AAS 2042

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

# PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL DE VIVIENDAS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES CON ALIMENTACIÓN PARCIAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOLAR"

Presentado por
Merle Buscher, Christoph Johannes

para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Diez, Marcelino

Puerto Ordaz, enero 2011

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

# PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL DE VIVIENDAS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES CON ALIMENTACIÓN PARCIAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOLAR"

Presentado por
Merle Buscher, Christoph Johannes

para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Diez, Marcelino

Puerto Ordaz, enero 2011

## DEDICATORIA

A Irú, mi bella esposa, mi compañera de camino, mi mejor elección,

A Andrea y Tomás, mis hijos, mi inspiración,

A mis padres, mi fuerza,

A mis abuelos, mi historia.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haber puesto este postgrado en mi camino,

A Irú, por ser soporte de fé y fuente de aprendizaje,

A Irú, quien ve lo que no veo, quien cree cuando no creo,

A mis hijos Andrea y Tomás por su paciencia y apoyo,

Al profesor Marcelino Diez por su confianza y sabiduría,

A mis compañeros David, Isangélica y Alejandro por su apoyo,

A la UCAB Guayana por la oportunidad.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

# PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL DE VIVIENDAS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES CON ALIMENTACIÓN PARCIAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOLAR"

Autor: Christoph Johannes Merle Buscher
Asesor: Marcelino Diez
Año: 2010

## RESUMEN

Entre los principales problemas de infraestructura que tiene Venezuela se encuentran el déficit habitacional y la crisis eléctrica nacional. La realidad actual es que la dificultad individual de estos problemas se ve magnificada por su aparición simultánea. La consecuencia inevitable de esta combinación es que inclusive teniendo la voluntad, los recursos y la capacidad de gestión para desarrollar un plan masivo de viviendas que resolvería el déficit en el mediano plazo, nuestra sociedad no podría hacerlo porque el consumo de electricidad de las nuevas viviendas profundizaría aún más la crisis eléctrica nacional.

El reconocimiento de esta realidad aunado a una tendencia mundial hacia un uso energético más racional y hacia la preferencia por las llamadas energías limpias, nos obliga a revisar la forma de construir casas en nuestro país. Con la intención de generar un aporte en este sentido, este estudio es una investigación aplicada emprendida bajo la modalidad de proyecto factible con el objetivo de desarrollar un plan de gestión de proyecto para la construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar.

Para la realización de este plan de gestión de proyecto, se utilizarán las mejores prácticas propuestas por el Project Management Institute que subdividen la gestión de proyectos en los cinco grupos de procesos de inicio, planificación, ejecución, control y cierre y las nueve áreas de conocimiento, entiéndase, integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgo y procura.

Además de ofrecer una posibilidad real de atacar simultáneamente el déficit de viviendas y la crisis eléctrica por la que atraviesa nuestro país, este trabajo representa un primer paso en el recorrido que como sociedad debemos dar hacia un diseño de viviendas que proporcione un equilibrio entre el uso racional de los recursos de nuestro planeta y la satisfacción de las necesidades de nuestra población.

**Palabras clave:** Plan de gestión de proyecto, viviendas energéticamente eficientes, uso residencial de la energía solar, construcción de viviendas, energías limpias.

## INDICE DE CONTENIDO


| | Pag. |
|---|---|
| **INTRODUCCIÓN** | 1 |
| **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA** | 3 |
| 1.1 Planteamiento y Delimitación del Problema | 3 |
| 1.1.1 Antecedentes, Síntomas y Causas | 3 |
| 1.1.2 Delimitación del Problema | 4 |
| 1.1.3 Pronóstico | 5 |
| 1.1.4 Control del Pronóstico | 6 |
| 1.1.5 Pregunta de Investigación | 7 |
| 1.1.6 Sistematización de la Pregunta de Investigación | 7 |
| 1.2 Objetivos del Trabajo | 7 |
| 1.2.1 Objetivo General | 7 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 7 |
| 1.3 Justificación | 8 |
| **CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL** | 9 |
| 2.1 Los Proyectos. Consideraciones Generales | 9 |
| 2.1.1 Indicadores Económicos de Proyectos de Inversión | 11 |
| 2.1.2 Ciclo de vida del proyecto | 12 |
| 2.1.3 Grupos de procesos de la gerencia de proyectos | 15 |
| 2.1.4 Áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos | 17 |
| 2.1.4.1 Gestión de la Integración del Proyecto | 18 |

2.1.4.2 Gestión del Alcance del Proyecto 18

2.1.4.3 Gestión del Tiempo del Proyecto 19

2.1.4.4 Gestión de los Costos del Proyecto 19

2.1.4.5 Gestión de la Calidad del Proyecto 19

2.1.4.6 Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto 20

2.1.4.7 Gestión de las Comunicaciones del Proyecto 20

2.1.4.8 Gestión de los Riesgos del Proyecto 20

2.1.4.9 Gestión de las Adquisiciones del Proyecto 21

2.2 Las Viviendas. Consideraciones para su Diseño 21

2.2.1 Orientación y Forma Geométrica 23

2.2.2 Elementos Constructivos 25

2.3. Alimentación de Electricidad con Energía Solar 26

**CAPÍTULO III: MARCO ORGANIZACIONAL** 30

**CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO** 31

4.1 Tipo de Investigación 31

4.2 Unidad de Análisis 31

4.3 Definición y Operacionalización de las Variables 31

4.4 Cronograma de Trabajo 31

4.5 Factibilidad de la Investigación 31

4.6 Consideraciones Éticas 31

**CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL TRABAJO** 35

5.1 Indicadores Económicos del Proyecto 35

un bajo grado de definición, los costos son bajos y el riesgo, la incertidumbre y la capacidad de influencia por parte de los interesados sobre el proyecto son altos. Al transcurrir el tiempo y con el aumento de la definición, se disminuye el riesgo y la incertidumbre, así como también la capacidad de influencia de los interesados sobre el proyecto, mientras que los costos van aumentando.

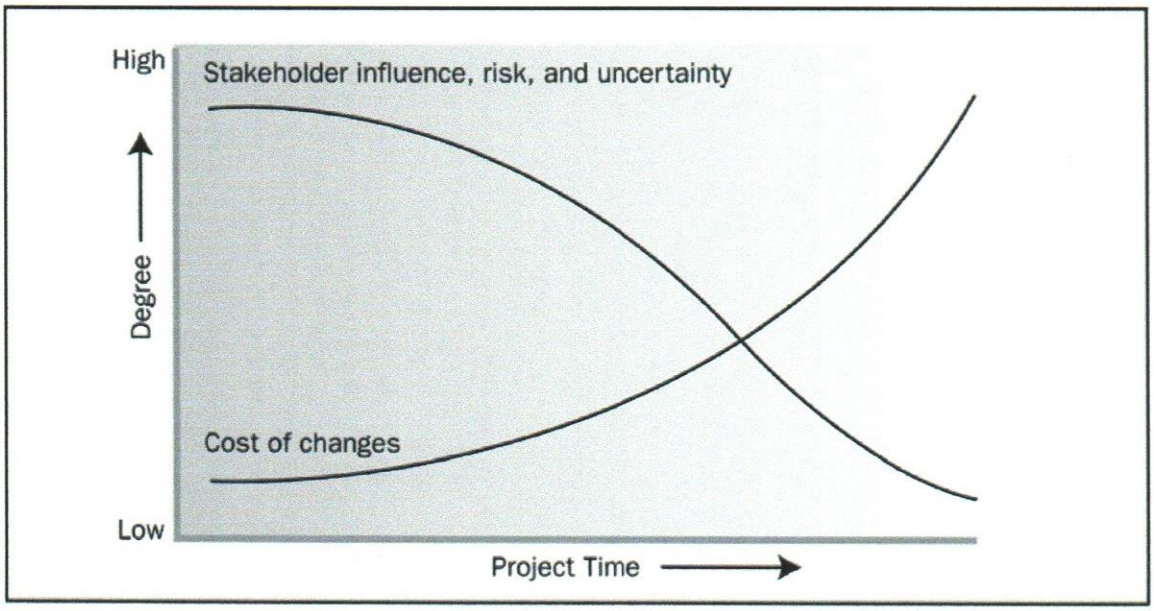


Figura 2. Relación entre el tiempo y costo, riesgo, incertidumbre e influencia de los interesados.

(PMI, 2008, p. 17).

Esta figura revela la importancia de cumplir con la secuencia de las fases. Todos los cambios o redefiniciones al alcance, por ejemplo, deben hacerse en las etapas tempranas del proyecto donde tienen menor incidencia sobre el costo. Asimismo, se deben recibir todos los requerimientos de los interesados al inicio del proyecto para incluirlos en la definición del mismo. Un cambio en los requerimientos del proyecto en etapas avanzadas impacta de manera importante en el costo del mismo, por replanificaciones y retrabajos que tendrían que llevarse a cabo.

A pesar de ser secuenciales, las fases de los proyectos se solapan parcialmente. La figura 3 (PDVSA, 1999), muestra este solape entre las fases. Un ejemplo típico de este solape o transición entre fases se genera entra la finalización de la etapa de ejecución o implantación y el inicio de la etapa de operación. En ese momento se hacen pruebas

conjuntas entre los equipos de proyecto y de operación para asegurar el correcto funcionamiento del producto antes de hacer la entrega formal del mismo.

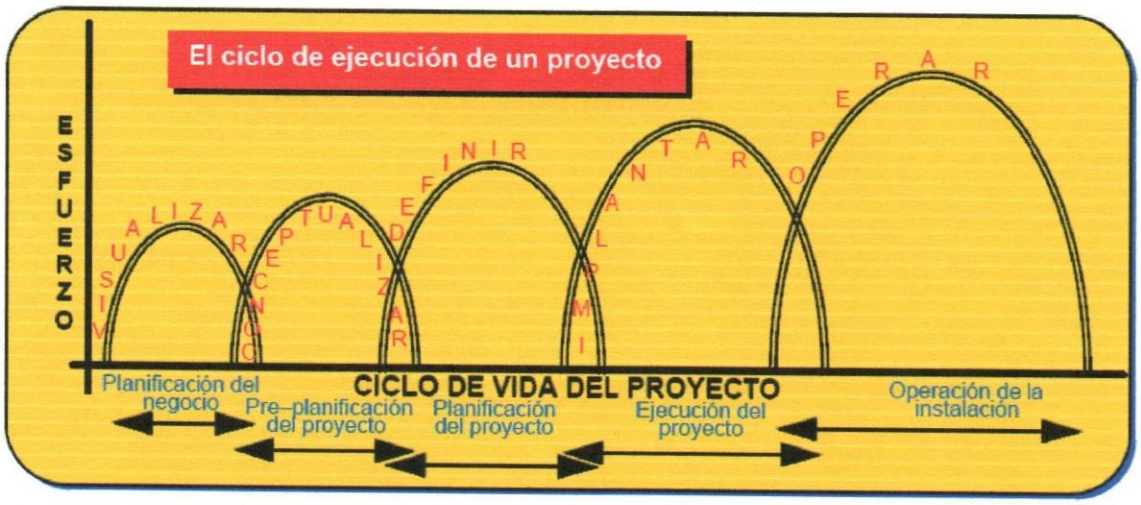


Figura 3. Ciclo de vida del Proyecto según GGPIC, 1999. (PDVSA, 1999, p. 15)

El solape entre fases se hace mucho mayor en proyectos que sigan un cronograma de fast tracking que implica la ejecución de actividades en paralelo que normalmente se harían de manera secuencial, solapándose estas actividades y en consecuencia las fases más de lo normal. Los proyectos que utilizan la técnica de compresión de fast tracking se caracterizan por tener mayor riesgo y mayor costo.

### 2.1.3 Grupos de procesos de la gerencia de proyectos

Como se indicó anteriormente, los proyectos no representan un fin por si mismos sino medio para lograr un fin dentro de un entorno organizacional. Como parte de ese entorno, los proyectos se interrelacionan con este a la vez que cumplen las actividades del proyecto a través de procesos que fueron agrupados por el PMI (2008) en cinco grupos de procesos, entiéndase los procesos de iniciación, planificación, ejecución, control y cierre.

Los procesos de iniciación son "realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente, mediante la obtención de la autorización para comenzar dicho proyecto o fase" (PMI, 2008, p.44). En los procesos de iniciación, siguiendo el estándar del PMI (2008), se define el alcance inicial del proyecto o fase, se asigna el presupuesto inicial, se identifican y registran los interesados, y se selecciona el director o gerente del proyecto.

Los procesos de planificación son los requeridos para "establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción necesario para alcanzar los objetivos para cuyo logro se emprendió el proyecto". El grupo de procesos de planificación es el más amplio con un total de veinte procesos. Es en estos procesos, donde se define el plan de proyecto con todos sus planes subsidiarios. Es aquí donde se realiza la definición y desarrollo del proyecto (FEL). En los procesos de planificación es donde se hace más evidente el carácter iterativo de los procesos de la gerencia de proyectos. Esto quiere decir que por el grado de interacción que tienen los procesos entre sí, la definición de aspectos como resultado de un proceso afecta el resultado de otros procesos, que a su vez al ser redefinidos afectarán los resultados de otros. Precisamente, es este carácter iterativo de la planificación lo que le agrega tanta importancia al grado de definición que debería tener un proyecto antes de ser ejecutado.

Los procesos de ejecución son "realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones del mismo" (PMI, 2008, p.55). Es en la realización de estos procesos donde se corren las consecuencias de haber completado o no adecuadamente los procesos de planificación. Evidentemente, en todo proyecto hay imprevistos. Sin embargo, los imprevistos deben ser la excepción y no la regla como suele suceder en proyectos mal planificados.

Los procesos de Seguimiento y Control son aquellos "requeridos para dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes" (PMI, 2008, p.59). En este grupo de procesos se monitorea la ejecución del proyecto y se compara con la planificación del mismo. Es aquí donde se deben detectar los cambios necesarios para que el proyecto cumpla con sus objetivos y recomendar las acciones correctivas.

El último grupo de procesos viene dado por los procesos de cierre, que son "realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo" (PMI, 2008, p.64). Además de las fallas de planificación, las fallas de cierre están entre las más comunes de la gerencia de proyectos. El hecho de haber entregado el producto puede generar la falsa percepción que el proyecto está concluido. Es en el proceso de cierre donde además de hacer los cierres administrativos y contractuales y archivar los documentos del proyecto, se

registran las lecciones aprendidas, que representan un valioso activo organizacional a ser aprovechado en proyectos futuros.

### 2.1.4 Áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos

Además de agrupar los procesos en los cinco grupos mencionados, el PMI "reconoce la necesidad de manejar un cuerpo básico de áreas de conocimiento, requeridos para ejecutar proyectos" (Palacios, 2007, p. 61). Estas áreas de conocimiento son integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos y adquisiciones.

| Knowledge Areas | Project Management Process Groups | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Initiating Process Group | Planning Process Group | Executing Process Group | Monitoring & Controlling Process Group | Closing Process Group |
| 4. Project Integration Management | 4.1 Develop Project Charter | 4.2 Develop Project Management Plan | 4.3 Direct and Manage Project Execution | 4.4 Monitor and Control Project Work<br>4.5 Perform Integrated Change Control | 4.6 Close Project or Phase |
| 5. Project Scope Management | | 5.1 Collect Requirements<br>5.2 Define Scope<br>5.3 Create WBS | | 5.4 Verify Scope<br>5.5 Control Scope | |
| 6. Project Time Management | | 6.1 Define Activities<br>6.2 Sequence Activities<br>6.3 Estimate Activity Resources<br>6.4 Estimate Activity Durations<br>6.5 Develop Schedule | | 6.6 Control Schedule | |
| 7. Project Cost Management | | 7.1 Estimate Costs<br>7.2 Determine Budget | | 7.3 Control Costs | |
| 8. Project Quality Management | | 8.1 Plan Quality | 8.2 Perform Quality Assurance | 8.3 Perform Quality Control | |
| 9. Project Human Resource Management | | 9.1 Develop Human Resource Plan | 9.2 Acquire Project Team<br>9.3 Develop Project Team<br>9.4 Manage Project Team | | |
| 10. Project Communications Management | 10.1 Identify Stakeholders | 10.2 Plan Communications | 10.3 Distribute Information<br>10.4 Manage Stakeholder Expectations | 10.5 Report Performance | |
| 11. Project Risk Management | | 11.1 Plan Risk Management<br>11.2 Identify Risks<br>11.3 Perform Qualitative Risk Analysis<br>11.4 Perform Quantitative Risk Analysis<br>11.5 Plan Risk Responses | | 11.6 Monitor and Control Risks | |
| 12. Project Procurement Management | | 12.1 Plan Procurements | 12.2 Conduct Procurements | 12.3 Administer Procurements | 12.4 Close Procurements |

Tabla 1. Grupos de procesos y áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos.
(PMI, 2008, p. 43)

La tabla 1 establece la correlación entre los cinco grupos de procesos y las nueve áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos mostrando la ubicación de cada uno de los 42 procesos del estándar del PMI (2008, p. 43). La gestión de cada una de estas áreas de conocimiento implica la ejecución de los procesos que forman parte de esta siempre y cuando estos procesos sean aplicables al proyecto que se está gerenciando. Esto porque el PMI (2008) sostiene que sus procesos son aplicables "a la mayoría de los proyectos, la mayor parte del tiempo, y que existe consenso sobre su valor y utilidad" (p. 4).

#### 2.1.4.1 Gestión de la Integración del Proyecto

"La Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos de dirección de proyectos" PMI (2008, p. 71). A pesar de la importancia del equipo de proyecto, esta es el área de conocimiento por excelencia del gerente de proyecto. Es su responsabilidad velar por la articulación de la gestión de todas las otras áreas de conocimiento. Es aquí donde se vela por el cumplimiento de la iteratividad de los procesos de la gerencia de proyectos, descrita anteriormente, gracias a la cual, los cambios generados en un proceso son analizados y sus influencias son reflejadas en los otros procesos. Los procesos de la gestión de la integración son:

- Desarrollar el acta de constitución del proyecto
- Desarrollar el plan para la dirección del proyecto
- Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto
- Monitorear y controlar el trabajo del proyecto
- Realizar control Integrado de cambios
- Cerrar el proyecto o la fase

#### 2.1.4.2 Gestión del Alcance del Proyecto

"La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente todo) el trabajo requerido para completarlo con éxito. El objetivo principal de la Gestión del Alcance del Proyecto es definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto". Cuando se habla del alcance del proyecto se incluye tanto el alcance del producto como el alcance del proyecto. El alcance del producto se refiere a las características y funciones que lo definen y el alcance del

proyecto se refiere al trabajo que debe realizarse para entregar el mencionado producto con las características y funciones especificadas PMI (2008, p. 103). Los procesos de la gestión del Alcance son:

- Recopilar los Requisitos
- Definir el Alcance
- Crear la Estructura Desagregada del Trabajo (EDT)
- Verificar el Alcance
- Controlar el Alcance

#### 2.1.4.3 Gestión del Tiempo del Proyecto

"La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo" PMI (2008, p. 129). Los procesos de la gestión del tiempo son:

- Definir las Actividades
- Secuenciar las Actividades
- Estimar los Recursos para las Actividades
- Estimar la Duración de las Actividades
- Desarrollar el Cronograma
- Controlar el Cronograma

#### 2.1.4.4 Gestión de los Costos del Proyecto

"Estimar los Costos es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. La estimación de costos es una predicción basada en la información disponible en un momento dado. Incluye la identificación y consideración de diversas alternativas de cómputo de costos para iniciar y completar el proyecto" PMI (2008, p. 165). Los procesos de la gestión de costos son:

- Estimar los Costos
- Determinar el Presupuesto
- Controlar los Costos

#### 2.1.4.5 Gestión de la Calidad del Proyecto

"La Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad con el fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales fue emprendido" (PMI, 2008, p. 189). Los procesos de la gestión de la calidad son:

- Planificar la Calidad
- Realizar el Aseguramiento de Calidad
- Realizar el Control de Calidad

#### 2.1.4.6 Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto

"La Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen el equipo del proyecto. El equipo del proyecto está conformado por aquellas personas a las que se les han asignado roles y responsabilidades para completar el proyecto" (PMI, 2008, p. 215). Los procesos de la gestión de los recursos humanos son:

- Desarrollar el Plan de Recursos Humanos
- Adquirir el Equipo del Proyecto
- Desarrollar el Equipo del Proyecto
- Gestionar el Equipo del Proyecto

#### 2.1.4.7 Gestión de las Comunicaciones del Proyecto

"La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluye los procesos requeridos para garantizar que la generación, la recopilación, la distribución, el almacenamiento, la recuperación y la disposición final de la información del proyecto sean adecuados y oportunos" (PMI, 2008, p. 243). Los procesos de la gestión de las comunicaciones son:

- Identificar a los Interesados
- Planificar las Comunicaciones
- Distribuir la Información
- Gestionar las Expectativas de los Interesados
- Informar el Desempeño

#### 2.1.4.8 Gestión de los Riesgos del Proyecto

"La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto. Los objetivos de

la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto" (PMI, 2008, p. 273). Los procesos de la gestión de los riesgos son:

- Planificar la Gestión de Riesgos
- Identificar los Riesgos
- Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos
- Realizar Análisis Cuantitativo de Riesgos
- Planificar la Respuesta a los Riesgos
- Dar seguimiento y Controlar los Riesgos

#### 2.1.4.9 Gestión de las Adquisiciones del Proyecto

"La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos de compra o adquisición de los productos, servicios o resultados que es necesario obtener fuera del equipo del proyecto" (PMI, 2008, p. 313). Los procesos de la gestión de las adquisiciones son:

- Planificar las Adquisiciones
- Efectuar las Adquisiciones
- Administrar las Adquisiciones
- Cerrar las Adquisiciones

## 2.2 Las Viviendas. Consideraciones para su Diseño

Para diseñar una vivienda energéticamente eficiente se debe comenzar teniendo claridad de las condiciones climáticas del lugar donde estará ubicada la misma. Luego se debe entender que, con las condiciones dadas del sitio, se debe lograr un espacio confortable para sus habitantes, tratando de minimizar el consumo energético. Todo esto se hará tomando en cuenta las los factores culturales en cuanto a la apariencia estética de la vivienda y a los materiales de construcción utilizados.

Carúpano posee el clima típico de la costa norte de Venezuela, las temperaturas varían entre 24 y 40°C con un promedio cerca de 31°C y la humedad relativa está entre 52 y 96% con un promedio alrededor de 80%. Estos climas cálidos y de alta humedad relativa están entre los más difíciles de acondicionar de forma pasiva, es decir sin el uso de equipos mecánicos para alcanzar ambientes confortables. Sin embargo, es posible minimizar el acondicionamiento mecánico usando criterios de diseño adecuados. "Los

criterios de diseño para concebir edificaciones con alta eficiencia energética deben estar dirigidos a privilegiar el acondicionamiento pasivo y la iluminación natural, así como a usar racionalmente el acondicionamiento mecánico cuando las necesidades de uso así lo requieran" (Sosa y Siem, 2004a, p.1).

Uno de estos criterios es la reducción del factor área envolvente/piso (FAEP) que no es más que la relación entre la suma de las áreas de paredes externas y techo divididas entre la superficie cubierta de la edificación. "Un valor mayor de 3 (de FAEP) nos está indicando que el edificio está alejado de una forma eficiente desde el punto de vista de la conservación de energía" (Esteves y Gelardi, 2003, p. 32). Es crítica, además, la adecuada selección de los materiales de la envolvente, dando preferencia a materiales de menor conductividad térmica, entiéndase, menor capacidad de conducir calor, lo que implica mayor capacidad de aislamiento térmico.

Otro criterio de diseño a considerar es la ubicación de las ventanas, para asegurar tanto la luz natural, evitando la utilización de luz eléctrica durante el día, como la ventilación natural, disminuyendo el tiempo de utilización de equipos mecánicos para el enfriamiento. En la ubicación y diseño de las ventanas debe considerarse la existencia de artefactos que generen sombra sobre la superficie exterior de estas para que permitan la entrada de luz y/o aire natural sin recibir la radiación solar directa, porque esto incidiría en el aumento de la temperatura interior de la vivienda.

Los criterios mencionados para el diseño de la casa incidirán directamente en dos aspectos a considerarse, la apariencia estética de la casa y el costo de su construcción.

La apariencia estética es crucial para asegurar la aceptación por parte del sector de mercado considerado el cliente potencial para la adquisición de las viviendas, las familias de clase media de Carúpano. La importancia de la resistencia al cambio en cuanto a la apariencia estética de la vivienda no se debe subestimar. En este sentido Marrero (citado en Contreras y Owen, 2000) asegura que "la resistencia al cambio ha representado uno de los factores principales del fracaso de la aplicación de propuestas que aun cuando sean muy eficientes, no logran introducirse en la técnica constructiva popular" (p.55).

Se requiere, entonces, un diseño de vivienda energéticamente eficiente con características estéticas que no generen mayor resistencia por parte de los potenciales compradores. Esto quiere decir que la vivienda resultante debe tener características

diferenciales tales como alimentación parcial de energía solar, un valor de FEAP no muy elevado, materiales con capacidad aislante en la envolvente y ventanas no expuestas a la radiación solar, sin cambiar en mayor grado la "estética aceptable deseada" por los potenciales clientes.

Sosa y Siem (2004b) consideran que las tres estrategias fundamentales hacia las cuales debe ir orientado el diseño de viviendas energéticamente eficientes en Venezuela son la mitigación de las cargas de calor solar, el aprovechamiento de la ventilación natural y el control de la iluminación natural (p.3). Estas tres estrategias se consideran en el diseño de la vivienda básicamente en su orientación y forma geométrica y en los elementos constructivos para su construcción.

### 2.2.1 Orientación y forma geométrica

Los principales elementos a tomar en cuenta para la orientación de la vivienda son la orientación solar y la dirección predominante del viento. Con respecto a la orientación solar, las fachadas más largas no deberían estar orientadas hacia el Este ni hacia el Oeste porque allí recibirían mayor radiación solar. Así mismo, las fachadas con mayor cantidad de aberturas, entiéndase ventanas, puertas y entradas de ventilación, tampoco deberían estar orientadas hacia el Este u Oeste. Con respecto a la Dirección predominante del viento, las fachadas más amplias deberían estar ubicadas hacia el barlovento o zona de presión positiva y hacia el sotavento o zona de presión negativa. Estas fachadas más amplias que dan de frente y de espalda hacia el viento también deberían tener la mayor cantidad de aberturas.

Sin embargo, "cuando la orientación solar óptima de la edificación plantea un conflicto con la orientación óptima del viento, se puede utilizar el juego de volúmenes en fachadas para orientar la trayectoria del viento a través de la edificación" (Sosa y Siem, 2004b, p. 31). Esto se detalla en la figura 4, donde a pesar de ser contraria la orientación solar óptima y la orientación óptima del viento, se saca provecho de ambas con el diseño adecuado.

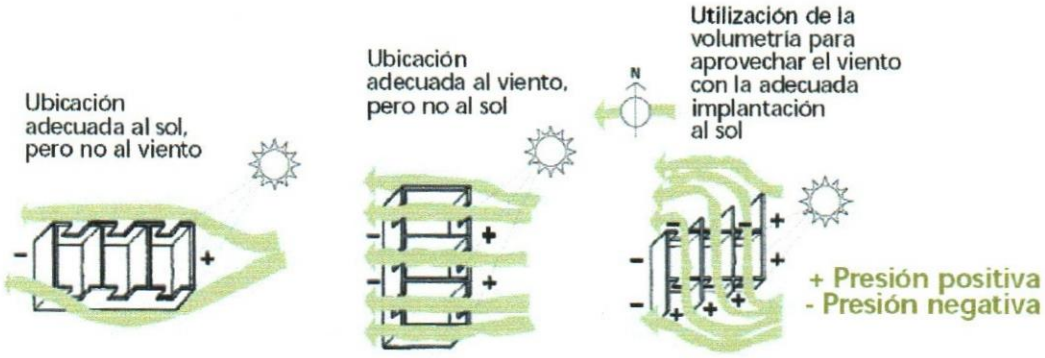


**Figura 4. Orientación solar óptima y orientación optima del viento y conflicto entre estas.**

(Sosa y Siem, 2004b, p. 31)

**Como se observa en la figura 4 tanto la orientación como la forma geométrica de las viviendas juegan un rol importante en el diseño energéticamente eficiente de viviendas. Otros dos factores que tienen que ver con la forma geométrica también son criterios importantes a considerar en el diseño, uno es el ya explicado en el capítulo anterior factor área envolvente/piso (FAEP) y el otro es la altura de los ambientes anteriores.**

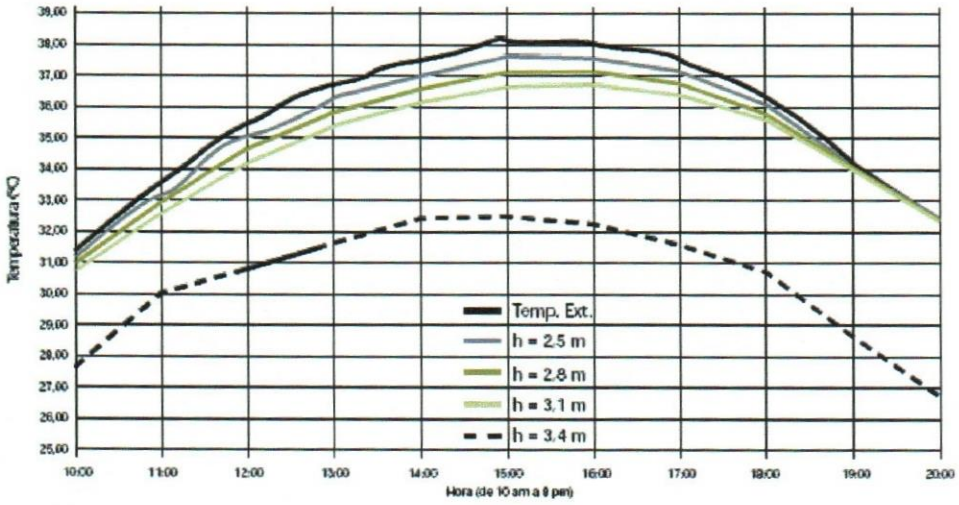


**Figura 5. Variación de la temperatura interior en función de la altura libre del entrepiso. Caso sin ventilación. (Sosa y Siem, 2004b, p. 37)**

**En la figura 5, se observa que mientras mayor sea la altura libre, menor es la temperatura interior, obteniéndose hasta 5 °C de diferencia con un aumento de altura de 90 cm. Por**

otro lado, al aumentar la altura libre interior también estamos aumentando el FEAP, alejando la edificación de la forma teóricamente eficiente. Por esto, a pesar de todos los criterios de diseño a disposición del arquitecto para mejorar el desempeño energético de las viviendas, no es tarea fácil llegar a un diseño óptimo, porque muchos de estos criterios además de competir entre sí, compiten también con el criterio del costo competitivo en el mercado. En este sentido, es importante que el diseñador tenga la habilidad de sopesar estos criterios para encontrar una solución de compromiso que mantenga la factibilidad técnica y económica del proyecto.

### 2.2.2 Elementos constructivos

La envolvente de una vivienda almacena el calor generado tanto por factores externos, entre ellos la radiación solar como por factores internos como el calor generado por personas y equipos. La cantidad de calor que almacena la envolvente, depende del calor específico (cantidad de calor que almacena un Kg de material por cada °C de aumento de temperatura) y la densidad de los materiales que conforman los cerramientos" (Hobaica, Sosa y Rosales, 2000, p. 137). Parte de este calor acumulado es transmitido al aire interior. La cantidad de calor transmitido depende, además del calor específico y la densidad, de la conductividad del material.

El proceso de transmisión de calor desde la envolvente hacia el interior de la vivienda está "vinculado al concepto de masa térmica o inercia térmica de una edificación, el cual se refiere a la característica que tiene la edificación en su conjunto de amortiguar el calor que incide sobre ella y transmitirlo al interior con retardo" (Sosa y Siem, 2004a, p. 4).

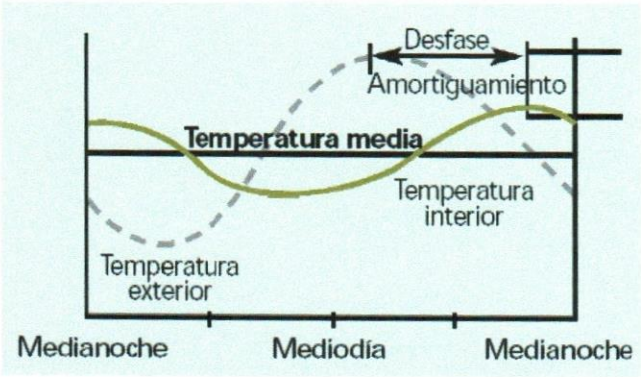


Figura 6. Mecanismo de Inercia Térmica. (Sosa y Siem, 2004b, p. 16)

En la figura 6 se observa el mecanismo de inercia térmica que ejercen los materiales de la envolvente de la edificación. El desfase, representa el tiempo que pase entre las temperaturas máxima externa y máxima interna. El amortiguamiento representa la diferencia térmica entre estas temperaturas máxima externa y máxima interna. Sosa y Siem añaden que una edificación se considera pesada si la inercia térmica es fuerte, entiéndase desfase y amortiguamiento altos y se considera liviana si la inercia térmica es débil o con desfase y amortiguamiento bajos (2004a).

Como regla general se considera que para edificaciones de uso diurno solamente y enfriadas activamente o con sistemas de aire acondicionado es conveniente una inercia térmica fuerte y para edificaciones de uso diurno y nocturno y enfriadas pasivamente o con ventilación natural es más conveniente una inercia débil o media (Sosa y Siem, 2004b).

