UN	TACHELÓN DE 3/4	1	KG
VIGA CORONA-1.20 M	2	UN	TORNILLOS 1 1/4 X 4		
VIGA BANQUINA 38x75x135 M	1	UN	TIRAFONDO	4	UN
VIGA BANQUINA 38x75x120 M	2	UN	TORNILLOS 1 1/4 X 6		
VIGA BANQUINA 38x75x105 M	2	UN	CARROCERÍA	30	UN
VIGA BANQUINA 38x75x.90 M	1	UN	REGLA .1X2 SIN CEP	28	UN
COLUMNA T/1E 3X3X3,36 ESPECIAL			PRODEX 1.22 ANCHO	55	ML
CUMBRERA	4	UN	GRAPA 140/8-38MM	1	CAJ
COLUMNA T/1 3X3X2.475	10	UN	LÁMINA HG #28 X 12 P	26	UN
COLUMNA T/2 3X3X2.33	7	UN	LÁMINA HG #28 X 6 P	7	UN
COLUMNA T/3 3X3X2.33	2	UN	CLAVOS 2.5	11	KG
COLUMNA CORREDOR 4X4X3	1	UN	CLAVO PARA TECHO 3	12	KG
VIGA DE CORREDOR 2X6X4	1	UN	<b>TAPICHELES exterior</b>		
REGLA 2 1x3x3	6	UN	DETALLE	CANT	UN
PANEL V 60X240	35	UN	FIBROLIT 11 MM 122X244	3,5	UN
PANEL V 60X105	5	UN	CARTÓN 3 MM 122X244		UN
PANEL E 45X240	12	UN	VENILLA 1/2 X 1/2	50	UN
PANEL V 45X180	2	UN	TAPICHEL T60-1	4	UN
PANEL V 45X120	1	UN	TAPICHEL T60-2	4	UN
PANEL E 45X105	3	UN	TAPICHEL T60-3	4	UN
PANEL 30X240	1	UN	TAPICHEL T60-4	4	UN
PANEL 30X120	1	UN	CLAVOS 2	3	KG
CLAVOS DE 100 MM C/ CABEZA	5	KG	CLAVOS 1.25	1	KG
GRAPA 3/4	5,3	KG	REGLA 1,5X3X4	4	UN
CONECTOR DE SILLETA T1	29	UN	SILICONE	1	UN
CONECTOR DE SILLETA T2	29	UN	IMPERMEABILIZANTE	0,5	GL
CLAVO 50 MM GALVANIZADO	4	KG	<b>HOJALATERÍA</b>		
PINES VARILLA #2	140	UN	DETALLE	CANT	UN
<b>JUNTA HÚMEDA Y REPELLO 1 C</b>	71	M2	CUMBRERA	5,2	UN
DETALLE	CANT	UN	BOTAGUAS DE 12'- 542	9,4	UN
CEDAZO 18X18 MM PARA VIG Y COLUMNAS	12,0	M2	CANOA 13	0,0	YD
GRAPA 140 / 8 MM	1,00	UN	BAJANTE 75 MM	4	M
MALLA CICLON 2.5 M ALT (REF ALAMBRE)	3,65	ML	TORNILLOS PTA BROCA DE 19 MM	140	UN
PLASTERBOND	0,34	GL			
MORTERO JUNTA HUMEDA	0,61	M3			
REPEMAX	23,62	UN			
PEGAMIX	21,96	UN			
FORTEX	1.352	CC			
FORMALETA -PLWOOD 12 MM	161	M			
ALAMBRE NEGRO	7	KG			

## Materiales específicos de mampostería integral

<b>CIMENTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
PLACA DE 35 X 20	28	M
SELLO DE CONCRETO DE 5 cm. (105 kg/cm <sup>2</sup> )	0,69	M3
ARENA	1	M3
CEMENTO	4	SC
PIEDRA (CUARTA )	1	M3
ARMADURA (VARILLA 3 No 3 GANCHOS No. 3@ .,25)	28	ML
ALAMBRE NEGRO	1,96	KG
CANASTA DE CIMIENTO	8	UND
<u>CHORREA (CONCRETO DE 210 kg /cm<sup>2</sup>)</u>	3,43	M3
ARENA	2,8	M3
CEMENTO	31	SC
PIEDRA (CUARTA )	3,6	M3
<b>PAREDES DE BLOQUES</b>		
BLOQUES DE 15x20x40 cm	650	UND
PEGA DE BLOQUES		
ARENA	3	M3
CEMENTO	10	SC
<b>COLUMNAS</b>	20	
ARMADURA (VARILLA 4 No 3 AROS No. 2@ .,20)		
VARILLAS # 3	64	UND
VARILLAS # 2	30	UND
ARENA	2	M3
CEMENTO	9	SC
PIEDRA (CUARTA )	2	M3
<b>VIGA CORONA Y CARGADORES</b>		
VARILLA # 3	25	UND
VARILLAS # 2	20	UND
ARENA	1,5	M3
CEMENTO	6	SC
PIEDRA (CUARTA )	1,5	M3
<b>VIGA SOLERA RT</b>		
RT 1-18	7,00	UND
VAR #3	0,00	UND
SOLDADURA	3,00	KG
<b>ESTRUCTURA DE TECHO</b>		
PERFIL RT 1-16 2" X 3"	4,00	UND
LAMINA HG # 28 LARGO	0,00	UND
CUMBRERA GALV. CAL 26 0,30 M X 1,83 m	4,00	UND
BOTAGUAS GALV. CAL 26 0,30m X 1,83 m	10,00	UND
TORNILLO PTA DE BROCA ESM. 25 mm	200,00	UND
CANOAS HG # 26 LISA	2,00	ML
BAJANTES TUBO DE 3M	3,00	UND

# Bibliografía

Solano, Gabriela. **ANÁLISIS TÉCNICO, ECONÓMICO Y ENERGÉTICO DE SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL**. Proyecto de Graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica; 2005

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica 2002. **CÓDIGO SÍSMICO DE COSTA RICA 2002**. Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Prenac. **MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PRENAC**.

Concrepal. **MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CONCREPAL**

Chamoun, Yamal. **ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL DE PROYECTOS LA GUÍA**. Mc Graw Hill, México, 2002.