### 2.3 Alimentación de electricidad con energía solar

Además de considerar viviendas energéticamente eficientes, este estudio pretende que estas viviendas produzcan una parte de la electricidad que consumen aprovechando la energía del sol. A pesar de que en Venezuela, el aprovechamiento de la energía solar es muy poco común, a nivel mundial, la generación de electricidad a partir de esta energía aumenta cada año. Hernández (2007), asegura que "en el 2006, la producción mundial de potencia fotovoltaica alcanzó 2368 MW que comparada con la del 2000 representa un incremento del 823%" (p. 8).

La figura 7 muestra este incremento y como se espera que el mismo continúe por lo menos hasta el año 2010 (Hernández, 2007, p. 8). La razón de este incremento es que la energía fotovoltaica "pasa a constituirse en la generación de energía eléctrica más limpia y con menos efectos nocivos conocidos" (Roldán, 2005, p. 16).

Asimismo, la energía solar es la de mayor disponibilidad en la tierra. Según Hernández (2007), la radiación solar incidente sobre nuestro planeta equivale a "más de 800.000 millones de GWh de energía en un ..., y es 500 veces mayor que el equivalente energético suministrado por todas las demás fuentes de energía" (p. 7).

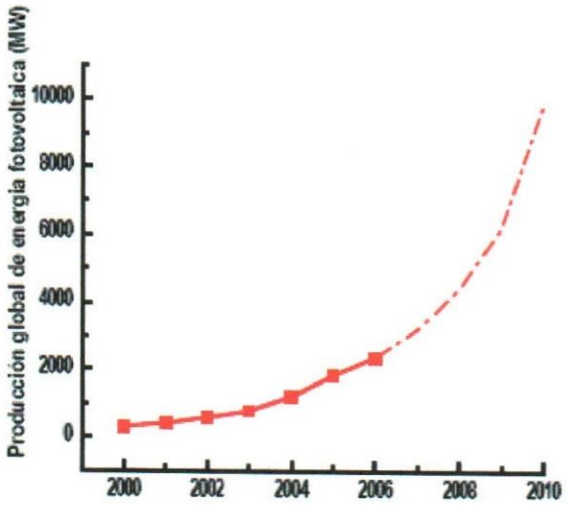


Figura 7. Producción global fotovoltaica. (Hernández, 2007, p. 7)

Además de esta gran disponibilidad y de lo ecológicamente sustentable, la energía fotovoltaica tiene otras ventajas importantes, incluyendo lo instantánea que es su conversión, la sustentabilidad de su tecnología, la facilidad de su producción, y el bajo costo del mantenimiento de sus instalaciones (Hernández, 2007, p. 8). Otro beneficio del uso de la energía solar es que, según Roldán (2005), la vida útil típica de la infraestructura de generación es de 25 a 30 años y el hecho que la amortización es de 10 a 11 años nos genera un "ciclo de vida donde, aproximadamente, 14 años o más, serán de generación de energía eléctrica prácticamente "gratis", toda vez que se dé un correcto mantenimiento de los sistemas" (p. 15).

A pesar de todas estas ventajas, es innegable que la principal desventaja de generar electricidad con energía solar es su costo, principalmente generado por los altos montos necesarios para la inversión inicial de las instalaciones fotovoltaicas. Para la disminución de estos costos, es imperativo mejorar la eficiencia de las celdas solares actuales. Roldán (2005) asegura que la "eficiencia de conversión energética que se traduce en una relación entre energía luminosa utilizada y la energía eléctrica generada", es actualmente "del orden de 9% a 12%. Sin embargo, existe una empresa en California, EEUU, que asegura haber fabricado un panel solar con una eficiencia de 40.7% (erenovable.com, 2010). Además, se están construyendo paneles solares con células fotovoltaicas orgánicas con una eficiencia inferior, alrededor del 5%, pero con un costo también muy inferior que llevaría el costo de la energía solar a niveles competitivos (www.gstriatum.com, 2010).

Además del aumento de la eficiencia de las celdas solares y de la incorporación de celdas fotovoltaicas orgánicas, la tecnología para la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar ha evolucionado bastante en las últimas décadas. Entre estas evoluciones tecnológicas destaca el incremento de la eficiencia de los paneles solares a través de las celdas solares tándem por un lado y las celdas cuánticas por otro. Hernández (2007) describe las celdas tándem como dispositivos fotovoltaicos que absorben una gran parte del espectro solar utilizando más de una celda solar. Por un lado absorben la radiación de menor longitud de onda a través de una celda cuyo semiconductor tiene un mayor ancho de banda y por otro lado absorben la radiación de mayor longitud de onda por celdas semiconductoras de menor ancho de banda (p. 9).

Las celdas cuánticas, otro importante avance de la tecnología para aumentar la eficiencia de las celdas fotovoltaicas, "poseen capas nanométricas donde los efectos de confinamiento cuántico extienden la absorción de fotones a longitudes de onda más cortas" (Hernández (2007), p. 11), aumentando así la eficiencia en el aprovechamiento de la radiación solar.

Estos avances, sin embargo, no influyen directamente en la tecnología a ser considerada en nuestro estudio. La tecnología de las células fotovoltaicas para los paneles de nuestras viviendas será de primera generación, por ser la tecnología dominante en el mercado, que consiste en una gran superficie de cristal simple "con unión diodo p-n, capaz de generar energía eléctrica a partir de fuentes de luz con longitudes de onda similares a las que llegan a la superficie de la Tierra provenientes del sol.... Estas células están fabricadas, usualmente, usando un proceso de difusión con obleas de silicio". Cada célula fotovoltaica está compuesta de, al menos, dos delgadas láminas de silicio. Una dopada con elementos con menos electrones de valencia que el silicio, denominada P y otra con elementos con más electrones que los átomos de silicio, denominada N. Ambas están separadas por un semiconductor" (http://es.wikipedia.org, 2010). Al incidir la luz solar sobre la celda, se genera una diferencia de potencial entre las capas P y N, la cual es transmitida como corriente eléctrica continua a través de conductores a un acumulador, que a su vez está conectado a un equipo inversor, que transforma la corriente continua a corriente alterna, lista para usarse en la residencia.

En nuestro caso particular, los paneles fotovoltaicos estarán instalados en una sección del techo de la vivienda, orientados buscando optimizar la posición solar. El banco de

baterías (acumulador de corriente) y el inversor / regulador de corriente estarán ubicados cada uno dentro de un closet ventilado en el área de servicio de la vivienda. Este sistema estará conectado a un tablero de interruptores separado del tablero principal de la vivienda. El tablero alimentado con energía solar, proveerá el consumo eléctrico de la nevera, algunas lámparas con luces fluorescentes de bajo consumo, y dos o tres tomacorrientes que pueden alimentar cargadores de teléfono celular, televisor, computadora o algún otro equipo de bajo consumo. La alimentación eléctrica de estos equipos estará garantizada aunque haya cortes o racionamientos por parte del suministro del sistema interconectado nacional.

# CAPÍTULO III: MARCO ORGANIZACIONAL

En este capítulo se analizan muy brevemente los factores organizacionales más relevantes que influencian el proyecto.

El autor decidió hacer este plan de proyecto por diversas razones. En primer lugar, se pretende afianzar los conocimientos adquiridos en el postgrado en gerencia de proyectos y en los estudios para la certificación PMP (Project Management Professional), otorgada por el PMI. Además, se intenta ser parte de la solución en la búsqueda de la construcción de una sociedad con criterios más sustentables en cuanto a métodos constructivos y uso de energía. Adicionalmente, como emprendedor privado en el sector de la ingeniería y la construcción, el autor ve en este proyecto una posibilidad de inversión rentable y una posibilidad de darle un uso adecuado a un terreno de aproximadamente 7400 $m^2$ en la ciudad de Carúpano, estado Sucre, propiedad de la familia desde hace más de 30 años.

Este emprendimiento personal se ve respaldado por MM22, C.A., una empresa dedicada a la consultoría en ingeniería y a la gerencia de proyectos propiedad del autor y su esposa fundada en el año 2004. El emprendimiento de este proyecto se plantea como una oportunidad para una extensión en el rango de actividades de la empresa, y de ejecutarse podría ser el proyecto pionero de una serie de desarrollos inmobiliarios que tomen en cuenta la eficiencia energética de las edificaciones residenciales y que aporten una parte de la energía que utilizan mediante el aprovechamiento de el enorme potencial de energía solar y eólica de nuestro país.

El autor está consciente de que la situación política actual no es precisamente estimuladora del emprendimiento privado. Sin embargo, la realidad del país reflejada claramente en el déficit habitacional y en la crisis eléctrica es ineludible, y de no encontrarse soluciones que en pequeñas, medianas y grandes escalas se avoquen a la transformación de esta realidad, se profundizarían de manera crítica estos problemas. Es por esto que, a pesar de que la situación política no es la más favorable, debemos seguir comprometidos a construir una sociedad más sustentable, tanto en el sentido económico como en el sentido social y en el sentido ambiental.

# CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se analizarán los aspectos metodológicos de esta investigación. Se iniciará con la caracterización del estudio, luego se mencionarán los métodos, herramientas y técnicas que serán utilizados para su realización. Finalmente, se hará un breve análisis de la factibilidad del estudio y de las consideraciones éticas concernientes.

## 4.1 Tipo de Investigación

Este estudio es una investigación aplicada emprendida bajo la modalidad de proyecto factible con el objetivo de generar el plan de proyecto de la construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar. Este plan de proyecto estará conformado por un conjunto de planes subsidiarios concebidos bajo el estándar del PMI en su Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos, 2008.

"El proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales" (Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2003, p.16). Los problemas que se pretenden acometer parcialmente son el déficit habitacional y la crisis eléctrica proponiendo una alternativa de vivienda energéticamente eficiente y con alimentación eléctrica parcial solar por medio de un sistema de paneles fotovoltaicos.

## 4.2 Unidad de Análisis

La unidad de análisis es el proyecto de la construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar en una parcela de 7400 $m^2$ en Carúpano, Estado Sucre.

## 4.3 Definición y Operacionalización de las Variables

Las variables de este trabajo están más en función del estándar del PMI que en función del método científico. Una de las características más importantes de estas variables es su interdependencia. En este caso entonces, no se puede hablar de una variable

independiente y una o más variables dependientes, sino de todas las variables interdependientes.

| VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES | CATEGORÍA RESPUESTA |
|---|---|---|---|
| Diseño de las Viviendas | Eficiencia Energética | Aumento de Resistencia Térmica en Paredes | Presente / Ausente |
| | | Minimizar el factor área envolvente/piso (FAEP) | Presente / Ausente |
| | | Minimizar Radiación Solar en Ventanas | Presente / Ausente |
| | Alimentación Eléctrica Parcial con Energía Solar | Inclusión de Equipos para Alimentación Solar | Presente / Ausente |
| Factibilidad Económica | Rentabilidad de Inversion | VPN, TIR | Presente / Ausente |
| | Tiempo de Recuperación | PRI | Presente / Ausente |
| Plan de Proyecto | Plan de Gestion de Integración | Cuadro de Control de Cambios | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion de Alcance | Estructura Desagregada de Trabajo | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion del Tiempo | Cronograma de Actividades | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion del Costo | Presupuesto por Actividad | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion de Calidad | Matriz de Aseguramiento y Control | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion del Riesgo | Matriz Cuantitativa del Riesgo | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion de RH | Matriz de Responsabilidades Detalladas | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion de Comunicaciones | Cuadro de Comunicaciones Externas | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion de Adquisiciones | Matriz de Contrataciones | Presente / Ausente |

Tabla 2. Operacionalización de las Variables.

### 4.4 Cronograma de Trabajo

El tiempo estimado para la realización de este plan de gestión de proyecto es de diecinueve semanas. Se estima una semana para cada uno de los nueve planes subsidiarios a excepción de los planes de gestión del tiempo y del costo para cada uno de los cuales se estiman dos semanas. Además se estiman dos semanas para la primera iteración de los planes, una semana para la segunda iteración, dos semanas para la redacción del trabajo final, dos semanas para la revisión del asesor y una semana para la

revisión final del trabajo. La figura 8 muestra el cronograma con un inicio programado para finales del mes de julio y una finalización a principios del mes de diciembre.

| ITEM | PLAN DE GESTION DEL PROYECTO | INICIO | FIN | JUL | AGOSTO | | | | SEPTIEMBRE | | | | OCTUBRE | | | | NOV | | | | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plan de Gestión de Integración. | 24-jul | 30-jul | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Plan de Gestión de Alcance. | 31-jul | 06-ago | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Plan de Gestión del Tiempo. | 07-ago | 20-ago | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Plan de Gestión de Costo. | 21-ago | 03-sep | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Iteración de Planes Existentes 1 | 04-sep | 17-sep | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Plan de Gestión de la Calidad. | 18-sep | 24-sep | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Plan de Gestión del Recurso Humano. | 25-sep | 01-oct | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Plan de Gestión de las Comunicaciones. | 02-oct | 08-oct | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Plan de Gestión de los Riesgos. | 09-oct | 15-oct | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Plan de Gestión de las Adquisiciones. | 16-oct | 22-oct | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Iteración de Planes Existentes 2 | 23-oct | 29-oct | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Redacción de Trabajo Final | 30-oct | 12-nov | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Revisión por parte de Asesor | 13-nov | 26-nov | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Revision Final | 27-nov | 03-dic | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 8. Cronograma de Investigación.

## 4.5 Factibilidad de la investigación

La realización de esta investigación se considera completamente factible debido a que se cuentan con los recursos humanos, técnicos y financieros para su elaboración. Además de esto, dentro del cronograma establecido, se dispone del tiempo y del acceso a la información necesarios para su culminación.

## 4.6 Consideraciones éticas

El plan de gestión del proyecto construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes y con alimentación parcial de energía eléctrica solar se hará respetando los derechos de autor de todas las referencias utilizadas. Los resultados, conclusiones y recomendaciones de este estudio estarán disponibles para los interesados en conocer el proyecto y sus implicaciones.

Por las circunstancias descritas en capítulos anteriores con respecto a tres variables fundamentales como lo son el déficit habitacional, la crisis eléctrica venezolana y la crisis ambiental y energética mundial, la implicación ética de mayor importancia para esta investigación es generar una nueva conciencia hacia la manera de construir viviendas en Venezuela. Este trabajo representa apenas un inicio de un largo camino que debemos recorrer hacia un nuevo concepto en el uso de la energía a nivel residencial. Por esto, sería éticamente reprochable, que como profesionales conscientes de las mencionadas circunstancias no hagamos nada para comenzar a recorrer ese camino.

Adicionalmente a estas consideraciones y como profesional PMP certificado y miembro del PMI, el autor se adhiere al código de ética del PMI y se compromete a cumplir sus estándares de conducta en cuanto a la responsabilidad, el respeto, la equidad y la honestidad descritos en el mismo en su actualización del año 2006.

# CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo presenta el desarrollo del trabajo. Se comienza explicando los indicadores económicos que demuestran la viabilidad del proyecto, luego se presentan los criterios de diseño que se definieron para que las viviendas sean energéticamente eficientes y parcialmente alimentadas con energía eléctrica solar y finalmente se exponen los nueve planes subsidiarios que componen el plan de ejecución del proyecto.

## 5.1 Indicadores Económicos del Proyecto

A continuación se presentan los indicadores económicos que prueban la viabilidad económica del proyecto. La tabla 3 y la figura 9 muestran el flujo de caja del proyecto.

| DESCRIPCIÓN | INICIO | AÑO 1 | | | | AÑO2 | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TRIM 1 | TRIM 2 | TRIM 3 | TRIM 4 | TRIM 1 | TRIM 2 | |
| EGRESOS POR PERIODO | -700 | -300 | -700 | -4.860 | -4.590 | -1.050 | | -12.200 |
| INGRESOS POR PERIODO | 0 | 0 | 0 | 2.800 | 3.500 | 3.500 | 4.200 | 14.000 |
| FLUJO DE CAJA | -700 | -300 | -700 | -2.060 | -1.090 | 2.450 | 4.200 | 1.800 |

Tabla 3. Flujo de Caja del Proyecto en Miles de Bs.

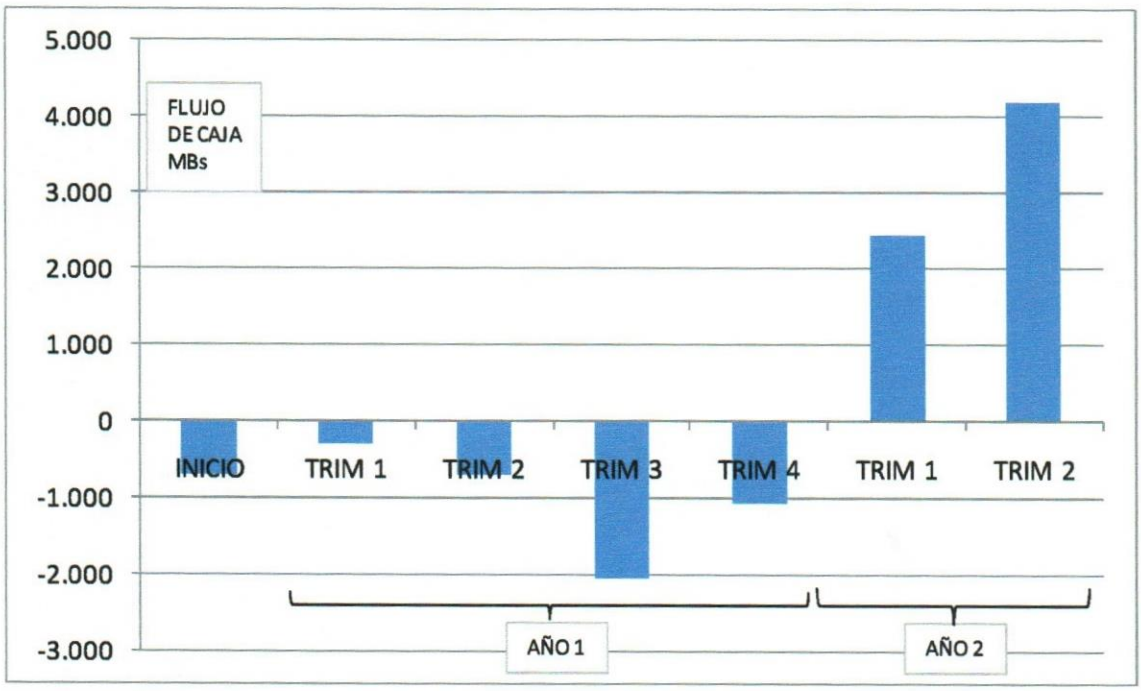


Figura 9. Flujo de Caja del Proyecto en Valores Corrientes.

La figura 9 muestra el flujo de caja del proyecto con valores corrientes. Estos valores fueron descontados a valores presentes a una tasa de 6% trimestral, lo que representa un 26,25% anual, y el flujo de caja descontado resultante se muestra en la figura 10.

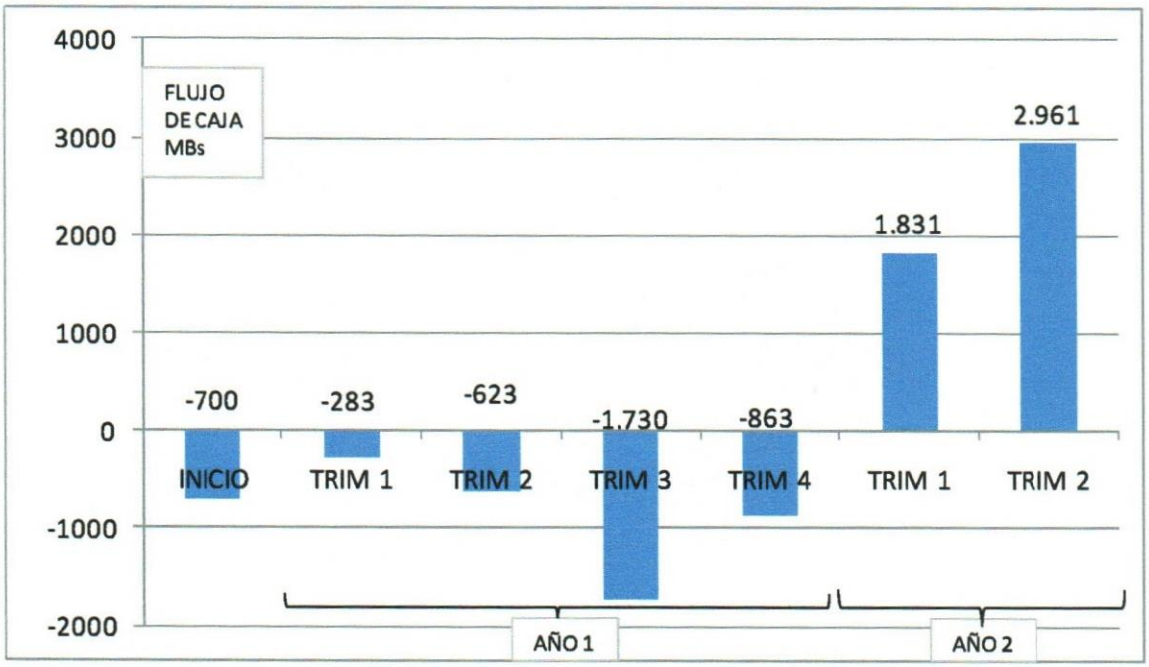


Figura 10. Flujo de Caja del Proyecto en Valores Descontados al 6% trimestral.

Esto da lugar al cálculo del Valor Presente Neto o VPN y la Tasa Interna de Retorno o TIR que se presentan en la tabla 4. Se presenta el VPN para tasas del 6%, 8% y 10% trimestral que representan 26,25%, 36,05% y 46,41% anual respectivamente. Actualmente, es suficientemente conservador trabajar con una tasa trimestral del 6%. Con esta tasa el VPN del proyecto es Bs. 593.000,00. Además, a manera de demostración de cálculo, se presenta el VPN a la tasa trimestral de 10,43% que genera como resultado un VPN igual a cero.

| DESCR | TASA DE RETORNO | TASA ANUAL | INICIO | AÑO 1 | | | | AÑO2 | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | TRIM 1 | TRIM 2 | TRIM 3 | TRIM 4 | TRIM 1 | TRIM 2 | |
| VPN | 6,00% | 26,25% | -700 | -283 | -623 | -1.730 | -863 | 1.831 | 2.961 | 593 |
| VPN | 8,00% | 36,05% | -700 | -278 | -600 | -1.635 | -801 | 1.667 | 2.647 | 300 |
| VPN | 10,00% | 46,41% | -700 | -273 | -579 | -1.548 | -744 | 1.521 | 2.371 | 49 |
| VPN al TIR | 10,43% | 48,70% | -700 | -272 | -574 | -1.530 | -733 | 1.492 | 2.316 | 0 |

Tabla 4. VPN al 6%, 8%, 10% y 10,43% trimestral en Miles de Bs.

La tasa interna de retorno para este proyecto es del 10,43% trimestral, lo que representa el 49% anual lo cual está por encima de la tasa de descuento del 6% trimestral o 26,25% anual.

A continuación se presentan la tabla 5 y la figura 10 que nos muestran el flujo de caja acumulado del proyecto.

| DESCRIPCIÓN | INICIO | AÑO 1 | | | | AÑO2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TRIM 1 | TRIM 2 | TRIM 3 | TRIM 4 | TRIM 1 | TRIM 2 |
| EGRESOS ACUMULADOS | -700 | -1.000 | -1.700 | -6.560 | -11.150 | -12.200 | -12.200 |
| INGRESOS ACUMULADOS | 0 | 0 | 0 | 2.800 | 6.300 | 9.800 | 14.000 |
| FLUJO ACUMULADO | -700 | -1.000 | -1.700 | -3.760 | -4.850 | -2.400 | 1.800 |

Tabla 5. Flujo de Caja Acumulado en Miles de Bs.

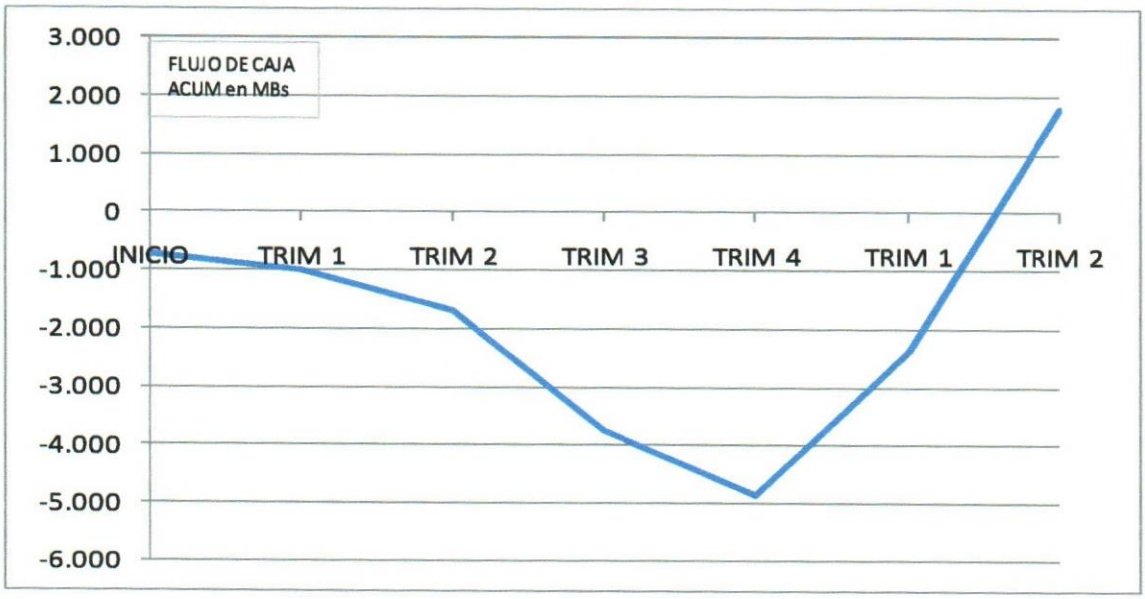


Figura 11. Flujo de Caja Acumulado del Proyecto.

A partir de esta información se calcula el Período de Rcuperación de Inversión o PRI sumándole el resultado del cociente 2400/4200 a los 5 primeros trimestres desde el inicio del proyecto. El resultado es 5,57 trimestres. El PRI resultante se presenta en la tabla 6 en varias unidades distintas.

| UNIDADES | AÑOS | TRIMESTRES | MESES | SEMANAS | DIAS |
|---|---|---|---|---|---|
| PRI | 1,39 | 5,57 | 16,71 | 72,43 | 507 |

Tabla 6. Período de Recuperación del Proyecto.

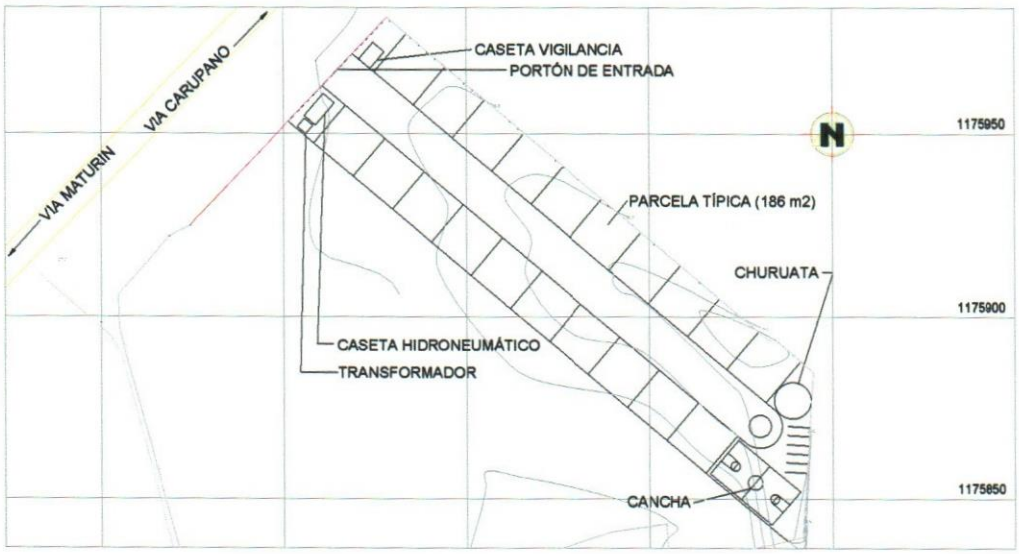


Figura 12. Ubicación del Lote de Terreno del Proyecto.

Las viviendas constan de dos niveles. El primer nivel está conformado por la sala, el comedor, la cocina, un estudio, un baño de visitantes sin ducha y el área de servicio. El segundo nivel está conformado por la habitación principal con su baño y dos habitaciones auxiliares con un baño compartido. La estructura de soporte será metálica de perfiles cuadrados y rectangulares fundados sobre una losa de fundación con zapatas y vigas de riostra engrosadas. Las losas de entrepiso y techo serán fabricadas con correas metálicas de perfiles rectangulares y separadas por relleno de anime. Todos los perfiles metálicos serán empotrados en la mampostería de manera que no serán visibles. Las paredes serán de paneles estructurales con poliestireno revestidas interna y externamente con mortero proyectado y acabadas con empastado liso. Las puertas externas serán metálicas ornamentales y las puertas internas serán entamboradas de madera. Las ventanas serán de aluminio anodizado negro con vidrio. Los pisos internos serán acabados con Cerámica. Los baños tendrán paredes de cerámica hasta la altura de la puerta y lavamanos e inodoros de cerámica. Los puntos eléctricos estarán cableados y tendrán accesorios con excepción de las luminarias que constarán de sócates y bombillos fluorescentes.

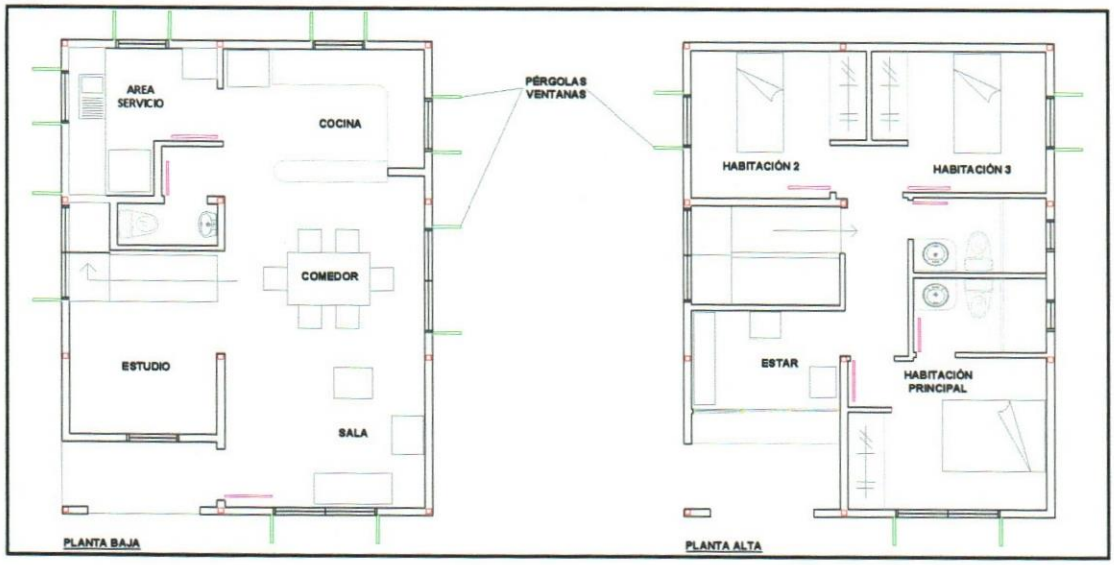


Figura 13. Distribución Arquitectónica de las Viviendas

Las viviendas serán entregadas con accesorios que aminoran la radiación solar directa en las ventanas y con un sistema de generación de energía eléctrica que consta de paneles solares, baterías y un inversor/cargador. Este equipo de alimentación estará diseñado para generar la energía eléctrica necesaria para cubrir el consumo de los artefactos de la cocina incluyendo la nevera, la lavadora y parte de la iluminación de la vivienda.

El urbanismo está compuesto por la vialidad interna del conjunto residencial, la cerca perimetral, la caseta de entrada y todos los servicios necesarios para las viviendas incluyendo electricidad de la red nacional, agua clara, agua residual y drenaje. La vialidad estará enmarcada por los brocales cunetas para el drenaje superficial y será de concreto asfáltico sobre una base y sub-base de material granular compactado. La cerca perimetral estará compuesta por paredes de bloques de concreto con machones, vigas de riostra y vigas de corona a 2.2 m de altura en el lindero posterior y los linderos laterales del conjunto residencial y a 1.0 m de altura en el lindero frontal con una reja ornamental de 1.2 m de altura. El portón de entrada y salida al conjunto será de herrería metálica. La caseta de vigilancia será de un nivel y constará de un espacio de estar y un baño.

La alimentación eléctrica estará compuesta por tres transformadores de poste conectados a un tablero principal y una bancada cableada a cada lado de la vía con tanquillas individuales conectadas al medidor e interruptor principal de cada vivienda. La alimentación de agua clara estará compuesta por la aducción de agua al acueducto de la

ciudad conectada a un tanque subterráneo que a su vez alimentará a un sistema hidroneumático ubicado en una caseta en una esquina del lindero frontal del conjunto. Este sistema Hidroneumático alimentará las viviendas a través de una tubería que pasando por tanquillas individuales tendrá las válvulas de alimentación a cada vivienda y contará con un sistema de alimentación eléctrica solar similar al de las viviendas. El sistema de aguas residuales partirá en tanquillas individuales que recogen el agua residual de cada vivienda y estarán conectadas a una tubería colectora principal que conectará con el sistema de cloacas de la ciudad. El sistema de drenaje será superficial utilizando los brocales de la vialidad interna del conjunto desembocando en bocas de visita a cada lado de la vía que conectarán con el sistema de drenaje da la ciudad.

Las áreas recreacionales del conjunto residencial constarán de una cancha de usos múltiples y una churuata para eventos. La cancha de usos múltiples constará de una losa de piso con acabado liso, tableros con aros de baloncesto y arquerías de futbolito. La churuata constará de un área techada sin paredes con un mesón tipo barra, baños para damas y caballeros sin duchas y un área de depósito. La estructura de la churuata será metálica expuesta con columnas redondas y vigas rectangulares fundada sobre una losa de fundación con zapatas y vigas de riostra engrosadas. El techo será de machihembrado de madera impermeabilizado con manto asfáltico y cubierto con tejas asfálticas. Las paredes serán de bloques de arcilla acabados con friso de mortero liso por ambos lados. Las instalaciones eléctricas y sanitarias serán similares a las de las viviendas.

El Paisajismo estará compuesto por las caminerías de acceso a las viviendas, los jardines comunes y los jardines de las viviendas. Las caminerías que partirán de las aceras principales y llegarán a la entrada de cada vivienda estarán construídas de concreto reforzado con malla electrosoldada. Los Jardines comunes consistirán de tierra negra, grama y plantas ornamentales. Los Jardines de las viendas tendrán tierra negra y grama.

A continuación se presenta la Estructura Desagregada de Trabajo:

1. Gerencia
   1.1 Ingeniería
   1.2 Permisolología
   1.3 Financiamiento
   1.4 Gerencia Obra
   1.5 Preventa y Venta

2. Urbanismo

2.1 Trabajos Preliminares

2.1.1 Topografía

2.1.2 Movimiento de Tierra General

2.1.3 Acondicionamiento Instalaciones Provisionales

2.2 Aducción Agua Clara

2.2.1 Conexión a Suministro

2.2.2 Tanque de Almacenamiento

2.2.3 Caseta de Tanque

2.2.4 Sistema Hidroneumático

2.2.5 Tubería y Tanquillas Viviendas

2.2.6 Electricidad Solar de Sistema Hidroneumático

2.3 Alimentación Eléctrica

2.3.1 Transformadores

2.3.2 Tablero Principal

2.3.3 Bancadas y Tanquillas Cableadas

2.3.4 Interruptores Principales Viviendas

2.3.5 Alumbrado Exterior

2.4 Aguas Residuales

2.4.1 Conexión a Cloaca

2.4.2 Tuberías y Tanquillas de Aguas Residuales

2.5 Vialidad y Drenajes

2.5.1 Movimiento de Tierra Vías

2.5.2 Base y Sub-base

2.5.3 Brocales, Cunetas y Tanquillas de Drenaje

2.5.4 Pavimento de Concreto

2.6 Caseta de Vigilancia

2.6.1 Fundaciones

2.6.2 Estructura

2.6.3 Techo

2.6.4 Mampostería

2.6.5 Instalaciones Eléctricas

2.6.6 Instalaciones Sanitarias

2.7 Cerramiento Perimetral

2.7.1 Paredes con Machones y Vigas

2.7.2 Rejas Metálicas

2.7.3 Portón de Entrada

3. Viviendas

3.1 Fundaciones

3.1.1 Topografía

3.1.2 Excavación y Bote

3.1.3 Losa de Fundación

3.2 Estructura

3.2.1 Fabricación

3.2.3 Montaje

3.3 Instalaciones Sanitarias

3.3.1 Aguas Claras

3.3.2 Aguas Residuales

3.3.3 Drenajes

3.3.4 Accesorios Baños

3.4 Instalaciones Eléctricas

3.4.1 Telefonía

3.4.2 Tubería y Cableado Eléctrico

3.4.3 Tablero Principal con Interruptores

3.5 Entrepiso y Techo

3.5.1 Losa de Entrepiso

3.5.2 Losa de Techo

3.5.3 Pendiente de Techo

3.5.4 Impermeabilización

3.5.5 Friso de Techo

3.6 Paredes

3.6.1 Tridimalla con Mortero y Mezclilla

3.6.2 Paredes de Baños Frisadas

3.6.3 Cerámica Paredes Baños

3.6.4 Pintura

3.6.5 Puertas y Ventanas

3.7 Revestimientos

3.7.1 Sobrepiso de Mortero y Cerámica de Piso

3.8 Sistema de Alimentación Parcial Solar

3.8.1 Paneles Solares

3.8.2 Inversor / Cargador

3.8.3 Baterías

3.9 Accesorios de Ahorro de Energía

3.9.1 Pérgolas Ventanas

4. Areas Recreacionales

4.1 Churuata

4.1.1 Fundaciones

4.1.2 Estructura

4.1.3 Techo

4.1.4 Mampostería

4.1.5 Instalaciones Eléctricas

4.1.6 Instalaciones Sanitarias

4.2 Cancha Múltiple

4.2.1 Losa de Piso

4.2.2 Tableros Baloncesto

4.2.3 Arquerías

5. Paisajismo

5.1 Jardines Viviendas

5.2 Jardines Comunes

5.3 Caminerías

## 5.4 Plan de Gestión del Tiempo

El Proyecto se construirá en un tiempo estimado de 9 meses y medio precedidos por 3 meses estimados de ingeniería y 3 meses estimados de permisología y búsqueda de financiamiento con un solape estimado de 1 mes y medio, generando un tiempo total estimado de 14 meses. La fecha estimada de inicio del proyecto es el 23-05-2011 y la fecha estimada de inicio de construcción es el 10-10-2011 estimándose su fin para el 20-07-2012.

| Id | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin |
|---|---|---|---|---|
| 1 | GERENCIA | 300 días | lun 23/05/11 | vie 13/07/12 |
| 7 | URBANISMO | 140 días | lun 10/10/11 | vie 20/04/12 |
| 8 | TRABAJOS PRELIMINARES | 30 días | lun 10/10/11 | vie 18/11/11 |
| 12 | ADUCCION AGUA | 85 días | lun 24/10/11 | vie 17/02/12 |
| 19 | ALIMENT. ELECTRICA | 60 días | lun 21/11/11 | vie 10/02/12 |
| 25 | AGUAS RESIDUALES | 40 días | lun 21/11/11 | vie 13/01/12 |
| 28 | VIALIDAD Y DRENAJES | 30 días | lun 21/11/11 | vie 30/12/11 |
| 33 | CASETA DE VIGILANCIA | 20 días | lun 26/03/12 | vie 20/04/12 |
| 40 | CERRAMIENTO PERIMETRAL | 70 días | lun 21/11/11 | vie 24/02/12 |
| 44 | VIVIENDAS | 175 días | lun 21/11/11 | vie 20/07/12 |
| 45 | FUNDACIONES | 110 días | lun 21/11/11 | vie 20/04/12 |
| 49 | ESTRUCTURA | 105 días | lun 05/12/11 | vie 27/04/12 |
| 52 | INST. SANITARIAS | 155 días | lun 05/12/11 | vie 06/07/12 |
| 57 | INST. ELECTRICAS | 130 días | lun 26/12/11 | vie 22/06/12 |
| 61 | ENTREPISO Y TECHO | 135 días | lun 19/12/11 | vie 22/06/12 |
| 67 | PAREDES | 120 días | lun 06/02/12 | vie 20/07/12 |
| 73 | REVESTIMIENTOS | 100 días | lun 05/03/12 | vie 20/07/12 |
| 75 | EQUIP. ALIM. SOLAR | 100 días | lun 05/03/12 | vie 20/07/12 |
| 79 | ACCESORIOS AHORRO DE ENERGIA | 100 días | lun 05/03/12 | vie 20/07/12 |
| 81 | AREAS RECREACIONALES | 40 días | lun 23/04/12 | vie 15/06/12 |
| 82 | CHURUATA | 40 días | lun 23/04/12 | vie 15/06/12 |
| 89 | CANCHA MULTIPLE | 15 días | lun 21/05/12 | vie 08/06/12 |
| 93 | PAISAJISMO | 60 días | lun 23/04/12 | vie 13/07/12 |

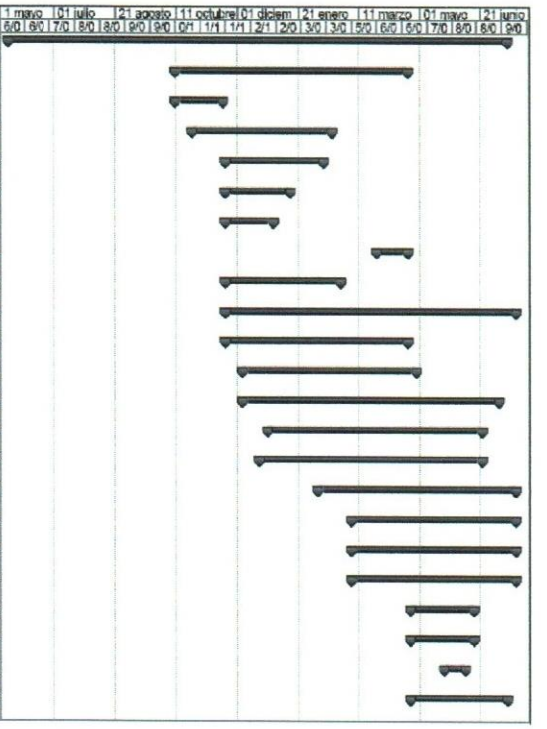


Figura 14. Cronograma de Componentes Principales del Proyecto.

Como se puede observar en la figura 14, el proyecto se puede dividir en dos fases. La fase 1 tiene una duración estimada de 4,5 meses y comprende la definición y desarrollo del proyecto con la ejecución de la ingeniería básica, la tramitación de la permisología y la tramitación del financiamiento para la construcción. La fase 2 tiene una duración estimada de 9,5 meses y comprende la implantación del proyecto.

A continuación se presenta la tabla 6 que resume las fechas estimadas de inicio y fin y las duraciones estimadas de los principales componentes del proyecto. Como es de esperarse, los componentes de mayor duración son la construcción de las viviendas y la construcción del urbanismo.

| COMPONENTE | FECHA INICIO | FECHA FIN | DURACIÓN |
|---|---|---|---|
| URBANISMO | 10/10/2011 | 20/04/2012 | 28 SEMANAS |
| VIVIENDAS | 21/11/2011 | 20/07/2012 | 35 SEMANAS |
| AREAS | 23/04/2012 | 15/06/2012 | 8 SEMANAS |
| PAISAJISMO | 23/04/2012 | 13/07/2012 | 12 SEMANAS |

Tabla 7. Duración Estimada de los Componentes.

El inicio de la construcción del Urbanismo representa el inicio de la fase de implantación. Este componente tiene solo dos actividades de la ruta crítica, la topografía y el movimiento de tierra general. Estas actividades están en la ruta crítica porque es necesaria su finalización para dar comienzo a la mayoría de las otras actividades del proyecto, no solo del componente urbanismo sino también de los otros componentes. A continuación se presenta el cronograma de actividades para la construcción del urbanismo.

| Id | Nombre de tarea | Duración |
|---|---|---|
| 7 | URBANISMO | 140 días |
| 8 | TRABAJOS PRELIMINARES | 30 días |
| 9 | TOPOGRAFIA | 2 sem. |
| 10 | MOVIM. TIERRA GRAL | 6 sem. |
| 11 | ACOND. INSTALACIONES PROVISIONALES | 2 sem. |
| 12 | ADUCCION AGUA | 86 días |
| 13 | CONEXION A SUMINISTRO | 1 sem |
| 14 | TANQUE ALMACENAMIENTO | 4 sem. |
| 15 | CASETA TANQUE | 3 sem. |
| 16 | SISTEMA HIDRONEUMATICO | 6 sem. |
| 17 | TUBERIA Y TANQUILLAS VIV. | 3 sem. |
| 18 | ELICTRICIDAD SOLAR | 6 sem. |
| 19 | ALIMENT. ELECTRICA | 50 días |
| 20 | TRANSFORMADORES | 2 sem. |
| 21 | TABLERO PRINCIPAL | 1 sem |
| 22 | BANCADAS Y TANQUILLAS CABLEADAS | 6 sem. |
| 23 | BREAKER PRINCIPAL VIVIENDAS | 6 sem. |
| 24 | ALUMBRADO EXTERIOR | 6 sem. |
| 25 | AGUAS RESIDUALES | 40 días |
| 26 | CONEXION A CLOACA | 2 sem. |
| 27 | TUBERIA Y TANQUILLAS | 6 sem. |
| 28 | VIALIDAD Y DRENAJES | 30 días |
| 29 | MOVIMIENTO DE TIERRA | 1 sem |
| 30 | BASE Y SUB-BASE | 1 sem |
| 31 | BROCALES, CUNET. Y TANQ. | 3 sem. |
| 32 | PAVIMENTO CONCRETO | 1 sem |
| 33 | CASETA DE VIGILANCIA | 20 días |
| 34 | FUNDACIONES | 1 sem |
| 35 | ESTRUCTURA | 1 sem |
| 36 | TECHO | 1 sem |
| 37 | MAMPOSTERIA | 1 sem |
| 38 | INST ELECTRICAS | 1 sem |
| 39 | INST SANITARIAS | 1 sem |
| 40 | CERRAMIENTO PERIMETRAL | 70 días |
| 41 | PAREDES CON MAHONES Y VIGAS | 10 sem. |
| 42 | REJAS METALICAS | 10 sem. |
| 43 | PORTON DE ENTRADA | 4 sem. |

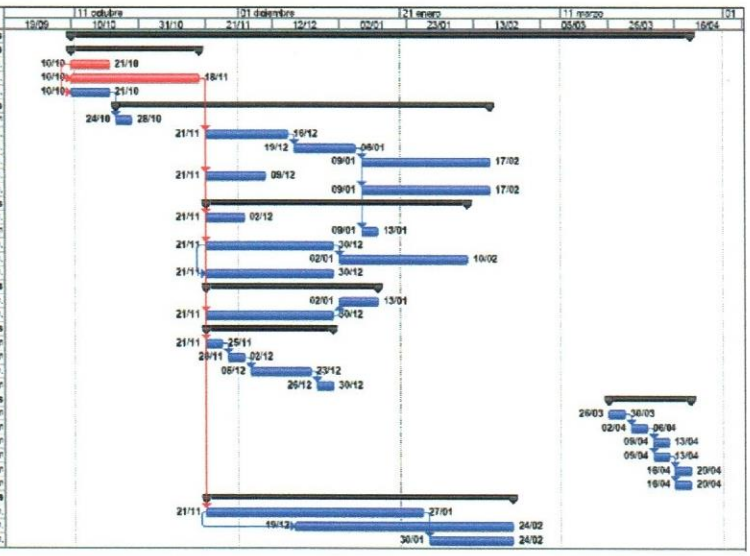


Figura 15. Cronograma de Actividades detalladas del Componente "Urbanismo".

Al finalizar el movimiento de tierra general comienza la construcción del componente viviendas. Este es el componente de mayor duración y costo del proyecto. Asimismo, es el componente de mayor cantidad de actividades en la ruta crítica. Esto sucede porque la mayoría de las actividades se organizaron para ser realizadas en un total de 20 semanas, es decir, una semana por vivienda para cada una de estas actividades. Los contratistas deberán asignar los recursos necesarios para que esto se cumpla. En la mayoría de los casos esto no será difícil y se concretará con cuadrillas únicas. Sin embargo, hay algunas actividades como la construcción de las paredes exteriores con paneles estructurales de poliestireno, mortero y mezclilla que se dividirá en dos o más cuadrillas. En este caso específico habrá tres cuadrillas para la actividad, una instalando los paneles de poliestireno y los marcos de puertas y ventanas, otra proyectando el mortero de cemento y la tercera mezclillando las paredes. Además habrá dos cuadrillas adicionales, una para las instalaciones eléctricas y otra para las instalaciones sanitarias que trabajarán en

conjunto con las cuadrillas de las paredes asegurando que toda la tubería necesaria para los servicios quede instalada antes de proyectar el mortero.

A continuación se presenta el cronograma detallado de las actividades del componente "Viviendas".

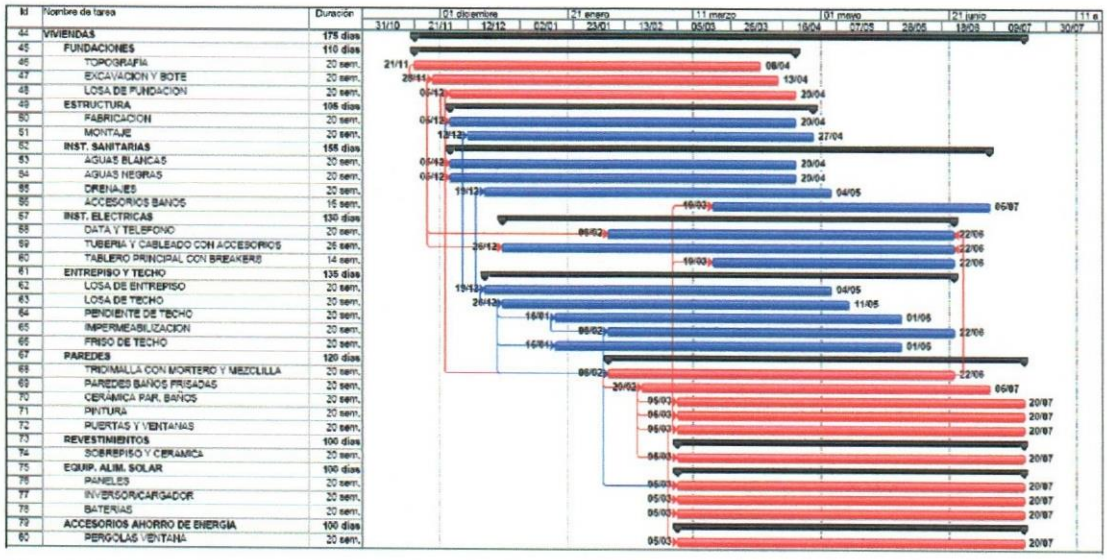


Figura 16. Cronograma de Actividades detalladas del Componente "Viviendas".

Paralelamente a la construcción de viviendas se construirán los componentes "Areas Recreacionales" y "Paisajismo". Estos componentes no tienen actividades en la ruta crítica. La razón de esto, es que son actividades cortas y relativamente menos dependientes que las actividades de los otros componentes.

A continuación se presenta el cronograma detallado de la construcción de los componentes "Areas Recreacionales" y "Paisajismo".

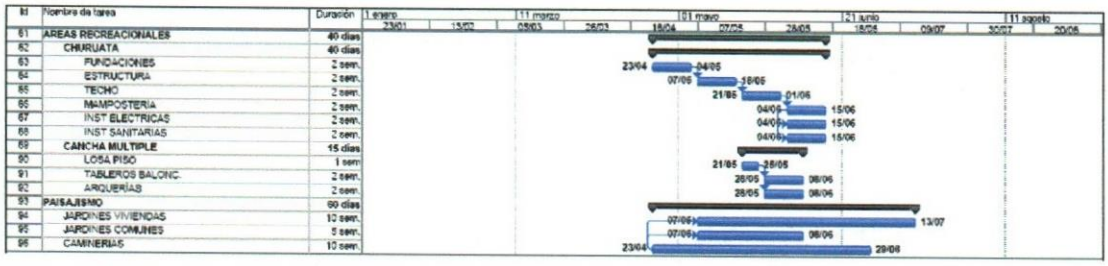


Figura 17. Cronograma de Actividades detalladas de los Componentes "Areas Recreacionales" y "Paisajismo".

La construcción de la churuata se planificó para comenzar una vez terminada la caseta de vigilancia estimando que estas pudieran ser contratadas al mismo contratista. Asimismo,

la construcción de la cancha múltiple se planificó para ser construida una vez finalizada la losa de fundación de la churuata.

### 5.5 Plan de Gestión de Costos

El costo total del proyecto asciende a 12,3 MMBs. lo que equivale a Bs. 615.000,00 por vivienda o Bs. 4.730,00 por $m^2$. En la tabla 8 se observa cómo está distribuido el costo total del proyecto.

| DESCRIPCIÓN | COSTO | % DE TOTAL |
|---|---|---|
| INVERSION INICIAL (COSTO TERRENO) | 700.000,00 | 6% |
| GERENCIA (INCL. ING,PERMIS, FINANCIAM) | 2.184.000,00 | 18% |
| URBANISMO | 1.992.000,00 | 16% |
| VIVIENDAS | 6.893.000,00 | 56% |
| AREAS RECREACIONALES | 381.000,00 | 3% |
| PAISAJISMO | 126.000,00 | 1% |
| TOTAL PROYECTO | 12.276.000,00 | 100% |

Tabla 8. Distribución Porcentual de los Costos del Proyecto.

La construcción de las viviendas y el urbanismo representan junto con la gerencia del proyecto los costos más elevados del mismo. Esto se esperaría del costo de las viviendas y el urbanismo pero probablemente no se esperaría de la gerencia. La razón del elevado costo del componente "Gerencia" viene dada porque incluye los costos de la ingeniería, la permisología, el financiamiento, la preventa y finalmente la gerencia de la obra que representa un 38% del costo total de este componente y un 6,5% del total del proyecto. Los otros dos componentes, "Viviendas" y "Urbanismo" representan el 73% del costo total del proyecto.

El factor de diferenciación de este proyecto viene dado por el diseño energéticamente eficiente de las viviendas y por su alimentación parcial de electricidad con energía solar. El costo de estos dos elementos de diferenciación se presenta a continuación.

| DESCRIPCIÓN | COSTO | % DE TOTAL |
|---|---|---|
| COSTO ADICIONAL PAREDES AISLANTES | 288.000,00 | 2% |
| COSTO ADICIONAL ACC. AHORRO ENERG. | 96.000,00 | 1% |
| COSTO ADICIONAL EQUIP. ALIMEN. SOLAR | 960.000,00 | 8% |
| TOTAL COSTOS ADICIONALES | 1.344.000,00 | 11% |

Tabla 10. Costos y Porcentaje de Costos de los Elementos de Diferenciación.

Como se observa en la tabla 10 el costo total de estos elementos de diferenciación es de 1.344 MBs., lo que representa un 11% del costo total del proyecto. Esto representa un costo de Bs. 67.200,00 por vivienda.

A continuación se presenta la tabla 9, que detalla los costos de cada una de las actividades analizadas y presentadas en la estructura desagregada de trabajo y en el cronograma de actividades.

| ID | ACTIVIDAD / SUB-CAPÍTULO / CAPÍTULO | COSTO ACTIVIDAD | COSTO CAPÍTULO | COSTO COMPONENTE |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **GERENCIA** | | 2.184.000,00 | 2.184.000,00 |
| 1.1 | INGENIERÍA | 250.000,00 | | |
| 1.2 | PERMISOLOGÍA | 234.000,00 | | |
| 1.3 | FINANCIAMIENTO | 600.000,00 | | |
| 1.4 | GERENCIA OBRA | 800.000,00 | | |
| 1.5 | PREVENTA | 300.000,00 | | |
| | | | | |
| 2 | **URBANISMO** | | | 1.992.000,00 |
| 2.1 | **TRABAJOS PRELIMINARES** | | 100.500,00 | |
| 2.1.1 | TOPOGRAFÍA | 18.000,00 | | |
| 2.1.2 | MOVIM. TIERRA GRAL | 82.500,00 | | |
| 2.1.3 | ACOND. INSTALACIONES PROVISIONALES | 0,00 | | |
| 2.2 | **ADUCCION AGUA** | | 403.000,00 | |
| 2.2.1 | CONEXIÓN A SUMINISTRO | 3.000,00 | | |
| 2.2.2 | TANQUE ALMACENAMIENTO | 120.500,00 | | |
| 2.2.3 | CASETA TANQUE | 27.500,00 | | |
| 2.2.4 | SISTEMA HIDRONEUMÁTICO | 75.000,00 | | |
| 2.2.5 | TUBERÍA Y TANQUILLAS VIV. | 146.000,00 | | |
| 2.2.6 | ELCTRICIDAD SOLAR | 31.000,00 | | |
| 2.3 | **ALIMENT. ELÉCTRICA** | | 721.100,00 | |
| 2.3.1 | TRANSFORMADORES | 140.000,00 | | |
| 2.3.2 | TABLERO PRINCIPAL | 28.000,00 | | |
| 2.3.3 | BANCADAS Y TANQUILLAS CABLEADAS | 424.600,00 | | |
| 2.3.4 | BREAKER PRINCIPAL VIVIENDAS | 34.500,00 | | |
| 2.3.5 | ALUMBRADO EXTERIOR | 94.000,00 | | |
| 2.4 | **AGUAS RESIDUALES** | | 184.000,00 | |
| 2.4.1 | CONEXIÓN A CLOACA | 9.500,00 | | |
| 2.4.2 | TUBERÍA Y TANQUILLAS | 174.500,00 | | |
| 2.5 | **VIALIDAD Y DRENAJES** | | 291.400,00 | |
| 2.5.1 | MOVIMIENTO DE TIERRA | 16.000,00 | | |
| 2.5.2 | BASE Y SUB-BASE | 32.000,00 | | |
| 2.5.3 | BROCALES, CUNET. Y TANQ. | 110.000,00 | | |
| 2.5.4 | PAVIMENTO CONCRETO | 133.400,00 | | |
| 2.6 | **CASETA DE VIGILANCIA** | | 29.000,00 | |
| 2.6.1 | FUNDACIONES | 4.500,00 | | |
| 2.6.2 | ESTRUCTURA | 3.000,00 | | |
| 2.6.3 | TECHO | 2.200,00 | | |
| 2.6.4 | MAMPOSTERÍA | 15.800,00 | | |
| 2.6.5 | INST ELÉCTRICAS | 1.500,00 | | |
| 2.6.6 | INST SANITARIAS | 2.000,00 | | |
| 2.7 | **CERRAMIENTO PERIMETRAL** | | 263.000,00 | |
| 2.7.1 | PAREDES CON MAHONES Y VIGAS | 210.000,00 | | |
| 2.7.2 | REJAS METÁLICAS | 30.000,00 | | |
| 2.7.3 | PORTÓN DE ENTRADA | 23.000,00 | | |
| | | | | |
| 5 | **PAISAJISMO** | | 126.000,00 | 126.000,00 |
| 5.1 | JARDINES VIVIENDAS | 42.000,00 | | |
| 5.2 | JARDINES COMUNES | 37.000,00 | | |
| 5.3 | CAMINERÍAS | 47.000,00 | | |
| | TOTAL COLUMNA | | | 4.302.000,00 |

| ID | ACTIVIDAD / SUB-CAPÍTULO / CAPÍTULO | COSTO ACTIVIDAD | COSTO CAPÍTULO | COSTO COMPONENTE |
|---|---|---|---|---|
| 3 | **VIVIENDAS** | | | 6.893.000,00 |
| 3.1 | **FUNDACIONES** | | 820.000,00 | |
| 3.1.1 | TOPOGRAFÍA | 6.000,00 | | |
| 3.1.2 | EXCAVACION Y BOTE | 22.000,00 | | |
| 3.1.3 | LOSA DE FUNDACIÓN | 792.000,00 | | |
| 3.2 | **ESTRUCTURA** | | 1.190.000,00 | |
| 3.2.1 | FABRICACIÓN | 773.500,00 | | |
| 3.2.2 | MONTAJE | 416.500,00 | | |
| 3.3 | **INST. SANITARIAS** | | 321.000,00 | |
| 3.3.1 | AGUAS BLANCAS | 119.000,00 | | |
| 3.3.2 | AGUAS NEGRAS | 68.000,00 | | |
| 3.3.3 | DRENAJES | 16.000,00 | | |
| 3.3.4 | ACCESORIOS BAÑOS | 118.000,00 | | |
| 3.4 | **INST. ELÉCTRICAS** | | 291.000,00 | |
| 3.4.1 | DATA Y TELEFONO | 12.000,00 | | |
| 3.4.2 | TUBERÍA Y CABLEADO | 228.000,00 | | |
| 3.4.3 | TABLERO PRINCIPAL CON BREAKERS | 51.000,00 | | |
| 3.5 | **ENTREPISO Y TECHO** | | 798.000,00 | |
| 3.5.1 | LOSA DE ENTREPISO | 219.000,00 | | |
| 3.5.2 | LOSA DE TECHO | 219.000,00 | | |
| 3.5.3 | PENDIENTE DE TECHO | 120.000,00 | | |
| 3.5.4 | IMPERMEABILIZACIÓN | 60.000,00 | | |
| 3.5.5 | FRISO DE TECHO | 180.000,00 | | |
| 3.6 | **PAREDES** | | 2.027.000,00 | |
| 3.6.1 | PANELES ESTRUCTURALES POLIESTIRENO | 864.000,00 | | |
| 3.6.2 | PAREDES BAÑOS FRISADAS | 396.000,00 | | |
| 3.6.3 | CERÁMICA PAR. BAÑOS | 49.000,00 | | |
| 3.6.4 | PINTURA | 308.000,00 | | |
| 3.6.5 | PUERTAS Y VENTANAS | 410.000,00 | | |
| 3.7 | **REVESTIMIENTOS** | | 390.000,00 | |
| 3.7.1 | SOBREPISO Y CERÁMICA | 390.000,00 | | |
| 3.8 | **EQUIP. ALIM. SOLAR** | | 960.000,00 | |
| 3.8.1 | PANELES | 720.000,00 | | |
| 3.8.2 | INVERSOR/CARGADOR | 160.000,00 | | |
| 3.8.3 | BATERÍAS | 80.000,00 | | |
| 3.9 | **ACC. AHO. ENERGÍA** | | 96.000,00 | |
| 3.9.1 | PERGOLAS VENTANA | 96.000,00 | | |
| | | | | |
| 4 | **AREAS RECREACIONALES** | | | 381.000,00 |
| 4.1 | **CHURUATA** | | 297.000,00 | |
| 4.1.1 | FUNDACIONES | 40.000,00 | | |
| 4.1.2 | ESTRUCTURA | 80.000,00 | | |
| 4.1.3 | TECHO | 135.000,00 | | |
| 4.1.4 | MAMPOSTERÍA | 31.000,00 | | |
| 4.1.5 | INST ELÉCTRICAS | 5.000,00 | | |
| 4.1.6 | INST SANITARIAS | 6.000,00 | | |
| 4.2 | **CANCHA MULTIPLE** | | 84.000,00 | |
| 4.2.1 | LOSA PISO | 73.000,00 | | |
| 4.2.2 | TABLEROS BALONC. | 10.000,00 | | |
| 4.2.3 | ARQUERÍAS | 1.000,00 | | |
| | TOTAL COLUMNA | | | 7.274.000,00 |
| | TOTAL GENERAL | | | 11.576.000,00 |

Tabla 9. Costos de Actividades, Capítulos y Componentes.

La distribución de estos costos en el tiempo se presenta la figura 18, que muestra la Curva Planificada de Costos asumiendo un egreso semanal uniformemente distribuido a

lo largo de la duración del capítulo. Las barras representan el costo individual por semana y la curva representa el costo acumulado durante las 61 semanas de duración del proyecto.

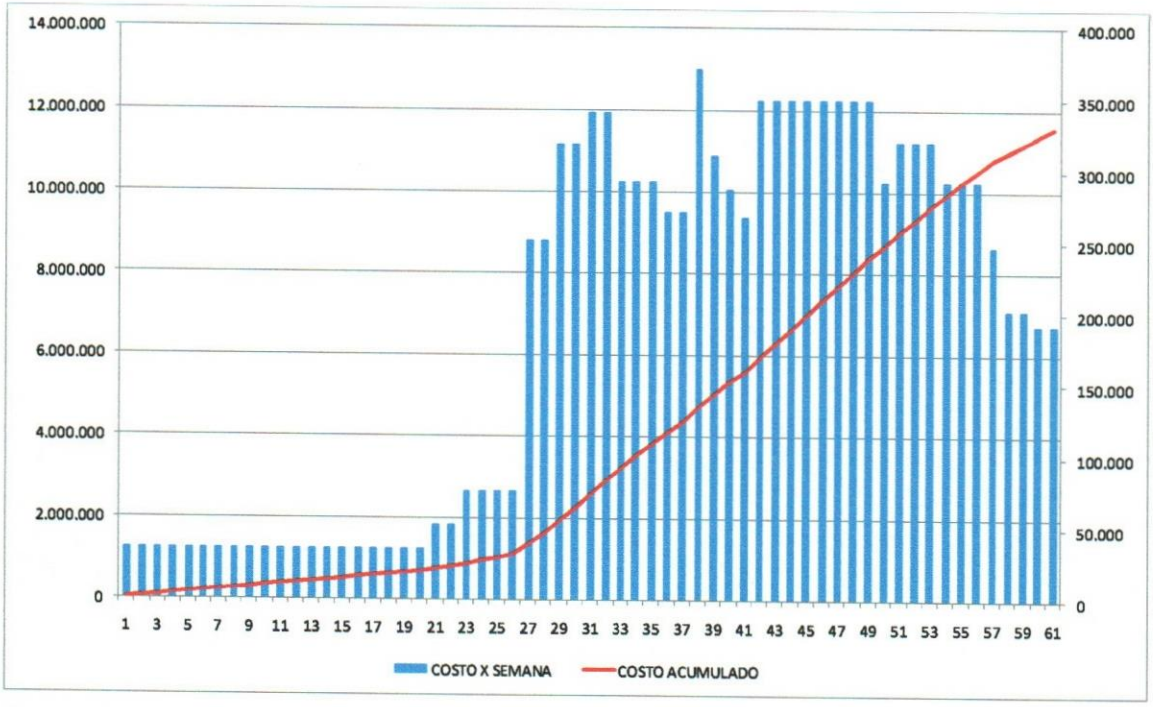


Figura 18. Curva Planificada de Costos.

**Plan de Gestión del Riesgo**

Como todo proyecto de construcción de viviendas, este también presenta los riesgos típicos asociados a la procura de materiales, la coordinación y comunicación con el personal obrero y empleados y las condiciones del mercado. Sin embargo, este proyecto también presenta riesgos adicionales asociados a la situación política y social de nuestro país que requieren ser tomados en cuenta. Adicionalmente, por ser un proyecto pionero en la región por la incorporación de elementos para aumentar la eficiencia energética de las viviendas y por la generación parcial de la energía eléctrica que las viviendas consumirán, este proyecto presenta riesgos adicionales asociados a la estética, funcionalidad y costos adicionales de estos elementos.

A continuación se presenta la matriz de evaluación cualitativa de impacto y probabilidad con los riesgos más relevantes analizados.

| Nº DE IDENTIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO DE RIESGO | PROBABILIDAD (P=1 AL 5) | IMPACTO (I=1 AL 5) | P x I | IMPACTO ESPECÍFICO AL PROYECTO | MITIGACIÓN ESTRATEGIA / ACCIÓN | COSTO RELATIVO DE LA MITIGACIÓN | PROBABILIDAD DE ÉXITO DE LA MITIGACIÓN | PERSONA RESPONSABLE DE LA ACCIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Llegada inoportuna e incompleta de algunos materiales de construcción | 4 | 5 | 20 | Retraso en cronograma, costos adicionales | Programar compra con holgura. Priorizar productos y tecnologías con stock en el país. Tener más de una opción de proveedores en materiales clave. | M | A | Responsable de procura |
| 2 | Intervención del Estado en la construcción, paralizando o expropiando la propiedad | 4 | 5 | 20 | Aborto del proyecto, deudas con inversionistas y/o entidades financieras | Buscar financiamiento principalmente en entidades financieras estadales. | M | M | Responsable de la organización promotora |
| 3 | Demandas laborales por parte del personal obrero | 4 | 4 | 16 | Costos adicionales | Preveer cláusulas en cotratos para no tener responsabilidad de personal de las contratistas. Exigir fianza laboral para cubrir casos de demandas. | B | A | Asesor Jurídico de la Organización |
| 4 | Falta de incorporación de contingencias adecuadas por variación de precios de Insumos | 4 | 4 | 16 | Aumento del costo del proyecto y consiguiente disminución de las utilidades | Programar procura de materiales en etapas tempranas del proyecto y preveer un porcentaje de contingencias. | M | A | Responsable de procura |
| 5 | Obtención tardía de permisología municipal y/o ambiental | 4 | 4 | 16 | Retraso en cronograma, costos adicionales | Programar solicitud de permisología con holgura y mantener buena comunicación con entes otorgantes para mejorar posibilidades de repuesta efectiva por parte de estos. | B | A | Gerente de proyecto |
| 6 | Salida inesperada de personal clave del equipo de proyecto | 3 | 4 | 12 | Descoordinación temporal en el equipo, retraso en cronograma | Mantener al personal motivado con incentivos. Mantener comunicación adecuada con todo el equipo. Mantener registros de las actividades de todo el personal y asegurar la distribución de la información en el equipo. | B | A | Gerente de proyecto |
| 7 | Paros laborales durante la obra | 3 | 4 | 12 | Retraso en cronograma, costos adicionales | Mantener buena comunicación con líderes sindicales y negociar condiciones al inicio del proyecto. | B | M | Gerente de proyecto |
| 8 | Accidentes con lesiones graves al personal o grandes daños a los equipos o la obra. | 3 | 4 | 12 | Responsabilidad por traumas en círculo familiar del afectado, costos adicionales, retraso en la obra | Hacer entrenamiento de seguridad a todo el personal de la obra. Dar charlas de seguridad diarias. Mantener una inspección de seguridad permanente para evitar condiciones inseguras y actos inseguros. Exigir póliza de Accidentes para todo el personal a las contratistas y exigir Seguros de Responsabilidad Civil por daños a terceros. | M | A | Asesor Jurídico de la Organización y Técnico de Seguridad |
| 9 | Eventos climatológicos que pudieran generar daños a la obra | 2 | 5 | 10 | Costos adicionales de reparación de daños o previsión ante eventos cercanos, retraso en el cronograma | Ajustar cronograma maximizando trabajos de excavación, vaciados y montaje de estructuras durante el período de sequía. Tener en la obra bombas de achique para posibles inundaciones. | M | M | Planificador, Gerente de proyecto |
| 10 | Inconformidad de clientes potenciales con relación precio / valor de las viviendas | 2 | 5 | 10 | Dificultad en preventa y venta de viviendas, menor utilidad por necesidad de disminuir precios de venta | Asegurar diseño atractivo y eficiente de las viviendas trabajando con profesionales de capacidad probada en proyectos similares. Construir al inicio del proyecto una de las viviendas como modelo para visitas guiadas de clientes potenciales para explicar beneficios del conjunto residencial. | B | A | Gerente de proyecto |
| 11 | Dificultad para conseguir Divisas para la compra de Equipos Importados | 5 | 2 | 10 | Retraso en cronograma, costos adicionales | Buscar estos equipos con proveedores nacionales y pagar en bolívares | M | A | Gerente de proyecto |

Tabla 11. Matriz cualitativa de Riesgos más Relevantes. Leyenda: A:Alto, M:Medio y B:Bajo.

Además de los riesgos que presentan amenazas al proyecto, entendiéndose el riesgo según la definición del PMI, existen riesgos que presentan oportunidades para este. En este caso, el riesgo más relevante es la profundización de la crisis eléctrica de nuestro país que además de tener una probabilidad alta de ocurrencia, tendría un impacto importante sobre este proyecto. Este impacto, que aquí representa una oportunidad, generaría una mayor aceptación de las particularidades de nuestras viviendas que se aprovecharía haciendo un mercadeo donde se destaquen los beneficios energéticos de las mismas.

## 5.6 Plan de Gestión de las Comunicaciones

Los entes externos al proyecto que mayor influencia tienen sobre el mismo son los clientes potenciales representados por la clase media de Carúpano en búsqueda de vivienda propia, la Alcaldía del Municipio Bermúdez, el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y las instituciones financieras aportantes de capital.

A continuación se presenta el cuadro de gestión de comunicaciones externas.

| ¿A QUIÉN INFORMAR? | ¿QUÉ INFORMAR? | ¿CADA CUÁNTO INFORMAR? | ¿POR QUÉ MEDIO? | RELEVANCIA PARA PROYECTO |
|---|---|---|---|---|
| Clientes Potenciales: clase media de Carúpano en búsqueda de vivienda propia | Cualidades del conjunto<br>Cualidades de las Viviendas<br>Avance de la obra | Mensual | Cartel al frente de la obra con porcentaje de avance actualizable | Clientes. Sin ellos el proyecto no tiene sentido |
| Alcaldía Municipio Bermúdez | Entregar requisitos para solicitud de permiso de construcción y para permiso de habitabilidad | Al finalizar la ingeniería (permiso para construcción)<br>Al finalizar la construcción (permiso de habitabilidad).<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de permiso | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros | Otorga el permiso para la construcción, indispensable para iniciar la misma y otorga el permiso para habitar |
| Bomberos Municipales | Entregar requisitos para permiso de habitabilidad | Al finalizar la construcción (permiso de habitabilidad).<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de permiso | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros | Otorga el permiso para habitar |
| Eleoriente/Corpoelec | Entregar requisitos para permiso de habitabilidad | Al finalizar la construcción (permiso de habitabilidad).<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de permiso | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros | Otorga el permiso para habitar |
| Hidroriente | Entregar requisitos para permiso de habitabilidad | Al finalizar la construcción (permiso de habitabilidad).<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de permiso | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros | Otorga el permiso para habitar |
| Ministerio del Poder Popular para el Ambiente | Entregar requisitos Documento de Intención y Estudio de Impacto Ambiental para obtener permiso ambiental | Al finalizar la ingeniería.<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de permiso | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros | Otorga el permiso para la intervención del Ambiente, indispensable para comenzar la construcción |
| Instituciones Financieras del Estado posible aportante de capital | Entregar requisitos para solicitar crédito de promotor inmobiliario | Al finalizar la ingeniería.<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de crédito | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros y medios digitales cuando se requiera | Proveen Recursos financieros indispensables para la ejecución del proyecto |

Tabla 12. Cuadro de Gestión de Comunicaciones Externas.

Para asegurar una comunicación interna adecuada, se harán reuniones de coordinación dos veces por semana con la participación de los supervisores de la organización y un representante de cada contratista. Estas reuniones serán documentadas mediante minutas escritas firmadas por todos los participantes.

## 5.7 Plan de Gestión de los Recursos Humanos

Las actividades de ejecución de la obra serán realizadas por los contratistas, traspasándose así a estos la responsabilidad de la coordinación del personal obrero. Queda en manos de la Organización ejecutante la responsabilidad de coordinar las labores del equipo de gerencia del proyecto.

A continuación se presenta la matriz de responsabilidades detalladas para el equipo de gerencia del proyecto.

| E-EJECUTA R-RESPONSABLE C-CONSULTAR I-INFORMAR | | INTEGRANTES DEL EQUIPO DE OBRA | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ACTIVIDAD | FECHAS M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 | GERENTE DE PROYECTO | ADMINISTRAD DE OBRA | CONSULTOR JURÍDICO | ASISTENTE ADMINISTRAT | ING CIVIL | ING ELÉCTRICISTA | TSU CONSTR CIVIL | HORAS PROGRAMADAS | COSTO POR HORA | COSTO PRESUPUESTO |
| REVISAR Y AVALAR INGENIERÍA | | C | - | - | - | R/E | R/E | E | 160 | 80 | 12.800,00 |
| PERAPARAR COMUNICACIONES EXTERNAS | | R | E | | E | | | | 200 | 100 | 20.000,00 |
| GENERAR CONTRATO | | C | E | R | E | - | - | - | 200 | 120 | 24.000,00 |
| PROCURA DE MATERIALES | | C | R | - | E | E | E | - | 920 | 65 | 59.800,00 |
| AVALAR DISPONIBILIDAD FINANCIERA | | R | E | - | E | - | - | - | 230 | 65 | 14.950,00 |
| INSPECCIONAR EJECUCIÓN | | C | - | - | - | R/E | R/E | E | 2.530 | 70 | 177.100,00 |
| ASEGURAR Y CONTROLAR CALIDAD | | C | - | - | - | R/E | R/E | E | 2.070 | 70 | 144.900,00 |
| MEDIR Y REGISTRAR CÓMPUTOS | | C | - | - | - | R/E | R/E | E | 1.150 | 70 | 80.500,00 |
| RECIBIR Y AVALAR EJECUCIÓN | | C | - | - | - | R | R | - | 920 | 80 | 73.600,00 |
| CERRAR PAQUETE | | C | R | - | E | I | I | - | 460 | 70 | 32.200,00 |
| TOTAL COSTO RECURSOS HUMANOS PARA EQUIPO DE GERENCIA DE PROYECTO | | | | | | | | | 8.840 | | 639.850,00 |

Tabla 13. Matriz de Responsabilidades Detalladas.

Esta matriz resume las necesidades del Recurso Humano para la gerencia del Proyecto. El recurso humano necesario para la ingeniería, ejecución de la obra y venta de las viviendas es parte del plan de adquisiciones por ser personal de las empresas contratistas.

### 5.8 Plan de Gestión de las Adquisiciones

El plan de adquisiciones se define después de haber tomado la decisión de ¿qué hacer con recursos de la organización? y ¿qué contratar a entes externos a la organización?. En nuestro proyecto, la gerencia será ejecutada por la organización con recursos designados a tal fin, la ingeniería será coordinada por la organización y su ejecución será contratada a profesionales independientes que en su mayoría eran empleados anteriores de la organización y de los cuales se tiene la plena confianza de su capacidad como ingenieros proyectistas.

A continuación se presenta la Matriz de Contrataciones, mostrando de manera gráfica los paquetes de actividades que se contratarán y las actividades que se harán con personal de la organización.

| ACTIVIDADES DEL PROYECTO | COMPONENTES DEL PROYECTO | | | |
|---|---|---|---|---|
| | URBANISMO | VIVIENDAS | AREAS RECREACIONALES | PAISAJISMO |
| GERENCIA DEL PROYECTO | PERSONAL DE LA ORGANIZACIÓN CONTRATADO PARA ESTE PROYECTO | | | |
| INGENIERÍA | PROFESIONALES INDEPENDIENTES CON COORDINACIÓN Y REVISIÓN DE UN PROFESIONAL DE LA ORGANIZACIÓN | | | |
| PERMISOLOGÍA | PERSONAL DE LA ORGANIZACIÓN CONTRATADO PARA ESTE PROYECTO | | | |
| CONSTRUCCIÓN | CONTRATO CON PRECIOS UNITARIOS FIJOS | CONTRATOS VARIOS POR PAQUETE CON PRECIOS UNITARIOS FIJOS | CONTRATOS VARIOS POR PAQUETE CON PRECIOS UNITARIOS FIJOS | CONTRATO CON PRECIOS UNITARIOS FIJOS |
| CONTROL DE CALIDAD | PERSONAL DE LA ORGANIZACIÓN CONTRATADO PARA ESTE PROYECTO | | | |
| | CONTRATO DE HONORARIOS POR HH CUADRILLA DE TOPOGRAFIA CON 1 TOPÓGRAFO Y 1 AYUDANTE | | | |
| PREVENTA Y VENTA | | CONTRATO DE COMISIONES POR PREVENTA Y VENTA DE LAS VIVIENDAS | | |

Figura 19. Matriz de Contrataciones

La solicitud de permisos será ejecutada por personal de la organización, mientras que la ejecución de la obra en sí será contratada mediante contratos de precios unitarios fijos a empresas constructoras independientes que serán escogidas de procesos de licitación individuales para la construcción del urbanismo, las viviendas, las áreas recreacionales y el Paisajismo. Para la construcción del Urbanismo y el Paisajismo, se harán licitaciones para cada uno de estos componentes completos, mientras que para la construcción de las viviendas y las áreas recreacionales se dividirán los componentes en paquetes y se consultarán precios individualmente, pudiéndose generar contratos separados para la construcción de la losa de fundación y para la fabricación y montaje de la estructura metálica, a manera de ejemplo.

El control de calidad será ejecutado por la Organización con sus recursos propios y la preventa y venta de las viviendas será contratado a un tercero mediante un contrato de comisiones por ventas.

Además de las contrataciones representadas en la figura 19, se procurarán los materiales más comunes directamente sin utilizar los servicios de los contratistas. Entre estos materiales a comprar directamente se encuentran todos los perfiles para las estructuras metálicas, el concreto premezclado, el acero de refuerzo, la tubería y los cables para la electricidad del urbanismo y las viviendas, la tubería para las instalaciones sanitarias y drenajes del urbanismo y las viviendas, entre otros.

### 5.9 Plan de Gestión de la Calidad

El punto de partida del plan de calidad es la Estructura Desagregada de Trabajo en representación del alcance total del proyecto, de la cual se extrajeron un grupo de actividades que por su criticidad para el desempeño final de la calidad del producto del proyecto, se listaron en la tabla 14 y se asociaron a un conjunto de actividades de aseguramiento y control de calidad. Además, se señaló un indicador que servirá para procesar la información de datos generados por el control de calidad, de manera que nos sirvan para darnos una idea de ¿Cuán bien vamos? O ¿Qué acciones correctivas debemos tomar para enderezar?

| ELEMENTOS CUYA CALIDAD ES CRÍTICA | ACTIVIDADES DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD | ACTIVIDADES DE CONTROL DE LA CALIDAD | INDICADOR |
|---|---|---|---|
| ING. BÁSICA Y DETALLE DE PROYECTO | Chequear referencias de Ingenieros y Proyectistas que participan en Ingeniería para asegurar experiencias relevantes para el proyecto | Revisar Productos de Ingeniería dentro de cada especialidad | CUMPLE / NO CUMPLE |
| | Avalar presencia física o digital de normas aplicables al proyecto en oficina(s) del equipo de ingeniería y dominio de la misma por parte de los diseñadores | | |
| | Avalar presencia física y dominio en el uso de equipos (hardware) y programas (software) necesarios para el diseño del proyecto | Hacer un "plano de coordinación" donde se reflejen todas las especialidades para chequear posibles interferencias | |
| | Hacer reuniones multdisciplinarias periódicamente para asegurar la eliminación de posibles interferencias entre elementos de de distintas especialidades | | |
| COMPACTACIÓN DEL TERRENO | Utilizar proveedores de experiencia comprobada | Chequear compactación con densímetro | Mínima 95 % del Proctor |
| | Exigir certificados de calibración de equipos | | |
| DIMENSIONES ENTRE EJES Y DIAGONALES EN LOSA DE FUNDACIÓN | Entrenar al personal de la contratista civil acerca de la criticidad de la precision de estas dimensiones | Tener un topógrafo independiente para revisar y avalar puntos críticos antes de vaciados | ERROR PERMISIBLE +/- 1 cm |
| | Exigir un topógrafo al contratista para localizar en campo puntos críticos | | |
| ADQUISICIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS | Utilizar proveedores, marcas y modelos de demostrada calidad | Revisar Productos antes de darle entrada al almacenamiento | CUMPLE / NO CUMPLE |
| | Exigir cumplimiento de especificaciones a proveedores | | |
| ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AL VACIAR | Exigir certificados de calibración de equipos mezcladores | Hacer pruebas de asentamiento al salir de planta y al llegar a obra a los trompos | ASENTAMIENTO = 5" ERROR PERMISIBLE +/- 1" |
| | Utilizar proveedores de concreto con sistema de calidad | | |
| | Aclarar en contrato que serán devueltos los trompos que estén fuera de las especificaciones | | |
| CAPACIDAD DE CARGA DEL CONCRETO MAYOR O IGUAL A LA DE DISEÑO | Exigir certificados de calibración de equipos mezcladores y de equipos de prueba destructiva | Hacer familias de 8 cilindros cada 50 m3 de concreto. Romper a 1 día, 3 días 28 días | Usar criterio de Norma Covenin |
| | Utilizar proveedores de concreto con sistema de calidad | | |
| SOLDADURAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES | Exigir a contratista soldadores certificados | Hacer pruebas de Rayos X al 10 % de las soldaduras | CUMPLE / NO CUMPLE |
| | Hacer pruebas de Rayos X a las 3 primeras soldaduras de cada soldador | | |
| NIVELES Y DIMENSIONES ESTRUCTURA METÁLICA | Aclarar en contrato con contratista que no serán avaladas las estructuras que estén fuera de especificación | Tener un topógrafo independiente para revisar y avalar niveles y dimensiones | ERROR PERMISIBLE +/- 5 mm |
| | Exigir al contratista estructural un topógrafo permanente en obra revisando niveles y dimensiones | | |
| APLOMADO DE PAREDES DE TRIDIMALLA ANTES DE FRISAR | Entrenar a los montadores haciéndoles saber la criticidad del aplomado | Inspeccionar aplomado de todas las paredes de tridimalla inmediatamente después de montadas | ERROR PERMISIBLE +/- 5 mm |
| | Aclarar en contrato con contratista que no serán avaladas las paredes que estén fuera de especificación | | |
| APLOMADO DE PAREDES DE TRIDIMALLA DESPUÉS DE FRISAR | Entrenar a los albañiles haciéndoles saber la criticidad del aplomado | Inspeccionar aplomado de todas las paredes de tridimalla inmediatamente después de frisadas | ERROR PERMISIBLE +/- 1 mm |
| | Aclarar en contrato con contratista que no serán avaladas las paredes que estén fuera de especificación | | |

Tabla 14. Actividades de Aseguramiento y Control de Calidad de Elementos Críticos.

Para el aseguramiento de la calidad, además de las actividades mencionadas en la tabla 14 se utilizarán análisis de procesos, auditorías de calidad que se harán dos o tres veces a la semana, entrenamientos donde se detecten fallas y se exigirán certificaciones donde se consideren necesarias. Adicionalmente, se analizará la oferta de materiales y servicios disponibles en el mercado para definir los que serán comprados para la obra.

El control de calidad será ejecutado por personal de la organización apoyado por una cuadrilla de topografía de inspección contratada. Además de hacer los controles mencionados en la tabla 14 se inspeccionarán los materiales que ingresan a la obra, la experticia del personal de las empresas contratistas y los equipos de las empresas contratistas. Además, se generarán métricas de calidad que generarán reportes mensuales para evaluar la calidad no solo de los entregables sino también de los procesos.

## 5.10 Plan de Gestión de la Integración

El plan de gestión de la integración debe asegurar que todos los planes subsidiarios que conforman el plan de proyecto son consistentes entre sí. Por esto la importancia de la iteratividad en la ejecución del plan de proyecto.

Como regla general, una vez realizada y revisada la ingeniería del proyecto, en la medida de lo posible se deben evitar los cambios. Sin embargo, de ser importantes para el que el proyecto cumpla con los requerimientos, los cambios deben ser aprobados por el gerente de proyecto y un integrante de la junta directiva de la organización.

En nuestro proyecto, se usará como herramienta más importante para asegurar la integración de todos los planes el control integrado de cambios. Para esto, a continuación se presenta el formato que se usará en la ejecución del proyecto para asegurar que el control integrado de cambios tome en cuenta todas las implicaciones de cualquier cambio de alcance y se actualicen todos los planes subsidiarios en juego.

| CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS | |
|---|---|
| CAMBIO SOLICITADO: | |
| FECHA DE SOLICITUD: | |
| QUIEN SOLICITA EL CAMBIO: | |
| QUIENES APRUEBAN EL CAMBIO: | |
| FECHA DE APROBACIÓN: | |

| ACTIVIDADES A REALIZAR ITERATIVAMENTE: |
|---|
| 1. ACTUALIZAR EL ALCANCE |
| 2. ACTUALIZAR DEL CRONOGRAMA |
| 3. ACTUALIZAR DE LA MATRIZ DE RIESGOS |
| 4. ACTUALIZAR DEL PRESUPUESTO |
| 5. ACTUALIZAR DEL PLAN DE CALIDAD |
| 6. ACTUALIZAR LA MATRIZ DE RESPONSABILIDADES DETALLADAS |
| 7. ACTUALIZAR LA MATRIZ DE CONTRATACIONES |
| 8. ACTUALIZAR CUADRO DE COMUNICACIONES EXTERNAS |

**Figura 20. Cuadro de Control Integrado de Cambios**

# CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DEL TRABAJO

En este capítulo se evalúan los resultados del trabajo realizado en función de los objetivos que se trazaron inicialmente. Con este propósito se analizará el grado de cumplimiento del objetivo general y de cada uno de los objetivos específicos.

## 6.1 Evaluación del Objetivo General

El objetivo general de este trabajo era desarrollar el plan de de gestión del Proyecto: Construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar en una parcela de 7.400 m2 en Carúpano, Edo. Sucre. Este objetivo fue cumplido en su totalidad con la presentación del plan de ejecución de proyecto conformado por los nueve planes subsidiarios recomendados en el estándar del PMI.

## 6.2 Evaluación de los Objetivos Específicos

A continuación se presentan cada uno de los objetivos específicos planteados en el capítulo 1 y se evalúa su grado de cumplimiento.

- Objetivo Específico Nº 1. "*Evaluar la factibilidad económica del proyecto usando los indicadores más relevantes como el VPN, la TIR y el PRI*". Este objetivo específico se cumplió en su totalidad mediante la exposición del flujo de caja corriente y descontado, el cálculo y análisis del VPN y la TIR y la presentación del PRI. Adicionalmente se calculó y se presentó el VPN a otras tasas de descuento para analizar la sensibilidad del proyecto al aumento de esta tasa.

- Objetivo Específico Nº 2. "*Definir los criterios de diseño diferenciales que permitan que las viviendas sean energéticamente eficientes y estén alimentadas parcialmente con energía eléctrica solar*". Este objetivo específico se cumplió con la definición de estos criterios y con la inclusión de los elementos diferenciales resultantes de los criterios definidos en cada uno de los planes subsidiarios que conforman el plan de ejecución del proyecto.

- Objetivo Específico Nº 3. *"Desarrollar el plan de gestión del alcance".* Este objetivo específico se cumplió con la generación de la Estructura Desagregada de Trabajo. Adicionalmente, se presentó una explicación detallada de cada uno de los componentes del proyecto.

- Objetivo Específico Nº 4. *"Desarrollar el plan de gestión del tiempo".* Este objetivo específico se cumplió con la elaboración del Cronograma detallado de Actividades y el análisis de las actividades de las rutas críticas en cada componente.

- Objetivo Específico Nº 5. *"Desarrollar el plan de gestión de costos".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación del presupuesto detallado por actividades del proyecto y con el análisis del mismo, incluyendo el análisis específico del costo generado por los elementos diferenciales del proyecto.

- Objetivo Específico Nº 6. *"Desarrollar el plan de gestión de calidad".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación del plan de calidad, incluyendo el cuadro de actividades de aseguramiento y control de calidad de elementos críticos.

- Objetivo Específico Nº 7. *"Desarrollar el plan de gestión de recursos humanos".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación y análisis de la matriz de responsabilidades detalladas del proyecto.

- Objetivo Específico Nº 8. *"Desarrollar el plan de gestión de comunicaciones".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación del plan de comunicaciones incluyendo el cuadro de gestión de comunicaciones externas.

- Objetivo Específico Nº 9. *"Desarrollar el plan de gestión de riesgos".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación del plan de riesgos que incluye la matriz de evaluación cualitativa de los riesgos más relevantes.

- Objetivo Específico Nº 10. *"Desarrollar el plan de gestión de adquisiciones".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación y análisis de la matriz de contrataciones y la explicación de las actividades de contrataciones más relevantes.

- Objetivo Específico Nº 11. "*Desarrollar el plan de gestión de integración*". Este objetivo específico se cumplió con la iteración de todos los otros planes subsidiarios y con la presentación del cuadro de control integrado de cambios.

# CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo, producto del análisis de los resultados obtenidos.

## 7.1 Conclusiones

Con base en el plan de proyecto realizado y en los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- El plan de ejecución de proyecto realizado representa una posibilidad real para contribuir a la corrección a pequeña escala de dos grandes problemas que afectan a nuestra sociedad actualmente, como lo son el déficit habitacional y la crisis eléctrica.

- Existen muchas oportunidades de mejora en nuestra forma de diseñar y construir casas que son de vital importancia para garantizar una vida más sustentable en nuestro planeta.

- Hacer un proyecto de inversión con rentabilidad para la organización promotora y construir conjuntos residenciales con viviendas energéticamente eficientes y con generación parcial de la electricidad que necesitan con energías limpias no son mutuamente excluyentes.

- Hacer un plan de proyecto siguiendo los estándares del PMI asegura un análisis integral del proyecto a ejecutar, mejorando así las posibilidades de éxito.

## 7.2 Recomendaciones

Una vez concluido el desarrollo y la evaluación del plan de proyecto para la construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar se recomienda lo siguiente:

- Hacer otros planes de proyecto para viviendas energéticamente eficientes utilizando edificaciones multifamiliares que maximizan aún más el factor área envolvente/piso (FAEP) y que reducen los costos de construcción por $m^2$ haciendo

posible el aprovechamiento de los beneficios obtenidos por familias de menos recursos.

- Estudiar la posibilidad de incorporar el uso de la energía eólica, geotérmica, mareomotriz y bioenergética en el diseño de viviendas para las zonas costeras de Venezuela donde existan posibilidades probadas.

- Trasladar esta experiencia al ámbito académico/empresarial con el objeto de propiciar la experimentación y el fomento de iniciativas sustentables viables en el contexto nacional.

- Motivar la participación de los entes financieros, especialmente los gubernamentales, para que soporten iniciativas de esta naturaleza en áreas geográficas con claros potenciales energéticos y necesidades habitacionales perentorias. Con esto se estaría apuntando a las soluciones coyunturales de emergencia y a un posicionamiento estratégico en soluciones creativas de largo alcance.

## REFERENCIAS


Aznárez, F., Gruson, A. y Zambrano, A., (2007). Vivienda, Producción y Déficit. Venescopio: reporte mensual N°19. Pp. 1-4.

Barrios, E., Contreras, W. y Owen, M. E., (2006). Repercusiones energéticas y económicas del uso de la madera como elemento constructivo para viviendas de interés social en Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana, 40,* pp.1-28.

Berman, Jeff. (2007). *Maximizing Project Value*. New York. American Management Association.

Contreras, W., Owen, M. E., Contreras, Y., Thomson, E. y Contreras, A. (2004). Diseño de una Vivienda Industrializada, Plegable y Transportable con Productos Forestales, para Disminuir el Déficit Habitacional Venezolano. *Revista Forestal Latinoamericana, 35,* pp.37-52.

Contreras, W. y Owen, M. E., (2000). Prototipo estructural mucunután–i, para la construcción de viviendas rurales modernas en los páramos venezolanos, empleando la madera y las tecnologías constructivas alternativas. *Revista Forestal Venezolana, 44(2),* pp.53-61.

Diario El Tiempo. http://diarioeltiempo.wordpress.com/2009/02/06/ministerio-de-vivienda-activara-un-censo-en-el-estado-sucre/ 22-04-2010

Esteves A. y Gelardi D., (2003). Docencia en arquitectura sustentable: programa de optimización de Proyectos de arquitectura basado en el balance térmico. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 7-2,* pp. 31-34.

Gobernación Edo. Sucre. http://edosucre.gov.ve/new_home/noticias/search/showid=264 19-02-2010

Hernández, L. M., (2007). Energía, energía fotovoltaica y celdas solares de alta eficiencia. *Revista Digital Universitaria, 8-12,* pp.4-12.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción / Universidad Central de Venezuela.

The Construction Industry Institute (1995). *Pre-Project Planning Handbook Special Publication, 39-2.*

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2003). *Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales*. Caracas. Edit. FEDUPEL

Villegas, A., Aller, J., de Oliveira, P., Martínez, M., Díaz, H., Salazar, L., et al., (2010). *La USB ante la crisis del sector eléctrico venezolano*. Documento presentado por la Universidad Simón Bolívar a la sociedad venezolana por medios de comunicación.

http://www.gstriatum.com/energiasolar/articulosenergia/253-celulas-fotovoltaicas-organicas-energia-solar.html 22-04-10

5.2 Criterios de Diseño Diferenciales 38

5.3 Plan de Gestión del Alcance 38

5.4 Plan de Gestión del Tiempo 44

5.5 Plan de Gestión de los Costos 48

5.6 Plan de Gestión de los Riesgos 50

5.7 Plan de Gestión de las Comunicaciones 52

5.8 Plan de Gestión de los Recursos Humanos 53

5.9 Plan de Gestión de las Adquisiciones 54

5.10 Plan de Gestión de la Calidad 55

5.11 Plan de Gestión de la Integración 57

**CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DEL TRABAJO** 59

6.1 Evaluación del Objetivo General 59

6.2 Evaluación de los Objetivos Específicos 59

**CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** 62

7.1 Conclusiones 62

7.2 Recomendaciones 62

## INDICE DE FIGURAS


| Figura | Pag. |
|---|---|
| 1. Niveles de costo y dotación de personal durante ciclo de vida del proyecto | 13 |
| 2. Relación entre el tiempo y costo, riesgo e influencia de los interesados | 14 |
| 3. Ciclo de vida del proyecto | 15 |
| 4. Orientación solar óptima y orientación óptima del viento y su conflicto | 24 |
| 5. Variación de la temperatura interior en función de la altura libre | 24 |
| 6. Mecanismo de inercia térmica | 25 |
| 7. Producción global fotovoltaica | 27 |
| 8. Cronograma de investigación | 33 |
| 9. Flujo de Caja del Proyecto en Valores Corrientes | 35 |
| 10. Flujo de Caja del Proyecto en Valores Descontados al 6% trimestral | 36 |
| 11. Flujo de Caja Acumulado del Proyecto. | 37 |
| 12. Ubicación del Lote de Terreno del Proyecto | 39 |
| 13. Distribución Arquitectónica de las Viviendas | 40 |
| 14. Cronograma de Componentes Principales del Proyecto | 45 |
| 15. Cronograma de Actividades detalladas del Componente "Urbanismo" | 46 |
| 16. Cronograma de Actividades detalladas del Componente "Viviendas" | 47 |
| 17. Cronograma de Actividades Detalladas de "Areas Recreacionales" y "Paisajismo" | 47 |
| 18. Curva Planificada de Costos | 50 |
| 19. Matriz de Contrataciones | 54 |
| 20. Cuadro de Control Integrado de Cambios | 58 |

## INDICE DE TABLAS


| Tabla | Pag. |
|---|---|
| 1. Grupos de procesos y áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos | 17 |
| 2. Operacionalización de las Variables | 32 |
| 3. Flujo de Caja del Proyecto en Miles de Bs | 35 |
| 4. VPN al 6%, 8%, 10% y 10,43% trimestral en Miles de Bs | 36 |
| 5. Flujo de Caja Acumulado en Miles de Bs | 37 |
| 6. Período de Recuperación del Proyecto | 37 |
| 7. Duración Estimada de los Componentes | 45 |
| 8. Distribución Porcentual de los Costos del Proyecto | 48 |
| 9. Costos de Actividades, Capítulos y Componentes | 49 |
| 10. Costos y Porcentaje de Costos de los Elementos de Diferenciación | 49 |
| 11. Matriz cualitativa de Riesgos más Relevantes | 51 |
| 12. Cuadro de Gestión de Comunicaciones Externas | 52 |
| 13. Matriz de Responsabilidades Detalladas | 53 |
| 14. Actividades de Aseguramiento y Control de Calidad | 56 |

# INTRODUCCIÓN

Entre las muchas oportunidades de mejora que actualmente tenemos como sociedad, hay dos situaciones que no solo son problemáticas por sí solas sino que además se refuerzan mutuamente añadiendo así retos a su corrección en el corto, mediano y largo plazo. Estas dos situaciones son el déficit de vivienda y la crisis eléctrica que actualmente aquejan a la sociedad venezolana. A simple vista pareciera que la corrección de una de estas situaciones profundizaría más la otra. Si queremos construir más casas, aumentamos la demanda eléctrica y si queremos disminuir la demanda tenemos que desacelerar aún más la construcción de viviendas.

Este trabajo pretende profundizar en estas dos situaciones y plantear una posibilidad de corrección generando el plan de ejecución del proyecto "Construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar"

El trabajo está estructurado en siete (7) capítulos, de los cuales los primeros cuatro (4) establecen el problema y el contexto actual del mismo y los últimos tres (3) generan el aporte particular presentando una posible solución al problema y evaluando el cumplimiento de los objetivos.

El primer capítulo está compuesto por el planteamiento del problema, los objetivos del trabajo y la justificación del mismo.

El segundo capítulo contiene el marco teórico, que plantea las bases conceptuales y teóricas que sirven de referencia al trabajo.

En el tercer capítulo se presenta brevemente el marco organizacional del trabajo y del autor al momento de su ejecución.

El cuarto capítulo corresponde al marco metodológico que abarca lo concerniente al tipo de investigación, las variables de la misma y los métodos utilizados.

El quinto capítulo presenta el desarrollo del trabajo y allí se exponen los planes subsidiarios que conforman el plan de ejecución del proyecto y se analizan los resultados obtenidos en estos planes.

El sexto capítulo presenta la evaluación del trabajo, analizando el grado de cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados en el primer capítulo.

El séptimo y último capítulo plantea las conclusiones obtenidas de este trabajo y expone unas recomendaciones para futuros trabajos concernientes al tema.

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Planteamiento y Delimitación del Problema

### 1.1.1 Antecedentes, Síntomas y Causas

El déficit de vivienda es un problema compartido por todas las naciones en vías de desarrollo. Las familias de Latinoamérica se cuentan entre los agraviados de esta situación. De hecho, Salas (2002), asegura que "el déficit habitacional, cualitativo y cuantitativo, afecta a más de la mitad de los hogares Latinoamericanos" (p.64). Se entiende, en esta aseveración, por déficit cualitativo, la existencia de 25,7 millones de viviendas precarias y por déficit cuantitativo la necesidad de construir 27,9 millones de viviendas nuevas. Aunque estas cifras corresponden al déficit habitacional en 1996, la situación no ha mejorado en el nuevo milenio. En este sentido, Scatigna y Tovar (2007) afirman que el déficit habitacional actual en Latinoamérica se estima en 54 millones de viviendas.

Venezuela no se escapa de este problema. De hecho, en un estudio realizado en el año 2004 por Contreras, Owen, Contreras, Thompson y Contreras, afirman que el déficit habitacional "afecta a más de 2.5 millones de familias venezolanas" (p.39). Sin embargo, la magnitud del déficit habitacional en Venezuela es un tema de desacuerdo entre varios autores y organismos tanto del sector público como del sector privado. Otra cifra encontrada en la literatura revisada es la de la Cámara Inmobiliaria de Venezuela citada por Jaramillo (2001) que asevera que "para ellos éste (el déficit habitacional) es del orden de 1.210.000, tal como lo explicitan en un documento de trabajo consignado en la Constituyente Económica de 2000" (p.231). Por otra parte, los datos de la Misión Hábitat, no son más alentadores porque revelan que "según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el déficit habitacional supera el millón 800 mil viviendas" (www.gobiernoenlinea.gob.ve, 2010). En todo caso, el déficit de vivienda es un problema que afecta a una parte importante de nuestra población.

Aunque el problema del déficit habitacional parece bastante complicado por sí solo, lo es aún más si tomamos en cuenta el contexto actual de la situación energética de nuestro país. La crisis de energía eléctrica por la que está pasando Venezuela, además de ser

muy grave en la actualidad, se profundizará aún más en el futuro próximo "a menos que se resuelvan los problemas estructurales de inversión, seguimiento, gerencia, eficacia y eficiencia, y se lleve a cabo un proceso educativo de la población para realizar un uso racional del recurso energético" (Villegas et al., 2010, p.1). Inclusive lográndose esto, aún estaríamos en una situación donde no podremos añadir mucha demanda eléctrica adicional a la ya existente.

Esta demanda eléctrica adicional, que generaría la construcción masiva de viviendas necesaria para suplir el déficit adicional, es muy alta. De hecho, durante el año 2004, Venezuela utilizó aproximadamente 17.500 GWh en el sector residencial, lo cual representó un 25% de la energía que generaron nuestras hidroeléctricas durante ese año (Barrios, Contreras y Owen, 2006, p.6).

### 1.1.2 Delimitación del Problema

La situación actual del déficit habitacional en Venezuela está inevitablemente ligada a la ineficacia en la producción de viviendas de los últimos años. En los últimos veinte años la producción de viviendas venía variando de forma interanual con aumentos y disminuciones hasta el año 1998. Desde ese año hasta el 2003 se fue disminuyendo la producción de viviendas de manera consecuente hasta llegar a construir apenas 8.811 unidades en ese último año habiendo pasando por un tope de 98.532 unidades en 1992. En esos mismos veinte años, el déficit habitacional ha pasado de alrededor de 900.000 viviendas hasta casi duplicarse en el año 2006 con un déficit de 1,68 millones de viviendas (Aznárez, Gruson y Zambrano, 2007).

La situación en el estado Sucre es aún peor que en el resto de Venezuela, el déficit habitacional está cerca de 88.000 unidades (datos del Instituto Nacional de Estadísticas citados en diarioeltiempo.wordpress.com, 2009) lo que representa más del 5% del déficit a nivel nacional con apenas el 3.4% de la población. Esto quiere decir que la situación de déficit de viviendas del estado Sucre es un 50 % peor que el promedio nacional. Esto se confirma con el hecho que el estado Sucre es y ha sido desde la segunda mitad del siglo XX uno de los estados más deprimidos de Venezuela.

Carúpano por su parte es la segunda ciudad en importancia del estado Sucre, después de Cumaná, su capital. Carúpano tiene alrededor de 200.000 habitantes, lo que representa más del 20% de la población del estado. No se consiguieron cifras formales acerca del

déficit habitacional de Carúpano, pero informalmente se recabó que este supera las 10.000 unidades.

En cuanto a la crisis eléctrica, Carúpano y el estado Sucre en general está entre las regiones más afectadas por no tener la infraestructura de trasmisión eléctrica para suplir la creciente demanda.

Se hace imperativo, entonces, encontrar otra forma para suplir de energía eléctrica a todas las unidades habitacionales nuevas que por una deuda social de las últimas décadas estamos obligados a construir. La mejor respuesta a este problema es el uso de energías alternas para suplir de electricidad, si no en su totalidad por lo menos parcialmente, a las nuevas viviendas a construirse. Entre las alternativas de energías alternas que mejor podemos aprovechar en casi todo el territorio nacional la mejor es la energía solar, que además nos provee el beneficio adicional de ser una de las llamadas energías limpias.

Entre las principales ventajas de la energía solar está su abundante disponibilidad, de hecho "la tierra recibe en un año el equivalente a más de diez mil veces el consumo energético global actual" (Roldán, 2005, p.2). Otra ventaja de la energía del sol es que es renovable. Esto quiere decir que, administrada de un modo adecuado, puede "explotarse ilimitadamente, es decir, la cantidad disponible no disminuye a medida que se aprovecha", (Hernández, 2007, p.4).

Sin embargo, para suplir la energía eléctrica que se requiere en una vivienda se tendría que disponer de las celdas fotovoltaicas que capten y transformen la energía del sol en energía eléctrica, las baterías que acumulen esa energía, el regulador que protege a la batería de una sobrecarga y el inversor que transforma la corriente continua de la batería a corriente alterna que es la que usamos en los hogares. Esto implica una inversión que pudiera ser bastante alta si pretendemos suplir toda la electricidad que requiere una vivienda, sobre todo si mantenemos los diseños y materiales de construcción que típicamente se utilizan en nuestro país.

### 1.1.3 Pronóstico

La situación actual del déficit habitacional agravada por la crisis eléctrica nos deja en una posición poco envidiable. El sector residencial que debería tener un impulso significativo

para cubrir este déficit, se ve desestimulado por la imposibilidad de nuestro parque de generación eléctrica de cubrir la demanda adicional de electricidad de las tan necesitadas viviendas. En consecuencia, se profundizan aún más ambos problemas, el déficit habitacional aumenta por que no se construyen suficientes viviendas y la crisis eléctrica se agrava porque las que se construyen aumentan la demanda de electricidad. Tratar de encontrar la respuesta a través de la utilización de energías alternas para la alimentación eléctrica nos genera otro problema serio, el costo de las viviendas aumenta mucho.

### 1.1.4 Control del Pronóstico

Estas consideraciones nos sugieren que para afrontar de manera conjunta el déficit habitacional y la crisis eléctrica, por una parte, debemos hacer construcciones más eficientes energéticamente y por la otra, que no es recomendable por razones de costo intentar suplir todo el consumo eléctrico de las nuevas viviendas con energía solar, sino una parte de este. La diferencia de costo generada por estos elementos diferenciales de las viviendas, se puede asumir incorporando todo el valor agregado posible en el diseño en términos de disminución de desperdicios, prefabricación de componentes para disminución de tiempos en obra y mejora del nivel de detalle en el diseño para evitar imprevistos.

El valor agregado que se quiere incorporar en el diseño tiene el potencial de generar ahorros durante la ejecución del proyecto que absorban al menos parcialmente el incremento del costo mencionado. De hecho, investigaciones conducidas por The Construction Industry Institute (CII por sus siglas en inglés) en 1995 demostraron que una planificación del proyecto desempeñada adecuadamente puede reducir los costos totales de éste hasta en un 20%, (p.1).

Para lograr esta adecuada planificación del proyecto, se dispone del cuerpo de conocimientos de la gerencia de proyectos del Instituto de la Gerencia de Proyectos (PMI) (2008), que es el estándar más utilizado para la gerencia de proyectos a nivel mundial. Este cuerpo de conocimientos divide a la gerencia de proyectos en cinco grupos de proceso, inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre. Además, se hace una división en nueve áreas de conocimiento, integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgo y adquisiciones. Para cada una de estas

áreas de conocimiento se genera un plan de gestión que es subsidiario del plan de gestión del proyecto.

### 1.1.5 Pregunta de Investigación

¿Cuáles deben ser los componentes del Plan de gestión del Proyecto: Construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar en una parcela de 7.400 $m^2$ en Carúpano, Edo. Sucre?

### 1.1.6 Sistematización de la Pregunta de Investigación

¿Cuáles serán las características de diseño determinantes para que las viviendas sean energéticamente eficientes y tengan alimentación parcial de energía eléctrica solar?

¿Cuáles son los componentes específicos del plan de gestión adecuados a las características diferenciales del proyecto y a la situación política y socio-económica de nuestro país?

## 1.2 Objetivos del Trabajo

Con base en el problema planteado, en el pronóstico esperado y en el control del pronóstico planteado, a continuación se plantean el objetivo general y los objetivos específicos de este trabajo.

### 1.2.1 Objetivo General

Desarrollar el plan de de gestión del Proyecto: Construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar en una parcela de 7.400 m2 en Carúpano, Edo. Sucre

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la factibilidad económica del proyecto usando los indicadores más relevantes como el VPN, la TIR y el PRI.
- Definir los criterios de diseño diferenciales que permitan que las viviendas sean energéticamente eficientes y estén alimentadas parcialmente con energía eléctrica solar.
- Desarrollar el plan de gestión del alcance.

- Desarrollar el plan de gestión del tiempo.
- Desarrollar el plan de gestión de costos.
- Desarrollar el plan de gestión de calidad.
- Desarrollar el plan de gestión de recursos.
- Desarrollar el plan de gestión de comunicaciones.
- Desarrollar el plan de gestión de riesgos.
- Desarrollar el plan de gestión de adquisiciones.
- Desarrollar el plan de gestión de integración.

### 1.3 Justificación

Este trabajo representa la posibilidad real de atacar dos problemas que afectan en gran medida a la sociedad venezolana, el déficit habitacional y el déficit de energía eléctrica. Adicionalmente, construir viviendas energéticamente eficientes, aparte de ser una posibilidad de inversión con retornos atractivos, es a la vez, una necesidad y una obligación de nuestra sociedad, en su innegable tendencia de procurar un equilibrio entre la satisfacción de las necesidades de sus integrantes y el consumo de los recursos de nuestro planeta. Finalmente, este trabajo me permitirá optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos otorgado por la Universidad Católica Andrés Bello, extensión Guayana.

# CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se explorarán las consideraciones conceptuales que se deben conocer para entender este estudio. Inicialmente se exponen las consideraciones teóricas generales acerca de los proyectos, su ciclo de vida, los grupos de procesos y las áreas de conocimiento. Luego se presentan las consideraciones para el diseño de viviendas energéticamente eficientes, y finalmente, se examinan brevemente los aspectos más resaltantes sobre la alimentación eléctrica con energía solar.

## 2.1 Los Proyectos. Consideraciones Generales

El marco conceptual de la gerencia de proyectos y su entorno se realiza en este trabajo con base en el vocabulario definido por el Project Management Institute en su libro "Project Management Body of Knowledge" (2008) y apoyado por otros autores destacándose entre estos Palacios (2007) y su "Gerencia de Proyectos, un Enfoque Latino" y PDVSA con su "Guías de Gerencia de Proyectos de Inversión de Capital" (1999).

El PMI, en su Cuerpo de Conocimientos de la Gerencia de Proyectos (2008), define proyecto como "un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único" (p. 5). Esta definición resalta tanto la temporalidad como la unicidad de resultado de los proyectos. La temporalidad se refiere a que todo proyecto tiene un principio y un final a diferencia de las actividades operacionales de una organización que tienen un carácter continuo. La unicidad del producto, servicio o resultado viene dada por las particularidades que diferencian a todos los proyectos entre sí.

Con respecto a la temporalidad de los proyectos, Palacios (2007) afirma que esta "se refiere al esfuerzo puntual realizado por el grupo de personas que se une por un tiempo para lograr el objetivo deseado" (p. 17). La unicidad por su parte, se debe, según este autor, a que "el resultado de un proyecto suele ser irrepetible, ya que implica hacer algo que no estaba hecho anteriormente". Que un proyecto tenga carácter temporal no quiere decir que sea corto. Según el PMI (2008), "el final de un proyecto se alcanza cuando se alcanzan los objetivos del mismo o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto" (p. 5).

Además de ser las bases fundamentales de la definición de proyectos, la temporalidad y la unicidad son las características que diferencian a los proyectos de las actividades operativas de las organizaciones. Mientras los proyectos tienen un inicio y un fin, las actividades operativas de las empresas se hacen de manera continua y por un tiempo indefinido. Asimismo, mientras el resultado de un proyecto es único e irrepetible, el resultado de las actividades operativas debe ser lo más repetible que se pueda.

Un observador no entrenado en la gerencia de proyectos, podría argumentar que si hacemos dos casas iguales como proyectos individuales, el producto resultante de ambos proyectos es el mismo. Sin embargo, hay diferencias fundamentales en este producto. La sola ubicación de las casas puede generar diferencias importantes como las características sísmicas de cada locación, las tuberías enterradas que pudieran haber que nos afectarían el diseño de las fundaciones, las conexiones a los servicios urbanísticos como electricidad, agua potable, cloacas y drenajes. Además de estas diferencias, debemos recordar que los proyectos son ejecutados por equipos de personas, que aún si lográramos mantener exactamente el mismo equipo para ambos proyectos, las decisiones y acciones para cada uno estarían influenciadas por muchos factores que no son exactamente repetibles por el carácter emotivo del ser humano.

Otra característica resaltante de los proyectos es la incertidumbre que los caracteriza, precisamente por la naturaleza única de su resultado. Esto es especialmente importante en la fase inicial de los proyectos, cuando el grado de definición del mismo es mínimo. Por esta razón, según el PMI (2008), se "hace necesario planificar con mayor dedicación que si se tratara de un trabajo de rutina" (p. 5).

Esta última característica le asigna una importancia especial a la dirección de proyectos, que está definida por el PMI (2008), como "la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo" (p. 6). Esto incluye desde la identificación de los requerimientos del proyecto hasta la verificación de que estos requerimientos se hayan logrado completamente, balanceando las restricciones contrapuestas del mismo, que incluyen alcance, calidad, cronograma, presupuesto, recursos y riesgo.

La dirección de proyectos tiene como fuente de información primaria el plan de proyecto "para determinar la manera en que se planificará, ejecutará, supervisará y controlará, y

cerrará el proyecto" (PMI, 2008, p. 48). El plan de proyecto está compuesto por un conjunto de planes subsidiarios que se definirán más adelante al presentar las áreas de conocimiento de la dirección de proyectos.

### 2.1.1 Indicadores Económicos de Proyectos de Inversión

Todo proyecto de inversión es evaluado antes de tomar la decisión de ser implantado. Los indicadores económicos nos dan información sobre los beneficios estimados de una inversión con base en los costos del proyecto, los beneficios estimados del mismo y el tiempo que deberá transcurrir antes de lograr ese beneficio.

Berman, 2007 asegura que entre los indicadores económicos tangibles, los más importantes son la TIR o Tasa Interna de Retorno, el VPN o Valor Presente Neto y el PRI o Período de Recuperación de Inversión. El TIR es la tasa de interés para la cual los ingresos totales actualizados es igual a los costos totales actualizados. Por ser una tasa de interés, el TIR representa un porcentaje que normalmente se compara con la tasa de interés a la cual el inversionista conseguiría préstamos de capital en el mercado financiero también conocida como la tasa de costo de capital o TCC. Para que un proyecto sea financieramente viable, la TIR de ese proyecto debe ser mayor que la TCC (p.35-40).

El VPN por su parte es el valor presente del flujo de caja futuro de una inversión. El VPN toma en cuenta todos los costos estimados y los beneficios estimados de una inversión, llevando estos montos futuros a valores presentes utilizando la TCC u otra tasa de descuento que el inversionista fija teniendo en cuenta otros factores del mercado como la inflación y/o la devaluación de la moneda. El VPN no representa un valor porcentual sino un valor numérico que de ser mayor que cero haría financieramente viable un proyecto.

El VPN y la TIR no son independientes. Todo lo contrario, Si la TIR es mayor que la TCC, el VPN es positivo. Si la TIR es igual a la TCC, el VPN es igual a cero. Finalmente, si la TIR es menor que la TCC, el VPN es negativo y por ende el proyecto no es viable económicamente.

El tercer indicador económico mencionado anteriormente es el Período de Recuperación de Inversión o PRI que no nos da idea del valor de la inversión por su monto, ni nos da una tasa de interés porcentual, sino una cantidad de tiempo necesaria para que el proyecto recupere el monto invertido. Para calcular el PRI, se toman los flujos de caja

acumulados y se interpolan los valores inmediatamente inferiores y superiores a cero, el tiempo resultante se le suma al último período de valor negativo, resultando el PRI. Como regla general, mientras más corto es el PRI, mejor es el proyecto.

### 2.1.2 Ciclo de vida del proyecto

Para entender el ciclo de vida de un proyecto se debe entender primero el ciclo de vida del producto resultante de ese proyecto. Esto se apreciará al entender que el proyecto no es un fin por si mismo sino un medio para obtener un producto (o resultado) que a su vez se justifica porque le permitirá a la organización cumplir con al menos un objetivo estratégico. Esto por la alineación que debe existir entre los objetivos del proyecto y los objetivos estratégicos de la organización promotora del mismo.

El ciclo de vida del producto comienza con la idea de producirlo, seguida por un estudio de factibilidad. De ser factible, se hace un proyecto para producir el producto, es aquí donde se inicia y completa el ciclo de vida del proyecto, mientras que el producto apenas está en sus etapas tempranas. Al finalizarse el proyecto comienza la fase operativa del producto, durante la cual suelen haber muchos otros proyectos para mejora, ampliación, cambio de tecnología y/o mantenimiento del producto, entre otros. El ciclo de vida del producto continúa hasta que el mismo se cierra porque sale del mercado o porque ya no cumple los objetivos para los que fue creado. En algunos casos, a pesar de que el producto salió del mercado, el ciclo de vida no ha terminado porque aún permanecen derechos de garantías u otras responsabilidades hacia los usuarios del mismo.

Cada uno de los proyectos que son parte del ciclo de vida del producto tiene su propio ciclo de vida, que viene dado por las fases por las que este pasa. No todos los proyectos pasan por las mismas fases. La secuencia y número de fases depende de varios factores destacándose entre estos, la necesidad de control que tenga la organización promotora del proyecto. Según el PMI (2008), el nombre y número de fases del proyecto se "determinan por las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación".

Sin embargo, el PMI (2008), generaliza un mínimo de cuatro fases para todos los proyectos, el inicio, la organización y preparación, la ejecución y el cierre del proyecto. La figura 1 muestra los niveles de costo y dotación de personal en estas cuatro fases del proyecto.

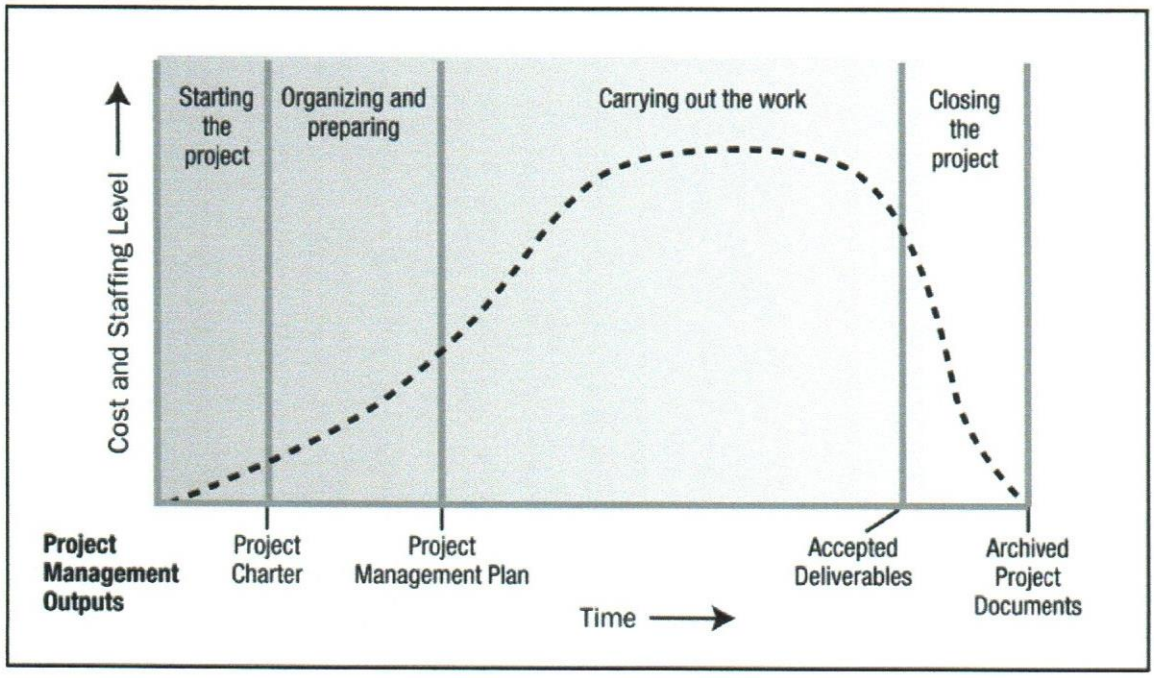


**Figura 1. Niveles típicos de costo y dotación de personal durante el ciclo de vida del proyecto.**

(PMI, 2008, p. 16)

Como se observa en esta figura, tanto el nivel de costo como el nivel de dotación de personal son bajos en las fases de inicio, preparación y cierre y en contraste, son muy altos en la fase de ejecución. Esta realidad le da una importancia crítica al final de la fase de organización y preparación también conocida como fase de definición y desarrollo o front end loading (FEL) por ser el momento en que el proyecto está totalmente definido y el gasto realizado ha sido relativamente bajo, porque la ejecución no se ha iniciado. Es en ese momento, con el proyecto totalmente definido, donde se hace la última revisión al plan de negocio y se decide la implantación o aborto del proyecto. De implantarse el proyecto, se comienza la fase de ejecución donde se incurren en los mayores costos del mismo. Esta fase culmina con la aceptación de los entregables por parte del cliente o usuario del producto del proyecto. Durante el cierre, la última fase del proyecto, se archivan los documentos del mismo incluyendo las lecciones aprendidas y se concretan los cierres administrativos y contractuales.

La secuencia de las fases del proyecto no es casual y su correcta implementación genera ahorro de dinero, disminución de tiempo de ejecución y mayor grado de cumplimiento de los objetivos. Como se observa en la figura 2 del PMI (2008), al inicio, los proyectos tienen

un bajo grado de definición, los costos son bajos y el riesgo, la incertidumbre y la capacidad de influencia por parte de los interesados sobre el proyecto son altos. Al transcurrir el tiempo y con el aumento de la definición, se disminuye el riesgo y la incertidumbre, así como también la capacidad de influencia de los interesados sobre el proyecto, mientras que los costos van aumentando.

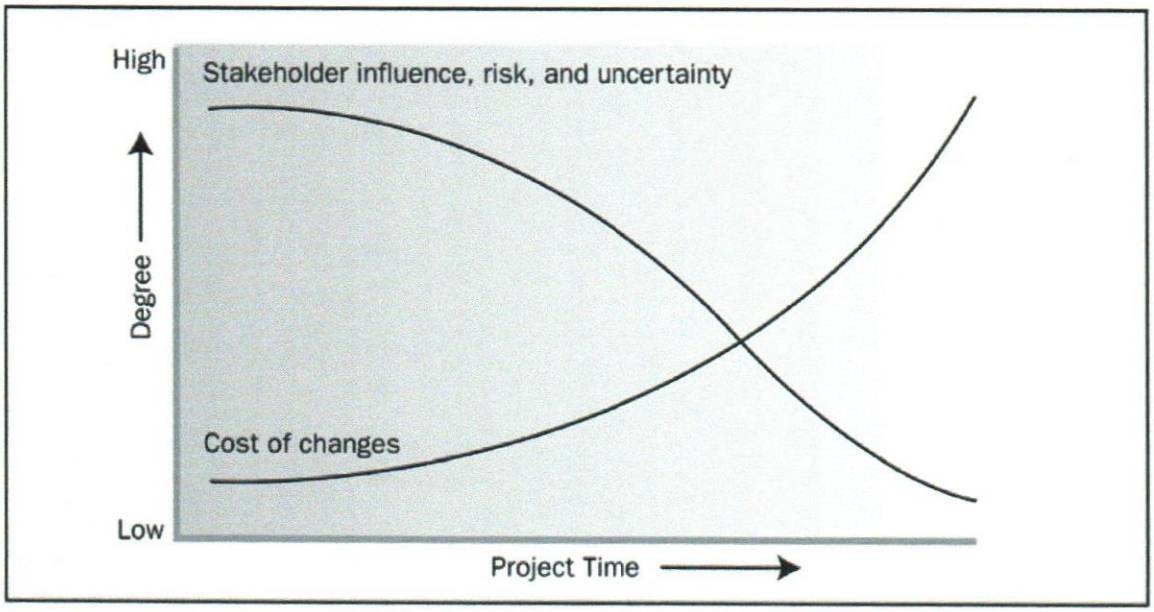


Figura 2. Relación entre el tiempo y costo, riesgo, incertidumbre e influencia de los interesados.

(PMI, 2008, p. 17).

Esta figura revela la importancia de cumplir con la secuencia de las fases. Todos los cambios o redefiniciones al alcance, por ejemplo, deben hacerse en las etapas tempranas del proyecto donde tienen menor incidencia sobre el costo. Asimismo, se deben recibir todos los requerimientos de los interesados al inicio del proyecto para incluirlos en la definición del mismo. Un cambio en los requerimientos del proyecto en etapas avanzadas impacta de manera importante en el costo del mismo, por replanificaciones y retrabajos que tendrían que llevarse a cabo.

A pesar de ser secuenciales, las fases de los proyectos se solapan parcialmente. La figura 3 (PDVSA, 1999), muestra este solape entre las fases. Un ejemplo típico de este solape o transición entre fases se genera entra la finalización de la etapa de ejecución o implantación y el inicio de la etapa de operación. En ese momento se hacen pruebas

conjuntas entre los equipos de proyecto y de operación para asegurar el correcto funcionamiento del producto antes de hacer la entrega formal del mismo.

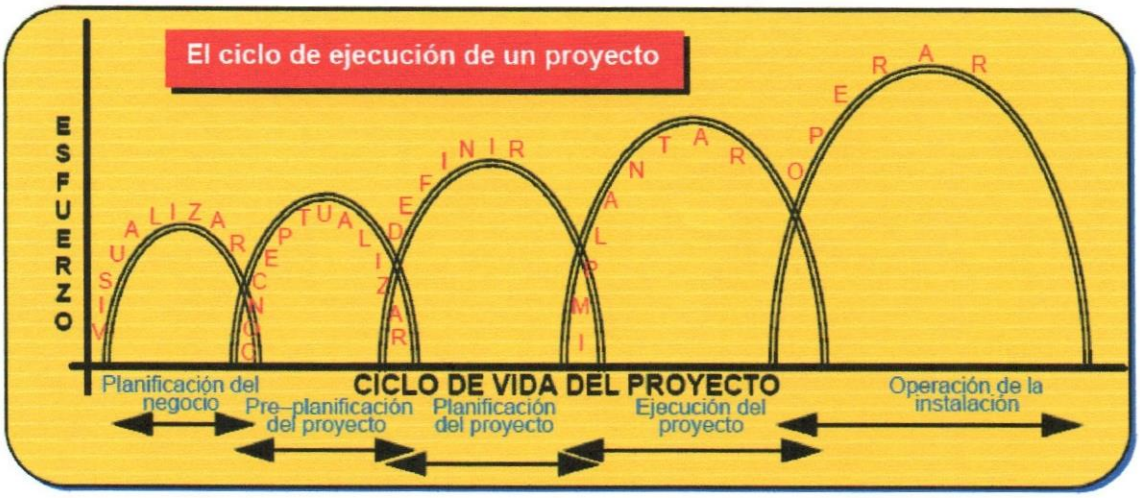


Figura 3. Ciclo de vida del Proyecto según GGPIC, 1999. (PDVSA, 1999, p. 15)

El solape entre fases se hace mucho mayor en proyectos que sigan un cronograma de fast tracking que implica la ejecución de actividades en paralelo que normalmente se harían de manera secuencial, solapándose estas actividades y en consecuencia las fases más de lo normal. Los proyectos que utilizan la técnica de compresión de fast tracking se caracterizan por tener mayor riesgo y mayor costo.

### 2.1.3 Grupos de procesos de la gerencia de proyectos

Como se indicó anteriormente, los proyectos no representan un fin por si mismos sino medio para lograr un fin dentro de un entorno organizacional. Como parte de ese entorno, los proyectos se interrelacionan con este a la vez que cumplen las actividades del proyecto a través de procesos que fueron agrupados por el PMI (2008) en cinco grupos de procesos, entiéndase los procesos de iniciación, planificación, ejecución, control y cierre.

Los procesos de iniciación son "realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente, mediante la obtención de la autorización para comenzar dicho proyecto o fase" (PMI, 2008, p.44). En los procesos de iniciación, siguiendo el estándar del PMI (2008), se define el alcance inicial del proyecto o fase, se asigna el presupuesto inicial, se identifican y registran los interesados, y se selecciona el director o gerente del proyecto.

Los procesos de planificación son los requeridos para "establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción necesario para alcanzar los objetivos para cuyo logro se emprendió el proyecto". El grupo de procesos de planificación es el más amplio con un total de veinte procesos. Es en estos procesos, donde se define el plan de proyecto con todos sus planes subsidiarios. Es aquí donde se realiza la definición y desarrollo del proyecto (FEL). En los procesos de planificación es donde se hace más evidente el carácter iterativo de los procesos de la gerencia de proyectos. Esto quiere decir que por el grado de interacción que tienen los procesos entre sí, la definición de aspectos como resultado de un proceso afecta el resultado de otros procesos, que a su vez al ser redefinidos afectarán los resultados de otros. Precisamente, es este carácter iterativo de la planificación lo que le agrega tanta importancia al grado de definición que debería tener un proyecto antes de ser ejecutado.

Los procesos de ejecución son "realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones del mismo" (PMI, 2008, p.55). Es en la realización de estos procesos donde se corren las consecuencias de haber completado o no adecuadamente los procesos de planificación. Evidentemente, en todo proyecto hay imprevistos. Sin embargo, los imprevistos deben ser la excepción y no la regla como suele suceder en proyectos mal planificados.

Los procesos de Seguimiento y Control son aquellos "requeridos para dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes" (PMI, 2008, p.59). En este grupo de procesos se monitorea la ejecución del proyecto y se compara con la planificación del mismo. Es aquí donde se deben detectar los cambios necesarios para que el proyecto cumpla con sus objetivos y recomendar las acciones correctivas.

El último grupo de procesos viene dado por los procesos de cierre, que son "realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo" (PMI, 2008, p.64). Además de las fallas de planificación, las fallas de cierre están entre las más comunes de la gerencia de proyectos. El hecho de haber entregado el producto puede generar la falsa percepción que el proyecto está concluido. Es en el proceso de cierre donde además de hacer los cierres administrativos y contractuales y archivar los documentos del proyecto, se

registran las lecciones aprendidas, que representan un valioso activo organizacional a ser aprovechado en proyectos futuros.

### 2.1.4 Áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos

Además de agrupar los procesos en los cinco grupos mencionados, el PMI "reconoce la necesidad de manejar un cuerpo básico de áreas de conocimiento, requeridos para ejecutar proyectos" (Palacios, 2007, p. 61). Estas áreas de conocimiento son integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos y adquisiciones.

| Knowledge Areas | Project Management Process Groups | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Initiating Process Group | Planning Process Group | Executing Process Group | Monitoring & Controlling Process Group | Closing Process Group |
| 4. Project Integration Management | 4.1 Develop Project Charter | 4.2 Develop Project Management Plan | 4.3 Direct and Manage Project Execution | 4.4 Monitor and Control Project Work<br>4.5 Perform Integrated Change Control | 4.6 Close Project or Phase |
| 5. Project Scope Management | | 5.1 Collect Requirements<br>5.2 Define Scope<br>5.3 Create WBS | | 5.4 Verify Scope<br>5.5 Control Scope | |
| 6. Project Time Management | | 6.1 Define Activities<br>6.2 Sequence Activities<br>6.3 Estimate Activity Resources<br>6.4 Estimate Activity Durations<br>6.5 Develop Schedule | | 6.6 Control Schedule | |
| 7. Project Cost Management | | 7.1 Estimate Costs<br>7.2 Determine Budget | | 7.3 Control Costs | |
| 8. Project Quality Management | | 8.1 Plan Quality | 8.2 Perform Quality Assurance | 8.3 Perform Quality Control | |
| 9. Project Human Resource Management | | 9.1 Develop Human Resource Plan | 9.2 Acquire Project Team<br>9.3 Develop Project Team<br>9.4 Manage Project Team | | |
| 10. Project Communications Management | 10.1 Identify Stakeholders | 10.2 Plan Communications | 10.3 Distribute Information<br>10.4 Manage Stakeholder Expectations | 10.5 Report Performance | |
| 11. Project Risk Management | | 11.1 Plan Risk Management<br>11.2 Identify Risks<br>11.3 Perform Qualitative Risk Analysis<br>11.4 Perform Quantitative Risk Analysis<br>11.5 Plan Risk Responses | | 11.6 Monitor and Control Risks | |
| 12. Project Procurement Management | | 12.1 Plan Procurements | 12.2 Conduct Procurements | 12.3 Administer Procurements | 12.4 Close Procurements |

Tabla 1. Grupos de procesos y áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos. (PMI, 2008, p. 43)

La tabla 1 establece la correlación entre los cinco grupos de procesos y las nueve áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos mostrando la ubicación de cada uno de los 42 procesos del estándar del PMI (2008, p. 43). La gestión de cada una de estas áreas de conocimiento implica la ejecución de los procesos que forman parte de esta siempre y cuando estos procesos sean aplicables al proyecto que se está gerenciando. Esto porque el PMI (2008) sostiene que sus procesos son aplicables "a la mayoría de los proyectos, la mayor parte del tiempo, y que existe consenso sobre su valor y utilidad" (p. 4).

#### 2.1.4.1 Gestión de la Integración del Proyecto

"La Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos de dirección de proyectos" PMI (2008, p. 71). A pesar de la importancia del equipo de proyecto, esta es el área de conocimiento por excelencia del gerente de proyecto. Es su responsabilidad velar por la articulación de la gestión de todas las otras áreas de conocimiento. Es aquí donde se vela por el cumplimiento de la iteratividad de los procesos de la gerencia de proyectos, descrita anteriormente, gracias a la cual, los cambios generados en un proceso son analizados y sus influencias son reflejadas en los otros procesos. Los procesos de la gestión de la integración son:

- Desarrollar el acta de constitución del proyecto
- Desarrollar el plan para la dirección del proyecto
- Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto
- Monitorear y controlar el trabajo del proyecto
- Realizar control Integrado de cambios
- Cerrar el proyecto o la fase

#### 2.1.4.2 Gestión del Alcance del Proyecto

"La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente todo) el trabajo requerido para completarlo con éxito. El objetivo principal de la Gestión del Alcance del Proyecto es definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto". Cuando se habla del alcance del proyecto se incluye tanto el alcance del producto como el alcance del proyecto. El alcance del producto se refiere a las características y funciones que lo definen y el alcance del

proyecto se refiere al trabajo que debe realizarse para entregar el mencionado producto con las características y funciones especificadas PMI (2008, p. 103). Los procesos de la gestión del Alcance son:

- Recopilar los Requisitos
- Definir el Alcance
- Crear la Estructura Desagregada del Trabajo (EDT)
- Verificar el Alcance
- Controlar el Alcance

#### 2.1.4.3 Gestión del Tiempo del Proyecto

"La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo" PMI (2008, p. 129). Los procesos de la gestión del tiempo son:

- Definir las Actividades
- Secuenciar las Actividades
- Estimar los Recursos para las Actividades
- Estimar la Duración de las Actividades
- Desarrollar el Cronograma
- Controlar el Cronograma

#### 2.1.4.4 Gestión de los Costos del Proyecto

"Estimar los Costos es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. La estimación de costos es una predicción basada en la información disponible en un momento dado. Incluye la identificación y consideración de diversas alternativas de cómputo de costos para iniciar y completar el proyecto" PMI (2008, p. 165). Los procesos de la gestión de costos son:

- Estimar los Costos
- Determinar el Presupuesto
- Controlar los Costos

#### 2.1.4.5 Gestión de la Calidad del Proyecto

"La Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad con el fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales fue emprendido" (PMI, 2008, p. 189). Los procesos de la gestión de la calidad son:

- Planificar la Calidad
- Realizar el Aseguramiento de Calidad
- Realizar el Control de Calidad

#### 2.1.4.6 Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto

"La Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen el equipo del proyecto. El equipo del proyecto está conformado por aquellas personas a las que se les han asignado roles y responsabilidades para completar el proyecto" (PMI, 2008, p. 215). Los procesos de la gestión de los recursos humanos son:

- Desarrollar el Plan de Recursos Humanos
- Adquirir el Equipo del Proyecto
- Desarrollar el Equipo del Proyecto
- Gestionar el Equipo del Proyecto

#### 2.1.4.7 Gestión de las Comunicaciones del Proyecto

"La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluye los procesos requeridos para garantizar que la generación, la recopilación, la distribución, el almacenamiento, la recuperación y la disposición final de la información del proyecto sean adecuados y oportunos" (PMI, 2008, p. 243). Los procesos de la gestión de las comunicaciones son:

- Identificar a los Interesados
- Planificar las Comunicaciones
- Distribuir la Información
- Gestionar las Expectativas de los Interesados
- Informar el Desempeño

#### 2.1.4.8 Gestión de los Riesgos del Proyecto

"La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto. Los objetivos de

la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto" (PMI, 2008, p. 273). Los procesos de la gestión de los riesgos son:

- Planificar la Gestión de Riesgos
- Identificar los Riesgos
- Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos
- Realizar Análisis Cuantitativo de Riesgos
- Planificar la Respuesta a los Riesgos
- Dar seguimiento y Controlar los Riesgos

#### 2.1.4.9 Gestión de las Adquisiciones del Proyecto

"La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos de compra o adquisición de los productos, servicios o resultados que es necesario obtener fuera del equipo del proyecto" (PMI, 2008, p. 313). Los procesos de la gestión de las adquisiciones son:

- Planificar las Adquisiciones
- Efectuar las Adquisiciones
- Administrar las Adquisiciones
- Cerrar las Adquisiciones

## 2.2 Las Viviendas. Consideraciones para su Diseño

Para diseñar una vivienda energéticamente eficiente se debe comenzar teniendo claridad de las condiciones climáticas del lugar donde estará ubicada la misma. Luego se debe entender que, con las condiciones dadas del sitio, se debe lograr un espacio confortable para sus habitantes, tratando de minimizar el consumo energético. Todo esto se hará tomando en cuenta las los factores culturales en cuanto a la apariencia estética de la vivienda y a los materiales de construcción utilizados.

Carúpano posee el clima típico de la costa norte de Venezuela, las temperaturas varían entre 24 y 40°C con un promedio cerca de 31°C y la humedad relativa está entre 52 y 96% con un promedio alrededor de 80%. Estos climas cálidos y de alta humedad relativa están entre los más difíciles de acondicionar de forma pasiva, es decir sin el uso de equipos mecánicos para alcanzar ambientes confortables. Sin embargo, es posible minimizar el acondicionamiento mecánico usando criterios de diseño adecuados. "Los

criterios de diseño para concebir edificaciones con alta eficiencia energética deben estar dirigidos a privilegiar el acondicionamiento pasivo y la iluminación natural, así como a usar racionalmente el acondicionamiento mecánico cuando las necesidades de uso así lo requieran" (Sosa y Siem, 2004a, p.1).

Uno de estos criterios es la reducción del factor área envolvente/piso (FAEP) que no es más que la relación entre la suma de las áreas de paredes externas y techo divididas entre la superficie cubierta de la edificación. "Un valor mayor de 3 (de FAEP) nos está indicando que el edificio está alejado de una forma eficiente desde el punto de vista de la conservación de energía" (Esteves y Gelardi, 2003, p. 32). Es crítica, además, la adecuada selección de los materiales de la envolvente, dando preferencia a materiales de menor conductividad térmica, entiéndase, menor capacidad de conducir calor, lo que implica mayor capacidad de aislamiento térmico.

Otro criterio de diseño a considerar es la ubicación de las ventanas, para asegurar tanto la luz natural, evitando la utilización de luz eléctrica durante el día, como la ventilación natural, disminuyendo el tiempo de utilización de equipos mecánicos para el enfriamiento. En la ubicación y diseño de las ventanas debe considerarse la existencia de artefactos que generen sombra sobre la superficie exterior de estas para que permitan la entrada de luz y/o aire natural sin recibir la radiación solar directa, porque esto incidiría en el aumento de la temperatura interior de la vivienda.

Los criterios mencionados para el diseño de la casa incidirán directamente en dos aspectos a considerarse, la apariencia estética de la casa y el costo de su construcción.

La apariencia estética es crucial para asegurar la aceptación por parte del sector de mercado considerado el cliente potencial para la adquisición de las viviendas, las familias de clase media de Carúpano. La importancia de la resistencia al cambio en cuanto a la apariencia estética de la vivienda no se debe subestimar. En este sentido Marrero (citado en Contreras y Owen, 2000) asegura que "la resistencia al cambio ha representado uno de los factores principales del fracaso de la aplicación de propuestas que aun cuando sean muy eficientes, no logran introducirse en la técnica constructiva popular" (p.55).

Se requiere, entonces, un diseño de vivienda energéticamente eficiente con características estéticas que no generen mayor resistencia por parte de los potenciales compradores. Esto quiere decir que la vivienda resultante debe tener características

diferenciales tales como alimentación parcial de energía solar, un valor de FEAP no muy elevado, materiales con capacidad aislante en la envolvente y ventanas no expuestas a la radiación solar, sin cambiar en mayor grado la "estética aceptable deseada" por los potenciales clientes.

Sosa y Siem (2004b) consideran que las tres estrategias fundamentales hacia las cuales debe ir orientado el diseño de viviendas energéticamente eficientes en Venezuela son la mitigación de las cargas de calor solar, el aprovechamiento de la ventilación natural y el control de la iluminación natural (p.3). Estas tres estrategias se consideran en el diseño de la vivienda básicamente en su orientación y forma geométrica y en los elementos constructivos para su construcción.

### 2.2.1 Orientación y forma geométrica

Los principales elementos a tomar en cuenta para la orientación de la vivienda son la orientación solar y la dirección predominante del viento. Con respecto a la orientación solar, las fachadas más largas no deberían estar orientadas hacia el Este ni hacia el Oeste porque allí recibirían mayor radiación solar. Así mismo, las fachadas con mayor cantidad de aberturas, entiéndase ventanas, puertas y entradas de ventilación, tampoco deberían estar orientadas hacia el Este u Oeste. Con respecto a la Dirección predominante del viento, las fachadas más amplias deberían estar ubicadas hacia el barlovento o zona de presión positiva y hacia el sotavento o zona de presión negativa. Estas fachadas más amplias que dan de frente y de espalda hacia el viento también deberían tener la mayor cantidad de aberturas.

Sin embargo, "cuando la orientación solar óptima de la edificación plantea un conflicto con la orientación óptima del viento, se puede utilizar el juego de volúmenes en fachadas para orientar la trayectoria del viento a través de la edificación" (Sosa y Siem, 2004b, p. 31). Esto se detalla en la figura 4, donde a pesar de ser contraria la orientación solar óptima y la orientación óptima del viento, se saca provecho de ambas con el diseño adecuado.

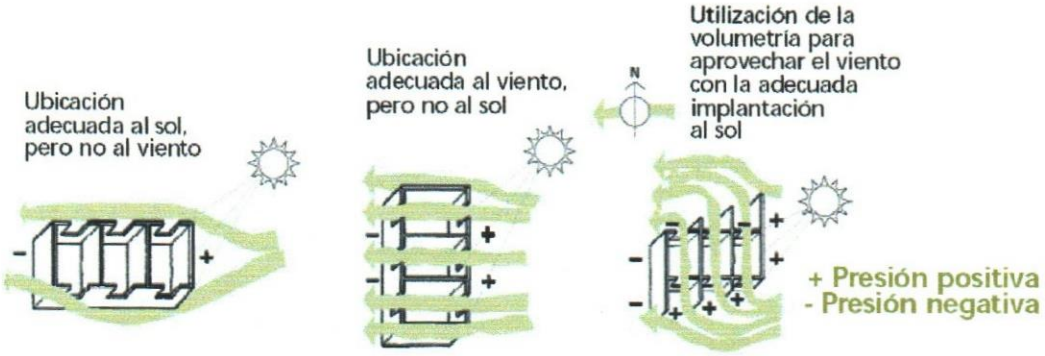


**Figura 4. Orientación solar óptima y orientación optima del viento y conflicto entre estas.**

(Sosa y Siem, 2004b, p. 31)

**Como se observa en la figura 4 tanto la orientación como la forma geométrica de las viviendas juegan un rol importante en el diseño energéticamente eficiente de viviendas. Otros dos factores que tienen que ver con la forma geométrica también son criterios importantes a considerar en el diseño, uno es el ya explicado en el capítulo anterior factor área envolvente/piso (FAEP) y el otro es la altura de los ambientes anteriores.**

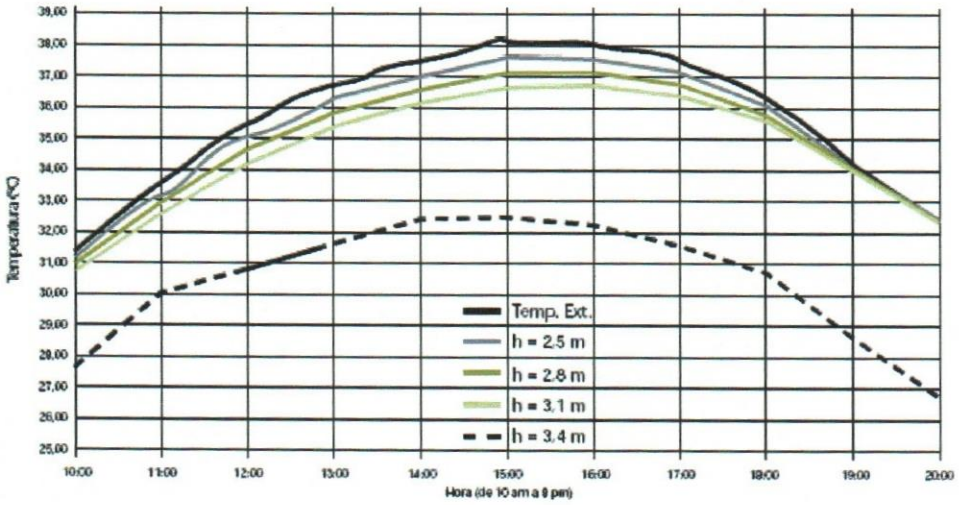


**Figura 5. Variación de la temperatura interior en función de la altura libre del entrepiso. Caso sin ventilación. (Sosa y Siem, 2004b, p. 37)**

**En la figura 5, se observa que mientras mayor sea la altura libre, menor es la temperatura interior, obteniéndose hasta 5 °C de diferencia con un aumento de altura de 90 cm. Por**

otro lado, al aumentar la altura libre interior también estamos aumentando el FEAP, alejando la edificación de la forma teóricamente eficiente. Por esto, a pesar de todos los criterios de diseño a disposición del arquitecto para mejorar el desempeño energético de las viviendas, no es tarea fácil llegar a un diseño óptimo, porque muchos de estos criterios además de competir entre sí, compiten también con el criterio del costo competitivo en el mercado. En este sentido, es importante que el diseñador tenga la habilidad de sopesar estos criterios para encontrar una solución de compromiso que mantenga la factibilidad técnica y económica del proyecto.

### 2.2.2 Elementos constructivos

La envolvente de una vivienda almacena el calor generado tanto por factores externos, entre ellos la radiación solar como por factores internos como el calor generado por personas y equipos. La cantidad de calor que almacena la envolvente, depende del calor específico (cantidad de calor que almacena un Kg de material por cada °C de aumento de temperatura) y la densidad de los materiales que conforman los cerramientos" (Hobaica, Sosa y Rosales, 2000, p. 137). Parte de este calor acumulado es transmitido al aire interior. La cantidad de calor transmitido depende, además del calor específico y la densidad, de la conductividad del material.

El proceso de transmisión de calor desde la envolvente hacia el interior de la vivienda está "vinculado al concepto de masa térmica o inercia térmica de una edificación, el cual se refiere a la característica que tiene la edificación en su conjunto de amortiguar el calor que incide sobre ella y transmitirlo al interior con retardo" (Sosa y Siem, 2004a, p. 4).

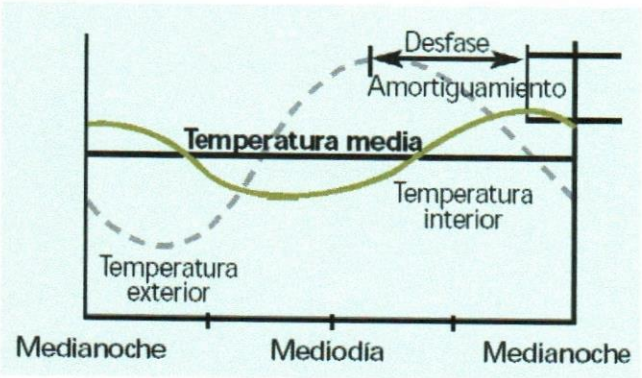


Figura 6. Mecanismo de Inercia Térmica. (Sosa y Siem, 2004b, p. 16)

En la figura 6 se observa el mecanismo de inercia térmica que ejercen los materiales de la envolvente de la edificación. El desfase, representa el tiempo que pase entre las temperaturas máxima externa y máxima interna. El amortiguamiento representa la diferencia térmica entre estas temperaturas máxima externa y máxima interna. Sosa y Siem añaden que una edificación se considera pesada si la inercia térmica es fuerte, entiéndase desfase y amortiguamiento altos y se considera liviana si la inercia térmica es débil o con desfase y amortiguamiento bajos (2004a).

Como regla general se considera que para edificaciones de uso diurno solamente y enfriadas activamente o con sistemas de aire acondicionado es conveniente una inercia térmica fuerte y para edificaciones de uso diurno y nocturno y enfriadas pasivamente o con ventilación natural es más conveniente una inercia débil o media (Sosa y Siem, 2004b).

### 2.3 Alimentación de electricidad con energía solar

Además de considerar viviendas energéticamente eficientes, este estudio pretende que estas viviendas produzcan una parte de la electricidad que consumen aprovechando la energía del sol. A pesar de que en Venezuela, el aprovechamiento de la energía solar es muy poco común, a nivel mundial, la generación de electricidad a partir de esta energía aumenta cada año. Hernández (2007), asegura que "en el 2006, la producción mundial de potencia fotovoltaica alcanzó 2368 MW que comparada con la del 2000 representa un incremento del 823%" (p. 8).

La figura 7 muestra este incremento y como se espera que el mismo continúe por lo menos hasta el año 2010 (Hernández, 2007, p. 8). La razón de este incremento es que la energía fotovoltaica "pasa a constituirse en la generación de energía eléctrica más limpia y con menos efectos nocivos conocidos" (Roldán, 2005, p. 16).

Asimismo, la energía solar es la de mayor disponibilidad en la tierra. Según Hernández (2007), la radiación solar incidente sobre nuestro planeta equivale a "más de 800.000 millones de GWh de energía en un ..., y es 500 veces mayor que el equivalente energético suministrado por todas las demás fuentes de energía" (p. 7).

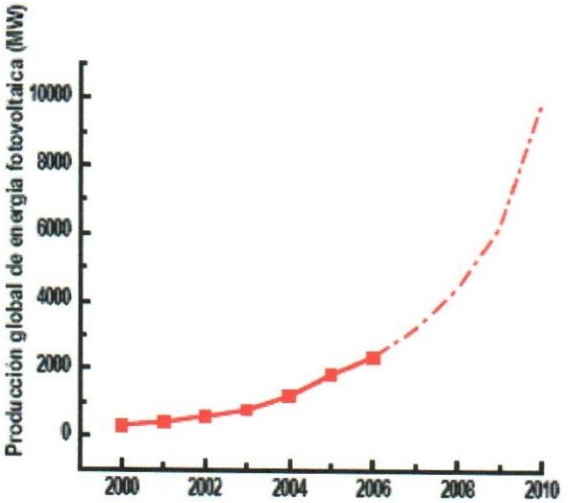


Figura 7. Producción global fotovoltaica. (Hernández, 2007, p. 7)

Además de esta gran disponibilidad y de lo ecológicamente sustentable, la energía fotovoltaica tiene otras ventajas importantes, incluyendo lo instantánea que es su conversión, la sustentabilidad de su tecnología, la facilidad de su producción, y el bajo costo del mantenimiento de sus instalaciones (Hernández, 2007, p. 8). Otro beneficio del uso de la energía solar es que, según Roldán (2005), la vida útil típica de la infraestructura de generación es de 25 a 30 años y el hecho que la amortización es de 10 a 11 años nos genera un "ciclo de vida donde, aproximadamente, 14 años o más, serán de generación de energía eléctrica prácticamente "gratis", toda vez que se dé un correcto mantenimiento de los sistemas" (p. 15).

A pesar de todas estas ventajas, es innegable que la principal desventaja de generar electricidad con energía solar es su costo, principalmente generado por los altos montos necesarios para la inversión inicial de las instalaciones fotovoltaicas. Para la disminución de estos costos, es imperativo mejorar la eficiencia de las celdas solares actuales. Roldán (2005) asegura que la "eficiencia de conversión energética que se traduce en una relación entre energía luminosa utilizada y la energía eléctrica generada", es actualmente "del orden de 9% a 12%. Sin embargo, existe una empresa en California, EEUU, que asegura haber fabricado un panel solar con una eficiencia de 40.7% (erenovable.com, 2010). Además, se están construyendo paneles solares con células fotovoltaicas orgánicas con una eficiencia inferior, alrededor del 5%, pero con un costo también muy inferior que llevaría el costo de la energía solar a niveles competitivos (www.gstriatum.com, 2010).

Además del aumento de la eficiencia de las celdas solares y de la incorporación de celdas fotovoltaicas orgánicas, la tecnología para la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar ha evolucionado bastante en las últimas décadas. Entre estas evoluciones tecnológicas destaca el incremento de la eficiencia de los paneles solares a través de las celdas solares tándem por un lado y las celdas cuánticas por otro. Hernández (2007) describe las celdas tándem como dispositivos fotovoltaicos que absorben una gran parte del espectro solar utilizando más de una celda solar. Por un lado absorben la radiación de menor longitud de onda a través de una celda cuyo semiconductor tiene un mayor ancho de banda y por otro lado absorben la radiación de mayor longitud de onda por celdas semiconductoras de menor ancho de banda (p. 9).

Las celdas cuánticas, otro importante avance de la tecnología para aumentar la eficiencia de las celdas fotovoltaicas, "poseen capas nanométricas donde los efectos de confinamiento cuántico extienden la absorción de fotones a longitudes de onda más cortas" (Hernández (2007), p. 11), aumentando así la eficiencia en el aprovechamiento de la radiación solar.

Estos avances, sin embargo, no influyen directamente en la tecnología a ser considerada en nuestro estudio. La tecnología de las células fotovoltaicas para los paneles de nuestras viviendas será de primera generación, por ser la tecnología dominante en el mercado, que consiste en una gran superficie de cristal simple "con unión diodo p-n, capaz de generar energía eléctrica a partir de fuentes de luz con longitudes de onda similares a las que llegan a la superficie de la Tierra provenientes del sol.... Estas células están fabricadas, usualmente, usando un proceso de difusión con obleas de silicio". Cada célula fotovoltaica está compuesta de, al menos, dos delgadas láminas de silicio. Una dopada con elementos con menos electrones de valencia que el silicio, denominada P y otra con elementos con más electrones que los átomos de silicio, denominada N. Ambas están separadas por un semiconductor" (http://es.wikipedia.org, 2010). Al incidir la luz solar sobre la celda, se genera una diferencia de potencial entre las capas P y N, la cual es transmitida como corriente eléctrica continua a través de conductores a un acumulador, que a su vez está conectado a un equipo inversor, que transforma la corriente continua a corriente alterna, lista para usarse en la residencia.

En nuestro caso particular, los paneles fotovoltaicos estarán instalados en una sección del techo de la vivienda, orientados buscando optimizar la posición solar. El banco de

baterías (acumulador de corriente) y el inversor / regulador de corriente estarán ubicados cada uno dentro de un closet ventilado en el área de servicio de la vivienda. Este sistema estará conectado a un tablero de interruptores separado del tablero principal de la vivienda. El tablero alimentado con energía solar, proveerá el consumo eléctrico de la nevera, algunas lámparas con luces fluorescentes de bajo consumo, y dos o tres tomacorrientes que pueden alimentar cargadores de teléfono celular, televisor, computadora o algún otro equipo de bajo consumo. La alimentación eléctrica de estos equipos estará garantizada aunque haya cortes o racionamientos por parte del suministro del sistema interconectado nacional.

# CAPÍTULO III: MARCO ORGANIZACIONAL

En este capítulo se analizan muy brevemente los factores organizacionales más relevantes que influencian el proyecto.

El autor decidió hacer este plan de proyecto por diversas razones. En primer lugar, se pretende afianzar los conocimientos adquiridos en el postgrado en gerencia de proyectos y en los estudios para la certificación PMP (Project Management Professional), otorgada por el PMI. Además, se intenta ser parte de la solución en la búsqueda de la construcción de una sociedad con criterios más sustentables en cuanto a métodos constructivos y uso de energía. Adicionalmente, como emprendedor privado en el sector de la ingeniería y la construcción, el autor ve en este proyecto una posibilidad de inversión rentable y una posibilidad de darle un uso adecuado a un terreno de aproximadamente 7400 $m^2$ en la ciudad de Carúpano, estado Sucre, propiedad de la familia desde hace más de 30 años.

Este emprendimiento personal se ve respaldado por MM22, C.A., una empresa dedicada a la consultoría en ingeniería y a la gerencia de proyectos propiedad del autor y su esposa fundada en el año 2004. El emprendimiento de este proyecto se plantea como una oportunidad para una extensión en el rango de actividades de la empresa, y de ejecutarse podría ser el proyecto pionero de una serie de desarrollos inmobiliarios que tomen en cuenta la eficiencia energética de las edificaciones residenciales y que aporten una parte de la energía que utilizan mediante el aprovechamiento de el enorme potencial de energía solar y eólica de nuestro país.

El autor está consciente de que la situación política actual no es precisamente estimuladora del emprendimiento privado. Sin embargo, la realidad del país reflejada claramente en el déficit habitacional y en la crisis eléctrica es ineludible, y de no encontrarse soluciones que en pequeñas, medianas y grandes escalas se avoquen a la transformación de esta realidad, se profundizarían de manera crítica estos problemas. Es por esto que, a pesar de que la situación política no es la más favorable, debemos seguir comprometidos a construir una sociedad más sustentable, tanto en el sentido económico como en el sentido social y en el sentido ambiental.

# CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se analizarán los aspectos metodológicos de esta investigación. Se iniciará con la caracterización del estudio, luego se mencionarán los métodos, herramientas y técnicas que serán utilizados para su realización. Finalmente, se hará un breve análisis de la factibilidad del estudio y de las consideraciones éticas concernientes.

## 4.1 Tipo de Investigación

Este estudio es una investigación aplicada emprendida bajo la modalidad de proyecto factible con el objetivo de generar el plan de proyecto de la construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar. Este plan de proyecto estará conformado por un conjunto de planes subsidiarios concebidos bajo el estándar del PMI en su Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos, 2008.

"El proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales" (Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2003, p.16). Los problemas que se pretenden acometer parcialmente son el déficit habitacional y la crisis eléctrica proponiendo una alternativa de vivienda energéticamente eficiente y con alimentación eléctrica parcial solar por medio de un sistema de paneles fotovoltaicos.

## 4.2 Unidad de Análisis

La unidad de análisis es el proyecto de la construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar en una parcela de 7400 $m^2$ en Carúpano, Estado Sucre.

## 4.3 Definición y Operacionalización de las Variables

Las variables de este trabajo están más en función del estándar del PMI que en función del método científico. Una de las características más importantes de estas variables es su interdependencia. En este caso entonces, no se puede hablar de una variable

independiente y una o más variables dependientes, sino de todas las variables interdependientes.

| VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES | CATEGORÍA RESPUESTA |
|---|---|---|---|
| Diseño de las Viviendas | Eficiencia Energética | Aumento de Resistencia Térmica en Paredes | Presente / Ausente |
| | | Minimizar el factor área envolvente/piso (FAEP) | Presente / Ausente |
| | | Minimizar Radiación Solar en Ventanas | Presente / Ausente |
| | Alimentación Eléctrica Parcial con Energía Solar | Inclusión de Equipos para Alimentación Solar | Presente / Ausente |
| Factibilidad Económica | Rentabilidad de Inversion | VPN, TIR | Presente / Ausente |
| | Tiempo de Recuperación | PRI | Presente / Ausente |
| Plan de Proyecto | Plan de Gestion de Integración | Cuadro de Control de Cambios | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion de Alcance | Estructura Desagregada de Trabajo | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion del Tiempo | Cronograma de Actividades | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion del Costo | Presupuesto por Actividad | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion de Calidad | Matriz de Aseguramiento y Control | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion del Riesgo | Matriz Cuantitativa del Riesgo | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion de RH | Matriz de Responsabilidades Detalladas | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion de Comunicaciones | Cuadro de Comunicaciones Externas | Presente / Ausente |
| | Plan de Gestion de Adquisiciones | Matriz de Contrataciones | Presente / Ausente |

Tabla 2. Operacionalización de las Variables.

### 4.4 Cronograma de Trabajo

El tiempo estimado para la realización de este plan de gestión de proyecto es de diecinueve semanas. Se estima una semana para cada uno de los nueve planes subsidiarios a excepción de los planes de gestión del tiempo y del costo para cada uno de los cuales se estiman dos semanas. Además se estiman dos semanas para la primera iteración de los planes, una semana para la segunda iteración, dos semanas para la redacción del trabajo final, dos semanas para la revisión del asesor y una semana para la

revisión final del trabajo. La figura 8 muestra el cronograma con un inicio programado para finales del mes de julio y una finalización a principios del mes de diciembre.

| ITEM | PLAN DE GESTION DEL PROYECTO | INICIO | FIN | JUL | AGOSTO | | | | SEPTIEMBRE | | | | OCTUBRE | | | | NOV | | | | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plan de Gestión de Integración. | 24-jul | 30-jul | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Plan de Gestión de Alcance. | 31-jul | 06-ago | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Plan de Gestión del Tiempo. | 07-ago | 20-ago | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Plan de Gestión de Costo. | 21-ago | 03-sep | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Iteración de Planes Existentes 1 | 04-sep | 17-sep | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Plan de Gestión de la Calidad. | 18-sep | 24-sep | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Plan de Gestión del Recurso Humano. | 25-sep | 01-oct | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Plan de Gestión de las Comunicaciones. | 02-oct | 08-oct | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Plan de Gestión de los Riesgos. | 09-oct | 15-oct | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Plan de Gestión de las Adquisiciones. | 16-oct | 22-oct | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Iteración de Planes Existentes 2 | 23-oct | 29-oct | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Redacción de Trabajo Final | 30-oct | 12-nov | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Revisión por parte de Asesor | 13-nov | 26-nov | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Revision Final | 27-nov | 03-dic | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 8. Cronograma de Investigación.

### 4.5 Factibilidad de la investigación

La realización de esta investigación se considera completamente factible debido a que se cuentan con los recursos humanos, técnicos y financieros para su elaboración. Además de esto, dentro del cronograma establecido, se dispone del tiempo y del acceso a la información necesarios para su culminación.

### 4.6 Consideraciones éticas

El plan de gestión del proyecto construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes y con alimentación parcial de energía eléctrica solar se hará respetando los derechos de autor de todas las referencias utilizadas. Los resultados, conclusiones y recomendaciones de este estudio estarán disponibles para los interesados en conocer el proyecto y sus implicaciones.

Por las circunstancias descritas en capítulos anteriores con respecto a tres variables fundamentales como lo son el déficit habitacional, la crisis eléctrica venezolana y la crisis ambiental y energética mundial, la implicación ética de mayor importancia para esta investigación es generar una nueva conciencia hacia la manera de construir viviendas en Venezuela. Este trabajo representa apenas un inicio de un largo camino que debemos recorrer hacia un nuevo concepto en el uso de la energía a nivel residencial. Por esto, sería éticamente reprochable, que como profesionales conscientes de las mencionadas circunstancias no hagamos nada para comenzar a recorrer ese camino.

Adicionalmente a estas consideraciones y como profesional PMP certificado y miembro del PMI, el autor se adhiere al código de ética del PMI y se compromete a cumplir sus estándares de conducta en cuanto a la responsabilidad, el respeto, la equidad y la honestidad descritos en el mismo en su actualización del año 2006.

# CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo presenta el desarrollo del trabajo. Se comienza explicando los indicadores económicos que demuestran la viabilidad del proyecto, luego se presentan los criterios de diseño que se definieron para que las viviendas sean energéticamente eficientes y parcialmente alimentadas con energía eléctrica solar y finalmente se exponen los nueve planes subsidiarios que componen el plan de ejecución del proyecto.

## 5.1 Indicadores Económicos del Proyecto

A continuación se presentan los indicadores económicos que prueban la viabilidad económica del proyecto. La tabla 3 y la figura 9 muestran el flujo de caja del proyecto.

| DESCRIPCIÓN | INICIO | AÑO 1 | | | | AÑO2 | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TRIM 1 | TRIM 2 | TRIM 3 | TRIM 4 | TRIM 1 | TRIM 2 | |
| EGRESOS POR PERIODO | -700 | -300 | -700 | -4.860 | -4.590 | -1.050 | | -12.200 |
| INGRESOS POR PERIODO | 0 | 0 | 0 | 2.800 | 3.500 | 3.500 | 4.200 | 14.000 |
| FLUJO DE CAJA | -700 | -300 | -700 | -2.060 | -1.090 | 2.450 | 4.200 | 1.800 |

Tabla 3. Flujo de Caja del Proyecto en Miles de Bs.

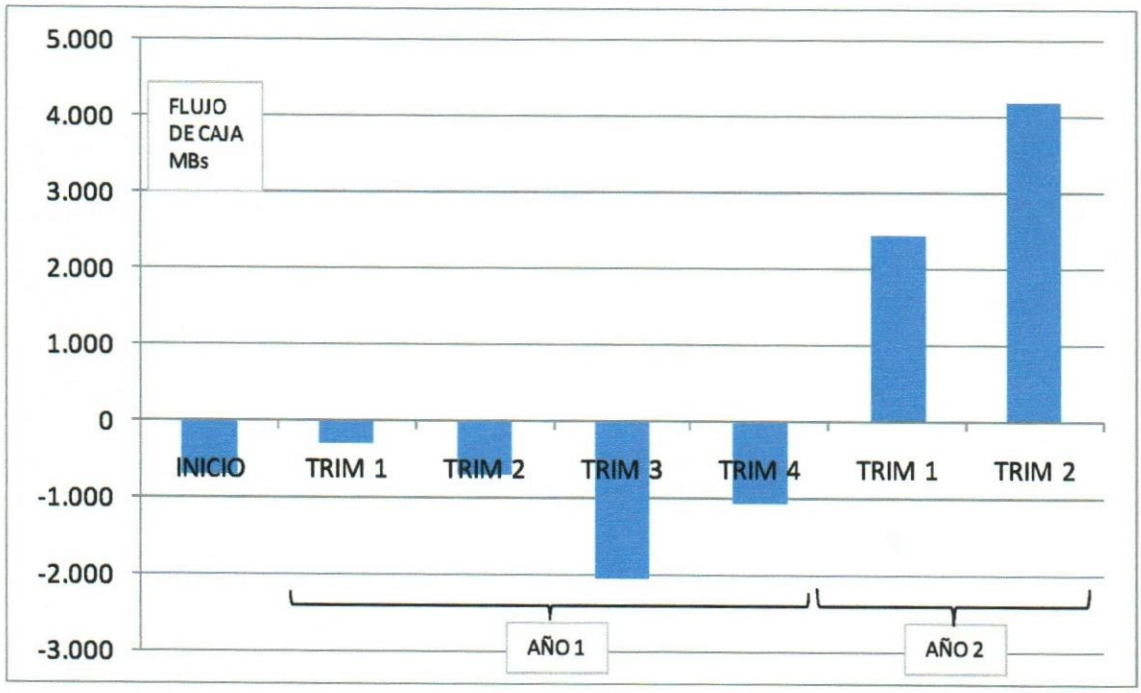


Figura 9. Flujo de Caja del Proyecto en Valores Corrientes.

La figura 9 muestra el flujo de caja del proyecto con valores corrientes. Estos valores fueron descontados a valores presentes a una tasa de 6% trimestral, lo que representa un 26,25% anual, y el flujo de caja descontado resultante se muestra en la figura 10.

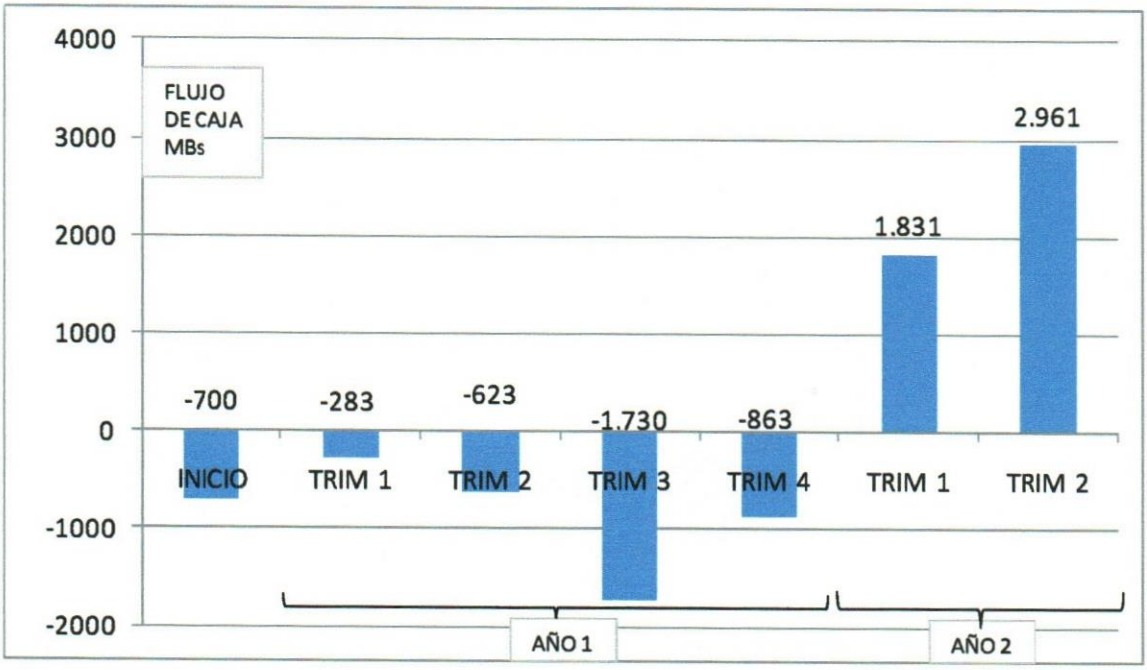


Figura 10. Flujo de Caja del Proyecto en Valores Descontados al 6% trimestral.

Esto da lugar al cálculo del Valor Presente Neto o VPN y la Tasa Interna de Retorno o TIR que se presentan en la tabla 4. Se presenta el VPN para tasas del 6%, 8% y 10% trimestral que representan 26,25%, 36,05% y 46,41% anual respectivamente. Actualmente, es suficientemente conservador trabajar con una tasa trimestral del 6%. Con esta tasa el VPN del proyecto es Bs. 593.000,00. Además, a manera de demostración de cálculo, se presenta el VPN a la tasa trimestral de 10,43% que genera como resultado un VPN igual a cero.

| DESCR | TASA DE RETORNO | TASA ANUAL | INICIO | AÑO 1 | | | | AÑO2 | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | TRIM 1 | TRIM 2 | TRIM 3 | TRIM 4 | TRIM 1 | TRIM 2 | |
| VPN | 6,00% | 26,25% | -700 | -283 | -623 | -1.730 | -863 | 1.831 | 2.961 | 593 |
| VPN | 8,00% | 36,05% | -700 | -278 | -600 | -1.635 | -801 | 1.667 | 2.647 | 300 |
| VPN | 10,00% | 46,41% | -700 | -273 | -579 | -1.548 | -744 | 1.521 | 2.371 | 49 |
| VPN al TIR | 10,43% | 48,70% | -700 | -272 | -574 | -1.530 | -733 | 1.492 | 2.316 | 0 |

Tabla 4. VPN al 6%, 8%, 10% y 10,43% trimestral en Miles de Bs.

La tasa interna de retorno para este proyecto es del 10,43% trimestral, lo que representa el 49% anual lo cual está por encima de la tasa de descuento del 6% trimestral o 26,25% anual.

A continuación se presentan la tabla 5 y la figura 10 que nos muestran el flujo de caja acumulado del proyecto.

| DESCRIPCIÓN | INICIO | AÑO 1 | | | | AÑO2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TRIM 1 | TRIM 2 | TRIM 3 | TRIM 4 | TRIM 1 | TRIM 2 |
| EGRESOS ACUMULADOS | -700 | -1.000 | -1.700 | -6.560 | -11.150 | -12.200 | -12.200 |
| INGRESOS ACUMULADOS | 0 | 0 | 0 | 2.800 | 6.300 | 9.800 | 14.000 |
| FLUJO ACUMULADO | -700 | -1.000 | -1.700 | -3.760 | -4.850 | -2.400 | 1.800 |

Tabla 5. Flujo de Caja Acumulado en Miles de Bs.

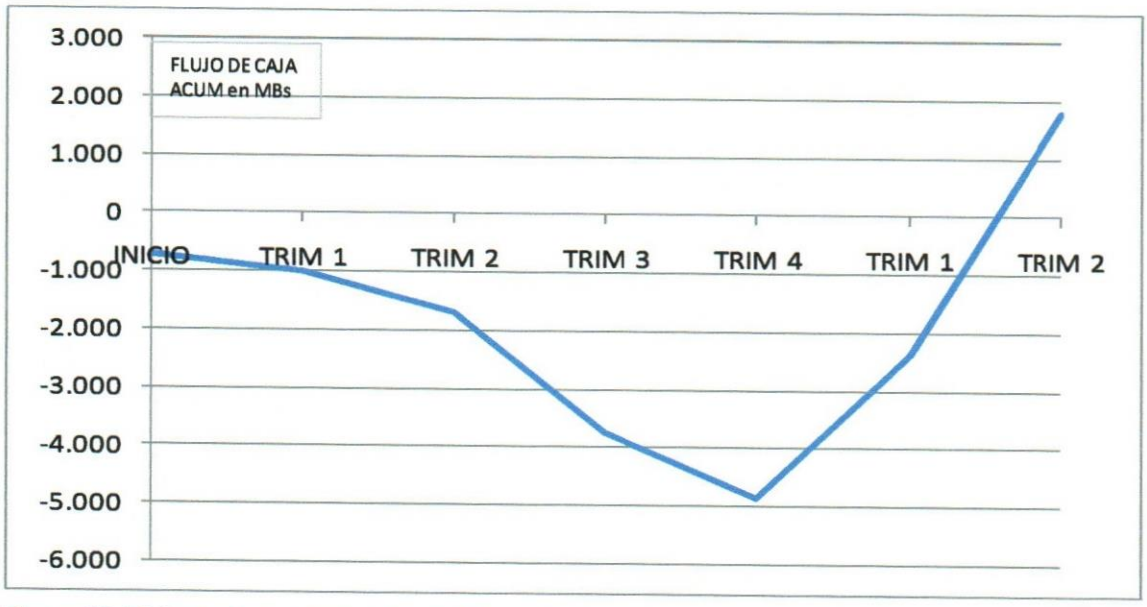


Figura 11. Flujo de Caja Acumulado del Proyecto.

A partir de esta información se calcula el Período de Rcuperación de Inversión o PRI sumándole el resultado del cociente 2400/4200 a los 5 primeros trimestres desde el inicio del proyecto. El resultado es 5,57 trimestres. El PRI resultante se presenta en la tabla 6 en varias unidades distintas.

| UNIDADES | AÑOS | TRIMESTRES | MESES | SEMANAS | DIAS |
|---|---|---|---|---|---|
| PRI | 1,39 | 5,57 | 16,71 | 72,43 | 507 |

Tabla 6. Período de Recuperación del Proyecto.

## 5.2 Criterios de Diseño Diferenciales

La ejecución de la ingeniería básica y de detalle es parte de la ejecución del proyecto. Sin embargo, para la ejecución de este trabajo se generó cierto adelanto de esta ingeniería y se definieron los criterios de diseño para cumplir con los elementos de diferenciación del proyecto, entiéndase la eficiencia energética de las viviendas y la alimentación parcial con energía eléctrica solar.

Entre los criterios para asegurar la eficiencia energética de las viviendas destacan el aprovechamiento de ventilación natural orientando las casas en la dirección predominante del viento (dirección Noreste), la minimización del factor área envolvente/piso (FAEP) haciendo las casas de dos pisos en vez de uno solo y simplificando su perímetro, la maximización de la resistencia térmica de la envolvente haciendo las paredes de paneles estructurales de poliestireno y los techos de placas de concreto con paneles de poliestireno.

El criterio para asegurar la viabilidad de la alimentación parcial de energía eléctrica solar incluye hacer la losa de techo plana para facilitar la colocación de la estructura portante de los paneles solares, incluir el espacio en el área de servicio de la casa para la instalación del equipo inversor/cargador y las baterías y dejar todas las instalaciones para separar la alimentación eléctrica solar de la alimentación del Sistema Integrado Nacional.

Adicionalmente, se incluye en el plan de ejecución del proyecto la alimentación eléctrica con energía solar del sistema hidroneumático para asegurar la provisión de agua potable durante los cortes de energía de la red nacional.

La utilización de estos criterios no niega la posibilidad de uso de otros criterios al hacer la ingeniería básica y de detalle. De hecho, cualquier aporte para mejorar los elementos diferenciales de las viviendas será tomado en cuenta.

## 5.3 Plan de Gestión del Alcance

El proyecto está compuesto por un conjunto residencial de 20 viviendas unifamiliares de dos niveles, el urbanismo necesario para el acceso a los servicios y vialidad de estas viviendas, las áreas recreacionales y el paisajismo. El conjunto residencial se construirá en la ciudad de Carúpano, Estado Sucre, en un terreno de 7.400m$^2$ localizado a 6 Km del centro de la ciudad en la vía hacia la ciudad de Maturín, Estado Monagas.

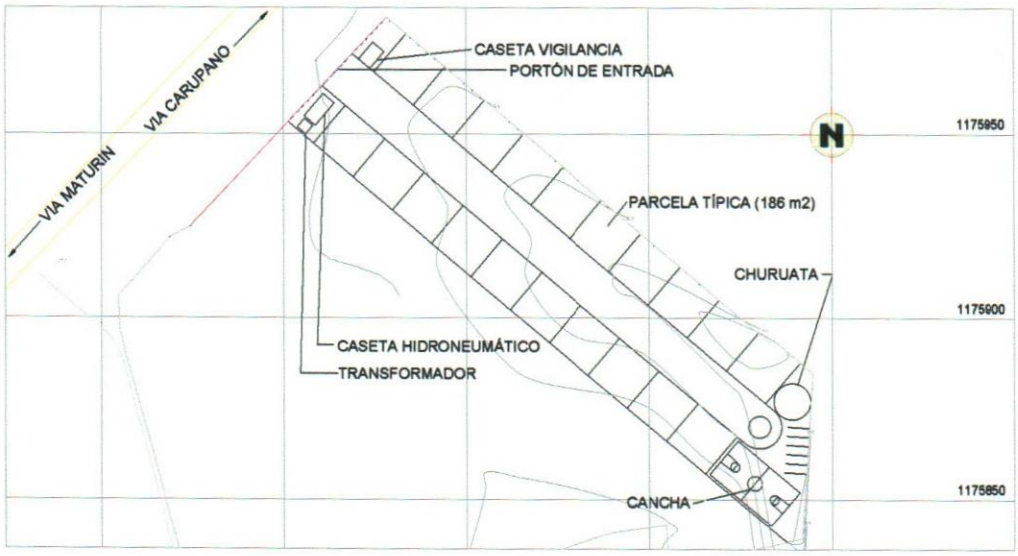


**Figura 12. Ubicación del Lote de Terreno del Proyecto.**

Las viviendas constan de dos niveles. El primer nivel está conformado por la sala, el comedor, la cocina, un estudio, un baño de visitantes sin ducha y el área de servicio. El segundo nivel está conformado por la habitación principal con su baño y dos habitaciones auxiliares con un baño compartido. La estructura de soporte será metálica de perfiles cuadrados y rectangulares fundados sobre una losa de fundación con zapatas y vigas de riostra engrosadas. Las losas de entrepiso y techo serán fabricadas con correas metálicas de perfiles rectangulares y separadas por relleno de anime. Todos los perfiles metálicos serán empotrados en la mampostería de manera que no serán visibles. Las paredes serán de paneles estructurales con poliestireno revestidas interna y externamente con mortero proyectado y acabadas con empastado liso. Las puertas externas serán metálicas ornamentales y las puertas internas serán entamboradas de madera. Las ventanas serán de aluminio anodizado negro con vidrio. Los pisos internos serán acabados con Cerámica. Los baños tendrán paredes de cerámica hasta la altura de la puerta y lavamanos e inodoros de cerámica. Los puntos eléctricos estarán cableados y tendrán accesorios con excepción de las luminarias que constarán de sócates y bombillos fluorescentes.

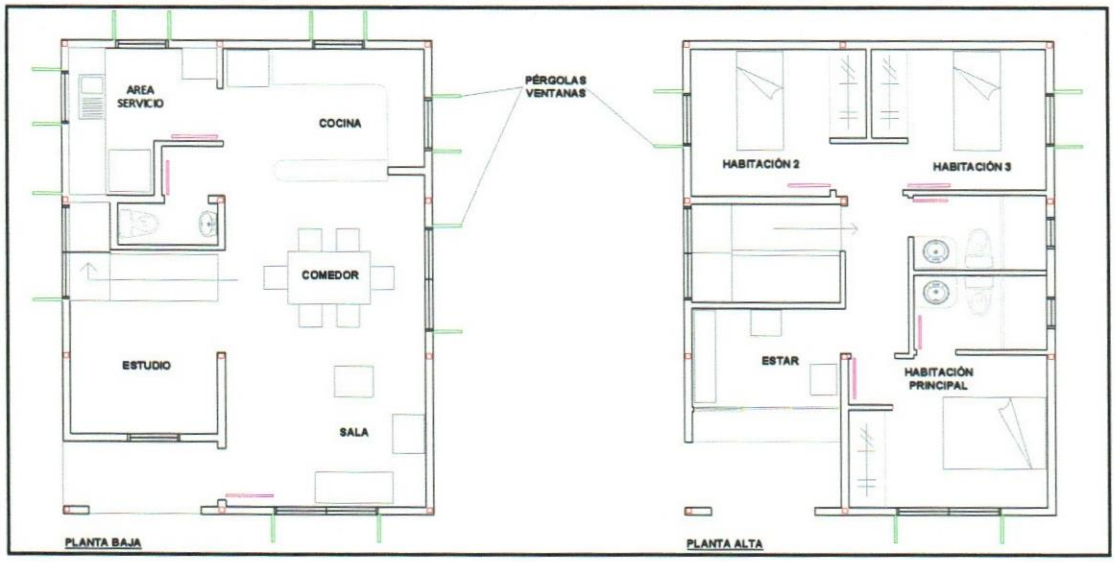


Figura 13. Distribución Arquitectónica de las Viviendas

Las viviendas serán entregadas con accesorios que aminoran la radiación solar directa en las ventanas y con un sistema de generación de energía eléctrica que consta de paneles solares, baterías y un inversor/cargador. Este equipo de alimentación estará diseñado para generar la energía eléctrica necesaria para cubrir el consumo de los artefactos de la cocina incluyendo la nevera, la lavadora y parte de la iluminación de la vivienda.

El urbanismo está compuesto por la vialidad interna del conjunto residencial, la cerca perimetral, la caseta de entrada y todos los servicios necesarios para las viviendas incluyendo electricidad de la red nacional, agua clara, agua residual y drenaje. La vialidad estará enmarcada por los brocales cunetas para el drenaje superficial y será de concreto asfáltico sobre una base y sub-base de material granular compactado. La cerca perimetral estará compuesta por paredes de bloques de concreto con machones, vigas de riostra y vigas de corona a 2.2 m de altura en el lindero posterior y los linderos laterales del conjunto residencial y a 1.0 m de altura en el lindero frontal con una reja ornamental de 1.2 m de altura. El portón de entrada y salida al conjunto será de herrería metálica. La caseta de vigilancia será de un nivel y constará de un espacio de estar y un baño.

La alimentación eléctrica estará compuesta por tres transformadores de poste conectados a un tablero principal y una bancada cableada a cada lado de la vía con tanquillas individuales conectadas al medidor e interruptor principal de cada vivienda. La alimentación de agua clara estará compuesta por la aducción de agua al acueducto de la

ciudad conectada a un tanque subterráneo que a su vez alimentará a un sistema hidroneumático ubicado en una caseta en una esquina del lindero frontal del conjunto. Este sistema Hidroneumático alimentará las viviendas a través de una tubería que pasando por tanquillas individuales tendrá las válvulas de alimentación a cada vivienda y contará con un sistema de alimentación eléctrica solar similar al de las viviendas. El sistema de aguas residuales partirá en tanquillas individuales que recogen el agua residual de cada vivienda y estarán conectadas a una tubería colectora principal que conectará con el sistema de cloacas de la ciudad. El sistema de drenaje será superficial utilizando los brocales de la vialidad interna del conjunto desembocando en bocas de visita a cada lado de la vía que conectarán con el sistema de drenaje da la ciudad.

Las áreas recreacionales del conjunto residencial constarán de una cancha de usos múltiples y una churuata para eventos. La cancha de usos múltiples constará de una losa de piso con acabado liso, tableros con aros de baloncesto y arquerías de futbolito. La churuata constará de un área techada sin paredes con un mesón tipo barra, baños para damas y caballeros sin duchas y un área de depósito. La estructura de la churuata será metálica expuesta con columnas redondas y vigas rectangulares fundada sobre una losa de fundación con zapatas y vigas de riostra engrosadas. El techo será de machihembrado de madera impermeabilizado con manto asfáltico y cubierto con tejas asfálticas. Las paredes serán de bloques de arcilla acabados con friso de mortero liso por ambos lados. Las instalaciones eléctricas y sanitarias serán similares a las de las viviendas.

El Paisajismo estará compuesto por las caminerías de acceso a las viviendas, los jardines comunes y los jardines de las viviendas. Las caminerías que partirán de las aceras principales y llegarán a la entrada de cada vivienda estarán construídas de concreto reforzado con malla electrosoldada. Los Jardines comunes consistirán de tierra negra, grama y plantas ornamentales. Los Jardines de las viendas tendrán tierra negra y grama.

A continuación se presenta la Estructura Desagregada de Trabajo:

1. Gerencia
   - 1.1 Ingeniería
   - 1.2 Permisolología
   - 1.3 Financiamiento
   - 1.4 Gerencia Obra
   - 1.5 Preventa y Venta

2. Urbanismo

2.1 Trabajos Preliminares

2.1.1 Topografía

2.1.2 Movimiento de Tierra General

2.1.3 Acondicionamiento Instalaciones Provisionales

2.2 Aducción Agua Clara

2.2.1 Conexión a Suministro

2.2.2 Tanque de Almacenamiento

2.2.3 Caseta de Tanque

2.2.4 Sistema Hidroneumático

2.2.5 Tubería y Tanquillas Viviendas

2.2.6 Electricidad Solar de Sistema Hidroneumático

2.3 Alimentación Eléctrica

2.3.1 Transformadores

2.3.2 Tablero Principal

2.3.3 Bancadas y Tanquillas Cableadas

2.3.4 Interruptores Principales Viviendas

2.3.5 Alumbrado Exterior

2.4 Aguas Residuales

2.4.1 Conexión a Cloaca

2.4.2 Tuberías y Tanquillas de Aguas Residuales

2.5 Vialidad y Drenajes

2.5.1 Movimiento de Tierra Vías

2.5.2 Base y Sub-base

2.5.3 Brocales, Cunetas y Tanquillas de Drenaje

2.5.4 Pavimento de Concreto

2.6 Caseta de Vigilancia

2.6.1 Fundaciones

2.6.2 Estructura

2.6.3 Techo

2.6.4 Mampostería

2.6.5 Instalaciones Eléctricas

2.6.6 Instalaciones Sanitarias

2.7 Cerramiento Perimetral

2.7.1 Paredes con Machones y Vigas

2.7.2 Rejas Metálicas

2.7.3 Portón de Entrada

3. Viviendas

3.1 Fundaciones

3.1.1 Topografía

3.1.2 Excavación y Bote

3.1.3 Losa de Fundación

3.2 Estructura

3.2.1 Fabricación

3.2.3 Montaje

3.3 Instalaciones Sanitarias

3.3.1 Aguas Claras

3.3.2 Aguas Residuales

3.3.3 Drenajes

3.3.4 Accesorios Baños

3.4 Instalaciones Eléctricas

3.4.1 Telefonía

3.4.2 Tubería y Cableado Eléctrico

3.4.3 Tablero Principal con Interruptores

3.5 Entrepiso y Techo

3.5.1 Losa de Entrepiso

3.5.2 Losa de Techo

3.5.3 Pendiente de Techo

3.5.4 Impermeabilización

3.5.5 Friso de Techo

3.6 Paredes

3.6.1 Tridimalla con Mortero y Mezclilla

3.6.2 Paredes de Baños Frisadas

3.6.3 Cerámica Paredes Baños

3.6.4 Pintura

3.6.5 Puertas y Ventanas

3.7 Revestimientos

3.7.1 Sobrepiso de Mortero y Cerámica de Piso

3.8 Sistema de Alimentación Parcial Solar

3.8.1 Paneles Solares

3.8.2 Inversor / Cargador

3.8.3 Baterías

3.9 Accesorios de Ahorro de Energía

3.9.1 Pérgolas Ventanas

4. Areas Recreacionales

4.1 Churuata

4.1.1 Fundaciones

4.1.2 Estructura

4.1.3 Techo

4.1.4 Mampostería

4.1.5 Instalaciones Eléctricas

4.1.6 Instalaciones Sanitarias

4.2 Cancha Múltiple

4.2.1 Losa de Piso

4.2.2 Tableros Baloncesto

4.2.3 Arquerías

5. Paisajismo

5.1 Jardines Viviendas

5.2 Jardines Comunes

5.3 Caminerías

## 5.4 Plan de Gestión del Tiempo

El Proyecto se construirá en un tiempo estimado de 9 meses y medio precedidos por 3 meses estimados de ingeniería y 3 meses estimados de permisología y búsqueda de financiamiento con un solape estimado de 1 mes y medio, generando un tiempo total estimado de 14 meses. La fecha estimada de inicio del proyecto es el 23-05-2011 y la fecha estimada de inicio de construcción es el 10-10-2011 estimándose su fin para el 20-07-2012.

| Id | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin |
|---|---|---|---|---|
| 1 | GERENCIA | 300 días | lun 23/05/11 | vie 13/07/12 |
| 7 | URBANISMO | 140 días | lun 10/10/11 | vie 20/04/12 |
| 8 | TRABAJOS PRELIMINARES | 30 días | lun 10/10/11 | vie 18/11/11 |
| 12 | ADUCCION AGUA | 85 días | lun 24/10/11 | vie 17/02/12 |
| 19 | ALIMENT. ELECTRICA | 60 días | lun 21/11/11 | vie 10/02/12 |
| 25 | AGUAS RESIDUALES | 40 días | lun 21/11/11 | vie 13/01/12 |
| 28 | VIALIDAD Y DRENAJES | 30 días | lun 21/11/11 | vie 30/12/11 |
| 33 | CASETA DE VIGILANCIA | 20 días | lun 26/03/12 | vie 20/04/12 |
| 40 | CERRAMIENTO PERIMETRAL | 70 días | lun 21/11/11 | vie 24/02/12 |
| 44 | VIVIENDAS | 175 días | lun 21/11/11 | vie 20/07/12 |
| 45 | FUNDACIONES | 110 días | lun 21/11/11 | vie 20/04/12 |
| 49 | ESTRUCTURA | 105 días | lun 05/12/11 | vie 27/04/12 |
| 52 | INST. SANITARIAS | 155 días | lun 05/12/11 | vie 06/07/12 |
| 57 | INST. ELECTRICAS | 130 días | lun 26/12/11 | vie 22/06/12 |
| 61 | ENTREPISO Y TECHO | 135 días | lun 19/12/11 | vie 22/06/12 |
| 67 | PAREDES | 120 días | lun 06/02/12 | vie 20/07/12 |
| 73 | REVESTIMIENTOS | 100 días | lun 05/03/12 | vie 20/07/12 |
| 75 | EQUIP. ALIM. SOLAR | 100 días | lun 05/03/12 | vie 20/07/12 |
| 79 | ACCESORIOS AHORRO DE ENERGIA | 100 días | lun 05/03/12 | vie 20/07/12 |
| 81 | AREAS RECREACIONALES | 40 días | lun 23/04/12 | vie 15/06/12 |
| 82 | CHURUATA | 40 días | lun 23/04/12 | vie 15/06/12 |
| 89 | CANCHA MULTIPLE | 15 días | lun 21/05/12 | vie 08/06/12 |
| 93 | PAISAJISMO | 60 días | lun 23/04/12 | vie 13/07/12 |

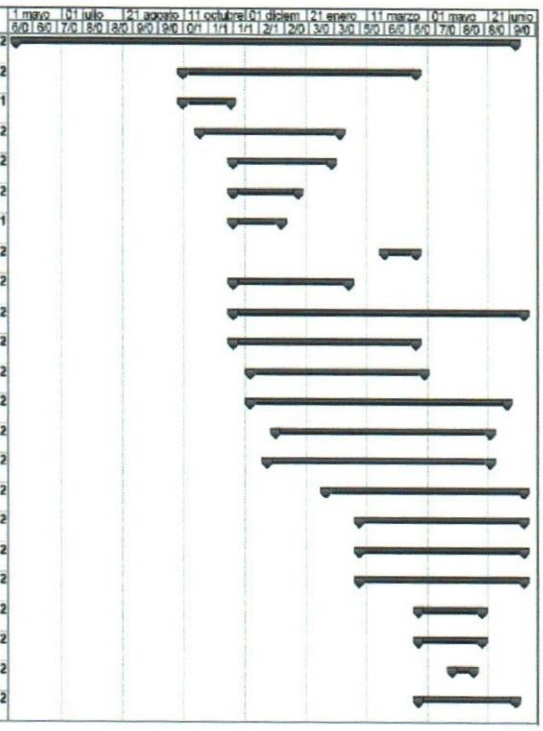


Figura 14. Cronograma de Componentes Principales del Proyecto.

Como se puede observar en la figura 14, el proyecto se puede dividir en dos fases. La fase 1 tiene una duración estimada de 4,5 meses y comprende la definición y desarrollo del proyecto con la ejecución de la ingeniería básica, la tramitación de la permisología y la tramitación del financiamiento para la construcción. La fase 2 tiene una duración estimada de 9,5 meses y comprende la implantación del proyecto.

A continuación se presenta la tabla 6 que resume las fechas estimadas de inicio y fin y las duraciones estimadas de los principales componentes del proyecto. Como es de esperarse, los componentes de mayor duración son la construcción de las viviendas y la construcción del urbanismo.

| COMPONENTE | FECHA INICIO | FECHA FIN | DURACIÓN |
|---|---|---|---|
| URBANISMO | 10/10/2011 | 20/04/2012 | 28 SEMANAS |
| VIVIENDAS | 21/11/2011 | 20/07/2012 | 35 SEMANAS |
| AREAS | 23/04/2012 | 15/06/2012 | 8 SEMANAS |
| PAISAJISMO | 23/04/2012 | 13/07/2012 | 12 SEMANAS |

Tabla 7. Duración Estimada de los Componentes.

El inicio de la construcción del Urbanismo representa el inicio de la fase de implantación. Este componente tiene solo dos actividades de la ruta crítica, la topografía y el movimiento de tierra general. Estas actividades están en la ruta crítica porque es necesaria su finalización para dar comienzo a la mayoría de las otras actividades del proyecto, no solo del componente urbanismo sino también de los otros componentes. A continuación se presenta el cronograma de actividades para la construcción del urbanismo.

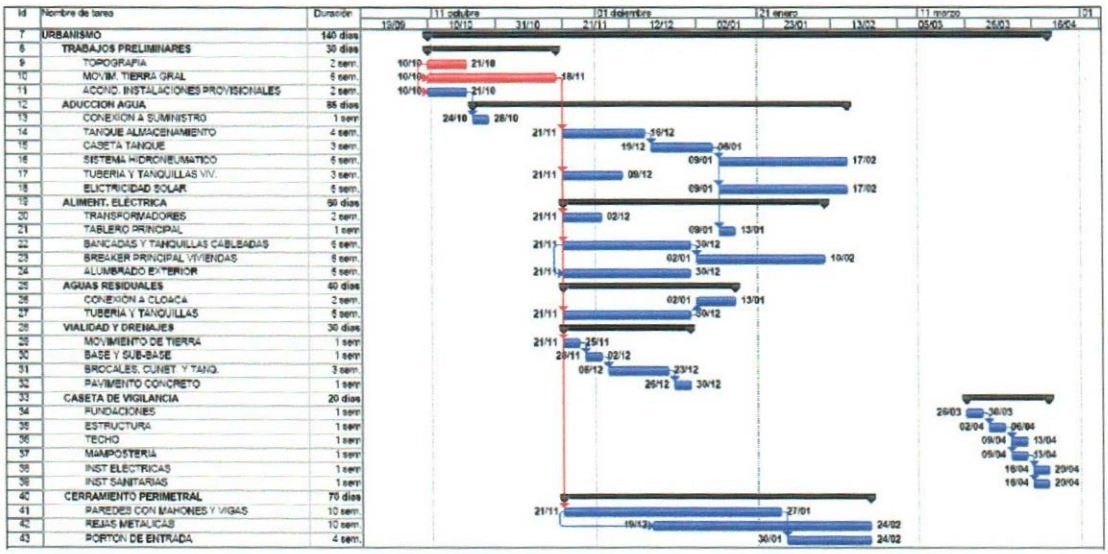


Figura 15. Cronograma de Actividades detalladas del Componente "Urbanismo".

Al finalizar el movimiento de tierra general comienza la construcción del componente viviendas. Este es el componente de mayor duración y costo del proyecto. Asimismo, es el componente de mayor cantidad de actividades en la ruta crítica. Esto sucede porque la mayoría de las actividades se organizaron para ser realizadas en un total de 20 semanas, es decir, una semana por vivienda para cada una de estas actividades. Los contratistas deberán asignar los recursos necesarios para que esto se cumpla. En la mayoría de los casos esto no será difícil y se concretará con cuadrillas únicas. Sin embargo, hay algunas actividades como la construcción de las paredes exteriores con paneles estructurales de poliestireno, mortero y mezclilla que se dividirá en dos o más cuadrillas. En este caso específico habrá tres cuadrillas para la actividad, una instalando los paneles de poliestireno y los marcos de puertas y ventanas, otra proyectando el mortero de cemento y la tercera mezclillando las paredes. Además habrá dos cuadrillas adicionales, una para las instalaciones eléctricas y otra para las instalaciones sanitarias que trabajarán en

conjunto con las cuadrillas de las paredes asegurando que toda la tubería necesaria para los servicios quede instalada antes de proyectar el mortero.

A continuación se presenta el cronograma detallado de las actividades del componente "Viviendas".

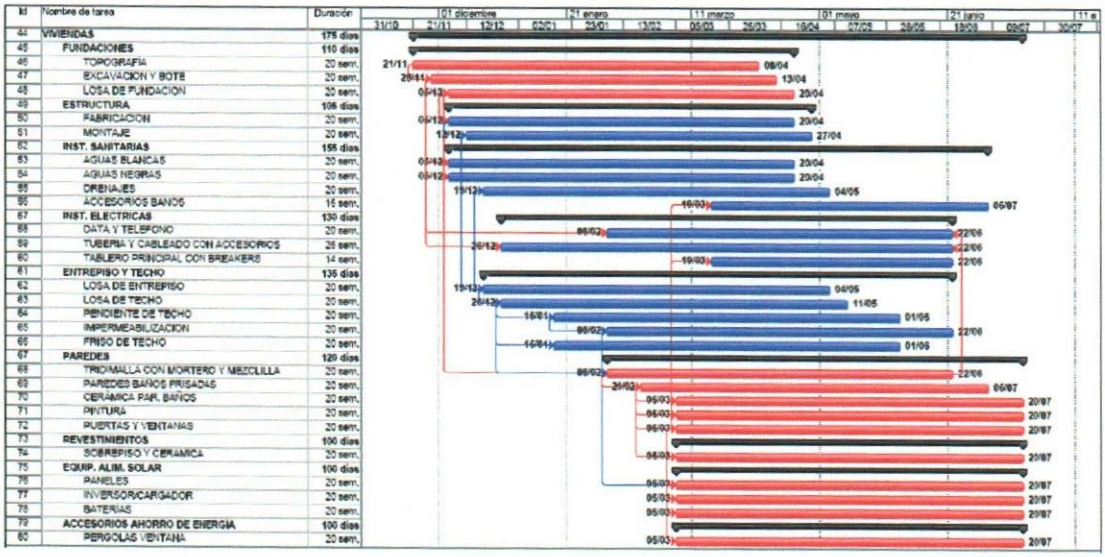


Figura 16. Cronograma de Actividades detalladas del Componente "Viviendas".

Paralelamente a la construcción de viviendas se construirán los componentes "Areas Recreacionales" y "Paisajismo". Estos componentes no tienen actividades en la ruta crítica. La razón de esto, es que son actividades cortas y relativamente menos dependientes que las actividades de los otros componentes.

A continuación se presenta el cronograma detallado de la construcción de los componentes "Areas Recreacionales" y "Paisajismo".

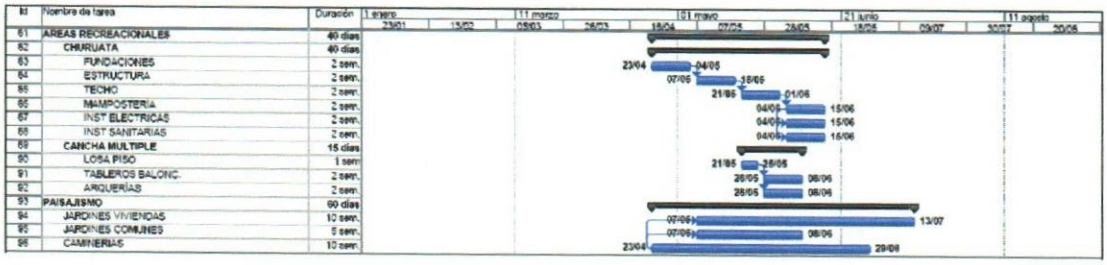


Figura 17. Cronograma de Actividades detalladas de los Componentes "Areas Recreacionales" y "Paisajismo".

La construcción de la churuata se planificó para comenzar una vez terminada la caseta de vigilancia estimando que estas pudieran ser contratadas al mismo contratista. Asimismo,

la construcción de la cancha múltiple se planificó para ser construida una vez finalizada la losa de fundación de la churuata.

### 5.5 Plan de Gestión de Costos

El costo total del proyecto asciende a 12,3 MMBs. lo que equivale a Bs. 615.000,00 por vivienda o Bs. 4.730,00 por $m^2$. En la tabla 8 se observa cómo está distribuido el costo total del proyecto.

| DESCRIPCIÓN | COSTO | % DE TOTAL |
|---|---|---|
| INVERSION INICIAL (COSTO TERRENO) | 700.000,00 | 6% |
| GERENCIA (INCL. ING,PERMIS, FINANCIAM) | 2.184.000,00 | 18% |
| URBANISMO | 1.992.000,00 | 16% |
| VIVIENDAS | 6.893.000,00 | 56% |
| AREAS RECREACIONALES | 381.000,00 | 3% |
| PAISAJISMO | 126.000,00 | 1% |
| TOTAL PROYECTO | 12.276.000,00 | 100% |

Tabla 8. Distribución Porcentual de los Costos del Proyecto.

La construcción de las viviendas y el urbanismo representan junto con la gerencia del proyecto los costos más elevados del mismo. Esto se esperaría del costo de las viviendas y el urbanismo pero probablemente no se esperaría de la gerencia. La razón del elevado costo del componente "Gerencia" viene dada porque incluye los costos de la ingeniería, la permisología, el financiamiento, la preventa y finalmente la gerencia de la obra que representa un 38% del costo total de este componente y un 6,5% del total del proyecto. Los otros dos componentes, "Viviendas" y "Urbanismo" representan el 73% del costo total del proyecto.

El factor de diferenciación de este proyecto viene dado por el diseño energéticamente eficiente de las viviendas y por su alimentación parcial de electricidad con energía solar. El costo de estos dos elementos de diferenciación se presenta a continuación.

| DESCRIPCIÓN | COSTO | % DE TOTAL |
|---|---|---|
| COSTO ADICIONAL PAREDES AISLANTES | 288.000,00 | 2% |
| COSTO ADICIONAL ACC. AHORRO ENERG. | 96.000,00 | 1% |
| COSTO ADICIONAL EQUIP. ALIMEN. SOLAR | 960.000,00 | 8% |
| TOTAL COSTOS ADICIONALES | 1.344.000,00 | 11% |

Tabla 10. Costos y Porcentaje de Costos de los Elementos de Diferenciación.

Como se observa en la tabla 10 el costo total de estos elementos de diferenciación es de 1.344 MBs., lo que representa un 11% del costo total del proyecto. Esto representa un costo de Bs. 67.200,00 por vivienda.

A continuación se presenta la tabla 9, que detalla los costos de cada una de las actividades analizadas y presentadas en la estructura desagregada de trabajo y en el cronograma de actividades.

| ID | ACTIVIDAD / SUB-CAPÍTULO / CAPÍTULO | COSTO ACTIVIDAD | COSTO CAPÍTULO | COSTO COMPONENTE |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **GERENCIA** | | 2.184.000,00 | 2.184.000,00 |
| 1.1 | INGENIERÍA | 250.000,00 | | |
| 1.2 | PERMISOLOGÍA | 234.000,00 | | |
| 1.3 | FINANCIAMIENTO | 600.000,00 | | |
| 1.4 | GERENCIA OBRA | 800.000,00 | | |
| 1.5 | PREVENTA | 300.000,00 | | |
| | | | | |
| 2 | **URBANISMO** | | | 1.992.000,00 |
| 2.1 | **TRABAJOS PRELIMINARES** | | 100.500,00 | |
| 2.1.1 | TOPOGRAFÍA | 18.000,00 | | |
| 2.1.2 | MOVIM. TIERRA GRAL | 82.500,00 | | |
| 2.1.3 | ACOND. INSTALACIONES PROVISIONALES | 0,00 | | |
| 2.2 | **ADUCCION AGUA** | | 403.000,00 | |
| 2.2.1 | CONEXIÓN A SUMINISTRO | 3.000,00 | | |
| 2.2.2 | TANQUE ALMACENAMIENTO | 120.500,00 | | |
| 2.2.3 | CASETA TANQUE | 27.500,00 | | |
| 2.2.4 | SISTEMA HIDRONEUMÁTICO | 75.000,00 | | |
| 2.2.5 | TUBERÍA Y TANQUILLAS VIV. | 146.000,00 | | |
| 2.2.6 | ELICTRICIDAD SOLAR | 31.000,00 | | |
| 2.3 | **ALIMENT. ELÉCTRICA** | | 721.100,00 | |
| 2.3.1 | TRANSFORMADORES | 140.000,00 | | |
| 2.3.2 | TABLERO PRINCIPAL | 28.000,00 | | |
| 2.3.3 | BANCADAS Y TANQUILLAS CABLEADAS | 424.600,00 | | |
| 2.3.4 | BREAKER PRINCIPAL VIVIENDAS | 34.500,00 | | |
| 2.3.5 | ALUMBRADO EXTERIOR | 94.000,00 | | |
| 2.4 | **AGUAS RESIDUALES** | | 184.000,00 | |
| 2.4.1 | CONEXIÓN A CLOACA | 9.500,00 | | |
| 2.4.2 | TUBERÍA Y TANQUILLAS | 174.500,00 | | |
| 2.5 | **VIALIDAD Y DRENAJES** | | 291.400,00 | |
| 2.5.1 | MOVIMIENTO DE TIERRA | 16.000,00 | | |
| 2.5.2 | BASE Y SUB-BASE | 32.000,00 | | |
| 2.5.3 | BROCALES, CUNET. Y TANQ. | 110.000,00 | | |
| 2.5.4 | PAVIMENTO CONCRETO | 133.400,00 | | |
| 2.6 | **CASETA DE VIGILANCIA** | | 29.000,00 | |
| 2.6.1 | FUNDACIONES | 4.500,00 | | |
| 2.6.2 | ESTRUCTURA | 3.000,00 | | |
| 2.6.3 | TECHO | 2.200,00 | | |
| 2.6.4 | MAMPOSTERÍA | 15.800,00 | | |
| 2.6.5 | INST ELÉCTRICAS | 1.500,00 | | |
| 2.6.6 | INST SANITARIAS | 2.000,00 | | |
| 2.7 | **CERRAMIENTO PERIMETRAL** | | 263.000,00 | |
| 2.7.1 | PAREDES CON MAHONES Y VIGAS | 210.000,00 | | |
| 2.7.2 | REJAS METÁLICAS | 30.000,00 | | |
| 2.7.3 | PORTÓN DE ENTRADA | 23.000,00 | | |
| | | | | |
| 5 | **PAISAJISMO** | | 126.000,00 | 126.000,00 |
| 5.1 | JARDINES VIVIENDAS | 42.000,00 | | |
| 5.2 | JARDINES COMUNES | 37.000,00 | | |
| 5.3 | CAMINERÍAS | 47.000,00 | | |
| | TOTAL COLUMNA | | | 4.302.000,00 |

| ID | ACTIVIDAD / SUB-CAPÍTULO / CAPÍTULO | COSTO ACTIVIDAD | COSTO CAPÍTULO | COSTO COMPONENTE |
|---|---|---|---|---|
| 3 | **VIVIENDAS** | | | 6.893.000,00 |
| 3.1 | **FUNDACIONES** | | 820.000,00 | |
| 3.1.1 | TOPOGRAFÍA | 6.000,00 | | |
| 3.1.2 | EXCAVACION Y BOTE | 22.000,00 | | |
| 3.1.3 | LOSA DE FUNDACIÓN | 792.000,00 | | |
| 3.2 | **ESTRUCTURA** | | 1.190.000,00 | |
| 3.2.1 | FABRICACIÓN | 773.500,00 | | |
| 3.2.2 | MONTAJE | 416.500,00 | | |
| 3.3 | **INST. SANITARIAS** | | 321.000,00 | |
| 3.3.1 | AGUAS BLANCAS | 119.000,00 | | |
| 3.3.2 | AGUAS NEGRAS | 68.000,00 | | |
| 3.3.3 | DRENAJES | 16.000,00 | | |
| 3.3.4 | ACCESORIOS BAÑOS | 118.000,00 | | |
| 3.4 | **INST. ELÉCTRICAS** | | 291.000,00 | |
| 3.4.1 | DATA Y TELEFONO | 12.000,00 | | |
| 3.4.2 | TUBERÍA Y CABLEADO | 228.000,00 | | |
| 3.4.3 | TABLERO PRINCIPAL CON BREAKERS | 51.000,00 | | |
| 3.5 | **ENTREPISO Y TECHO** | | 798.000,00 | |
| 3.5.1 | LOSA DE ENTREPISO | 219.000,00 | | |
| 3.5.2 | LOSA DE TECHO | 219.000,00 | | |
| 3.5.3 | PENDIENTE DE TECHO | 120.000,00 | | |
| 3.5.4 | IMPERMEABILIZACIÓN | 60.000,00 | | |
| 3.5.5 | FRISO DE TECHO | 180.000,00 | | |
| 3.6 | **PAREDES** | | 2.027.000,00 | |
| 3.6.1 | PANELES ESTRUCTURALES POLIESTIRENO | 864.000,00 | | |
| 3.6.2 | PAREDES BAÑOS FRISADAS | 396.000,00 | | |
| 3.6.3 | CERÁMICA PAR. BAÑOS | 49.000,00 | | |
| 3.6.4 | PINTURA | 308.000,00 | | |
| 3.6.5 | PUERTAS Y VENTANAS | 410.000,00 | | |
| 3.7 | **REVESTIMIENTOS** | | 390.000,00 | |
| 3.7.1 | SOBREPISO Y CERÁMICA | 390.000,00 | | |
| 3.8 | **EQUIP. ALIM. SOLAR** | | 960.000,00 | |
| 3.8.1 | PANELES | 720.000,00 | | |
| 3.8.2 | INVERSOR/CARGADOR | 160.000,00 | | |
| 3.8.3 | BATERÍAS | 80.000,00 | | |
| 3.9 | **ACC. AHO. ENERGÍA** | | 96.000,00 | |
| 3.9.1 | PERGOLAS VENTANA | 96.000,00 | | |
| | | | | |
| 4 | **AREAS RECREACIONALES** | | | 381.000,00 |
| 4.1 | **CHURUATA** | | 297.000,00 | |
| 4.1.1 | FUNDACIONES | 40.000,00 | | |
| 4.1.2 | ESTRUCTURA | 80.000,00 | | |
| 4.1.3 | TECHO | 135.000,00 | | |
| 4.1.4 | MAMPOSTERÍA | 31.000,00 | | |
| 4.1.5 | INST ELÉCTRICAS | 5.000,00 | | |
| 4.1.6 | INST SANITARIAS | 6.000,00 | | |
| 4.2 | **CANCHA MULTIPLE** | | 84.000,00 | |
| 4.2.1 | LOSA PISO | 73.000,00 | | |
| 4.2.2 | TABLEROS BALONC. | 10.000,00 | | |
| 4.2.3 | ARQUERÍAS | 1.000,00 | | |
| | TOTAL COLUMNA | | | 7.274.000,00 |
| | TOTAL GENERAL | | | 11.576.000,00 |

Tabla 9. Costos de Actividades, Capítulos y Componentes.

La distribución de estos costos en el tiempo se presenta la figura 18, que muestra la Curva Planificada de Costos asumiendo un egreso semanal uniformemente distribuido a

lo largo de la duración del capítulo. Las barras representan el costo individual por semana y la curva representa el costo acumulado durante las 61 semanas de duración del proyecto.

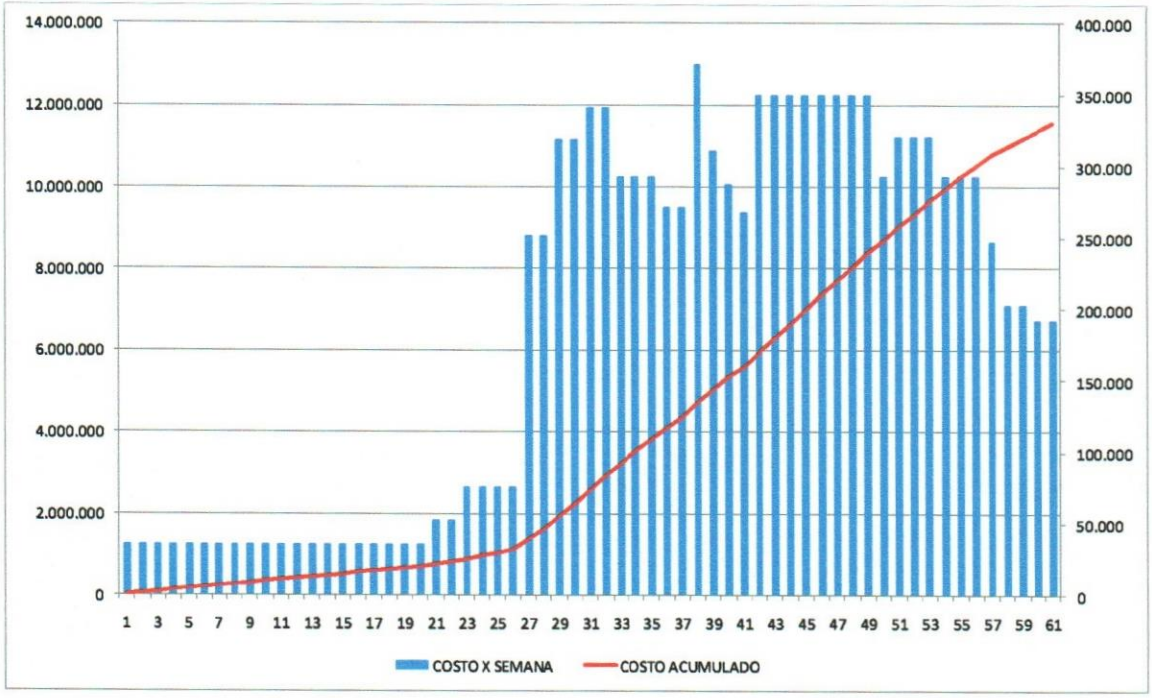


Figura 18. Curva Planificada de Costos.

**Plan de Gestión del Riesgo**

Como todo proyecto de construcción de viviendas, este también presenta los riesgos típicos asociados a la procura de materiales, la coordinación y comunicación con el personal obrero y empleados y las condiciones del mercado. Sin embargo, este proyecto también presenta riesgos adicionales asociados a la situación política y social de nuestro país que requieren ser tomados en cuenta. Adicionalmente, por ser un proyecto pionero en la región por la incorporación de elementos para aumentar la eficiencia energética de las viviendas y por la generación parcial de la energía eléctrica que las viviendas consumirán, este proyecto presenta riesgos adicionales asociados a la estética, funcionalidad y costos adicionales de estos elementos.

A continuación se presenta la matriz de evaluación cualitativa de impacto y probabilidad con los riesgos más relevantes analizados.

| Nº DE IDENTIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO DE RIESGO | PROBABILIDAD (P=1 AL 5) | IMPACTO (I=1 AL 5) | P x I | IMPACTO ESPECÍFICO AL PROYECTO | MITIGACIÓN ESTRATEGIA / ACCIÓN | COSTO RELATIVO DE LA MITIGACIÓN | PROBABILIDAD DE ÉXITO DE LA MITIGACIÓN | PERSONA RESPONSABLE DE LA ACCIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Llegada inoportuna e incompleta de algunos materiales de construcción | 4 | 5 | 20 | Retraso en cronograma, costos adicionales | Programar compra con holgura. Priorizar productos y tecnologías con stock en el país. Tener más de una opción de proveedores en materiales clave. | M | A | Responsable de procura |
| 2 | Intervención del Estado en la construcción, paralizando o expropiando la propiedad | 4 | 5 | 20 | Aborto del proyecto, deudas con inversionistas y/o entidades financieras | Buscar financiamiento principalmente en entidades financieras estadales. | M | M | Responsable de la organización promotora |
| 3 | Demandas laborales por parte del personal obrero | 4 | 4 | 16 | Costos adicionales | Preveer cláusulas en cotratos para no tener responsabilidad de personal de las contratistas. Exigir fianza laboral para cubrir casos de demandas. | B | A | Asesor Jurídico de la Organización |
| 4 | Falta de incorporación de contingencias adecuadas por variación de precios de Insumos | 4 | 4 | 16 | Aumento del costo del proyecto y consiguiente disminución de las utilidades | Programar procura de materiales en etapas tempranas del proyecto y preveer un porcentaje de contingencias. | M | A | Responsable de procura |
| 5 | Obtención tardía de permisología municipal y/o ambiental | 4 | 4 | 16 | Retraso en cronograma, costos adicionales | Programar solicitud de permisología con holgura y mantener buena comunicación con entes otorgantes para mejorar posibilidades de repuesta efectiva por parte de estos. | B | A | Gerente de proyecto |
| 6 | Salida inesperada de personal clave del equipo de proyecto | 3 | 4 | 12 | Descoordinación temporal en el equipo, retraso en cronograma | Mantener al personal motivado con incentivos. Mantener comunicación adecuada con todo el equipo. Mantener registros de las actividades de todo el personal y asegurar la distribución de la información en el equipo. | B | A | Gerente de proyecto |
| 7 | Paros laborales durante la obra | 3 | 4 | 12 | Retraso en cronograma, costos adicionales | Mantener buena comunicación con líderes sindicales y negociar condiciones al inicio del proyecto. | B | M | Gerente de proyecto |
| 8 | Accidentes con lesiones graves al personal o grandes daños a los equipos o la obra. | 3 | 4 | 12 | Responsabilidad por traumas en círculo familiar del afectado, costos adicionales, retraso en la obra | Hacer entrenamiento de seguridad a todo el personal de la obra. Dar charlas de seguridad diarias. Mantener una inspección de seguridad permanente para evitar condiciones inseguras y actos inseguros. Exigir póliza de Accidentes para todo el personal a las contratistas y exigir Seguros de Responsabilidad Civil por daños a terceros. | M | A | Asesor Jurídico de la Organización y Técnico de Seguridad |
| 9 | Eventos climatológicos que pudieran generar daños a la obra | 2 | 5 | 10 | Costos adicionales de reparación de daños o previsión ante eventos cercanos, retraso en el cronograma | Ajustar cronograma maximizando trabajos de excavación, vaciados y montaje de estructuras durante el período de sequía. Tener en la obra bombas de achique para posibles inundaciones. | M | M | Planificador, Gerente de proyecto |
| 10 | Inconformidad de clientes potenciales con relación precio / valor de las viviendas | 2 | 5 | 10 | Dificultad en preventa y venta de viviendas, menor utilidad por necesidad de disminuir precios de venta | Asegurar diseño atractivo y eficiente de las viviendas trabajando con profesionales de capacidad probada en proyectos similares. Construir al inicio del proyecto una de las viviendas como modelo para visitas guiadas de clientes potenciales para explicar beneficios del conjunto residencial. | B | A | Gerente de proyecto |
| 11 | Dificultad para conseguir Divisas para la compra de Equipos Importados | 5 | 2 | 10 | Retraso en cronograma, costos adicionales | Buscar estos equipos con proveedores nacionales y pagar en bolívares | M | A | Gerente de proyecto |

Tabla 11. Matriz cualitativa de Riesgos más Relevantes. Leyenda: A:Alto, M:Medio y B:Bajo.

Además de los riesgos que presentan amenazas al proyecto, entendiéndose el riesgo según la definición del PMI, existen riesgos que presentan oportunidades para este. En este caso, el riesgo más relevante es la profundización de la crisis eléctrica de nuestro país que además de tener una probabilidad alta de ocurrencia, tendría un impacto importante sobre este proyecto. Este impacto, que aquí representa una oportunidad, generaría una mayor aceptación de las particularidades de nuestras viviendas que se aprovecharía haciendo un mercadeo donde se destaquen los beneficios energéticos de las mismas.

## 5.6 Plan de Gestión de las Comunicaciones

Los entes externos al proyecto que mayor influencia tienen sobre el mismo son los clientes potenciales representados por la clase media de Carúpano en búsqueda de vivienda propia, la Alcaldía del Municipio Bermúdez, el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y las instituciones financieras aportantes de capital.

A continuación se presenta el cuadro de gestión de comunicaciones externas.

| ¿A QUIÉN INFORMAR? | ¿QUÉ INFORMAR? | ¿CADA CUÁNTO INFORMAR? | ¿POR QUÉ MEDIO? | RELEVANCIA PARA PROYECTO |
|---|---|---|---|---|
| Clientes Potenciales: clase media de Carúpano en búsqueda de vivienda propia | Cualidades del conjunto<br>Cualidades de las Viviendas<br>Avance de la obra | Mensual | Cartel al frente de la obra con porcentaje de avance actualizable | Clientes. Sin ellos el proyecto no tiene sentido |
| Alcaldía Municipio Bermúdez | Entregar requisitos para solicitud de permiso de construcción y para permiso de habitabilidad | Al finalizar la ingeniería (permiso para construcción)<br>Al finalizar la construcción (permiso de habitabilidad).<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de permiso | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros | Otorga el permiso para la construcción, indispensable para iniciar la misma y otorga el permiso para habitar |
| Bomberos Municipales | Entregar requisitos para permiso de habitabilidad | Al finalizar la construcción (permiso de habitabilidad).<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de permiso | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros | Otorga el permiso para habitar |
| Eleoriente/Corpoelec | Entregar requisitos para permiso de habitabilidad | Al finalizar la construcción (permiso de habitabilidad).<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de permiso | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros | Otorga el permiso para habitar |
| Hidroriente | Entregar requisitos para permiso de habitabilidad | Al finalizar la construcción (permiso de habitabilidad).<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de permiso | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros | Otorga el permiso para habitar |
| Ministerio del Poder Popular para el Ambiente | Entregar requisitos Documento de Intención y Estudio de Impacto Ambiental para obtener permiso ambiental | Al finalizar la ingeniería.<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de permiso | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros | Otorga el permiso para la intervención del Ambiente, indispensable para comenzar la construcción |
| Instituciones Financieras del Estado posible aportante de capital | Entregar requisitos para solicitar crédito de promotor inmobiliario | Al finalizar la ingeniería.<br>Comunicaciones quincenales solicitando status de crédito | Medios impresos incluyendo, cartas, planos memorias descriptivas y de cálculos, entre otros y medios digitales cuando se requiera | Proveen Recursos financieros indispensables para la ejecución del proyecto |

Tabla 12. Cuadro de Gestión de Comunicaciones Externas.

Para asegurar una comunicación interna adecuada, se harán reuniones de coordinación dos veces por semana con la participación de los supervisores de la organización y un representante de cada contratista. Estas reuniones serán documentadas mediante minutas escritas firmadas por todos los participantes.

## 5.7 Plan de Gestión de los Recursos Humanos

Las actividades de ejecución de la obra serán realizadas por los contratistas, traspasándose así a estos la responsabilidad de la coordinación del personal obrero. Queda en manos de la Organización ejecutante la responsabilidad de coordinar las labores del equipo de gerencia del proyecto.

A continuación se presenta la matriz de responsabilidades detalladas para el equipo de gerencia del proyecto.

| E-EJECUTA R-RESPONSABLE C-CONSULTAR I-INFORMAR | | INTEGRANTES DEL EQUIPO DE OBRA | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ACTIVIDAD | FECHAS (M 1, M 2, M 3, M 4, M 5, M 6, M 7, M 8, M 9, M 10, M 11, M 12, M 13, M 14) | GERENTE DE PROYECTO | ADMINISTRAD DE OBRA | CONSULTOR JURÍDICO | ASISTENTE ADMINISTRAT | ING CIVIL | ING ELÉCTRICISTA | TSU CONSTR CIVIL | HORAS PROGRAMADAS | COSTO POR HORA | COSTO PRESUPUESTO |
| REVISAR Y AVALAR INGENIERÍA | | C | - | - | - | R/E | R/E | E | 160 | 80 | 12.800,00 |
| PERAPARAR COMUNICACIONES EXTERNAS | | R | E | | E | | | | 200 | 100 | 20.000,00 |
| GENERAR CONTRATO | | C | E | R | E | - | - | - | 200 | 120 | 24.000,00 |
| PROCURA DE MATERIALES | | C | R | - | E | E | E | - | 920 | 65 | 59.800,00 |
| AVALAR DISPONIBILIDAD FINANCIERA | | R | E | - | E | - | - | - | 230 | 65 | 14.950,00 |
| INSPECCIONAR EJECUCIÓN | | C | - | - | - | R/E | R/E | E | 2.530 | 70 | 177.100,00 |
| ASEGURAR Y CONTROLAR CALIDAD | | C | - | - | - | R/E | R/E | E | 2.070 | 70 | 144.900,00 |
| MEDIR Y REGISTRAR CÓMPUTOS | | C | - | - | - | R/E | R/E | E | 1.150 | 70 | 80.500,00 |
| RECIBIR Y AVALAR EJECUCIÓN | | C | - | - | - | R | R | - | 920 | 80 | 73.600,00 |
| CERRAR PAQUETE | | C | R | - | E | I | I | - | 460 | 70 | 32.200,00 |
| TOTAL COSTO RECURSOS HUMANOS PARA EQUIPO DE GERENCIA DE PROYECTO | | | | | | | | | 8.840 | | 639.850,00 |

Tabla 13. Matriz de Responsabilidades Detalladas.

Esta matriz resume las necesidades del Recurso Humano para la gerencia del Proyecto. El recurso humano necesario para la ingeniería, ejecución de la obra y venta de las viviendas es parte del plan de adquisiciones por ser personal de las empresas contratistas.

### 5.8 Plan de Gestión de las Adquisiciones

El plan de adquisiciones se define después de haber tomado la decisión de ¿qué hacer con recursos de la organización? y ¿qué contratar a entes externos a la organización?. En nuestro proyecto, la gerencia será ejecutada por la organización con recursos designados a tal fin, la ingeniería será coordinada por la organización y su ejecución será contratada a profesionales independientes que en su mayoría eran empleados anteriores de la organización y de los cuales se tiene la plena confianza de su capacidad como ingenieros proyectistas.

A continuación se presenta la Matriz de Contrataciones, mostrando de manera gráfica los paquetes de actividades que se contratarán y las actividades que se harán con personal de la organización.

| ACTIVIDADES DEL PROYECTO | COMPONENTES DEL PROYECTO | | | |
|---|---|---|---|---|
| | URBANISMO | VIVIENDAS | AREAS RECREACIONALES | PAISAJISMO |
| GERENCIA DEL PROYECTO | PERSONAL DE LA ORGANIZACIÓN CONTRATADO PARA ESTE PROYECTO | | | |
| INGENIERÍA | PROFESIONALES INDEPENDIENTES CON COORDINACIÓN Y REVISIÓN DE UN PROFESIONAL DE LA ORGANIZACIÓN | | | |
| PERMISOLOGÍA | PERSONAL DE LA ORGANIZACIÓN CONTRATADO PARA ESTE PROYECTO | | | |
| CONSTRUCCIÓN | CONTRATO CON PRECIOS UNITARIOS FIJOS | CONTRATOS VARIOS POR PAQUETE CON PRECIOS UNITARIOS FIJOS | CONTRATOS VARIOS POR PAQUETE CON PRECIOS UNITARIOS FIJOS | CONTRATO CON PRECIOS UNITARIOS FIJOS |
| CONTROL DE CALIDAD | PERSONAL DE LA ORGANIZACIÓN CONTRATADO PARA ESTE PROYECTO | | | |
| | CONTRATO DE HONORARIOS POR HH CUADRILLA DE TOPOGRAFIA CON 1 TOPÓGRAFO Y 1 AYUDANTE | | | |
| PREVENTA Y VENTA | | CONTRATO DE COMISIONES POR PREVENTA Y VENTA DE LAS VIVIENDAS | | |

Figura 19. Matriz de Contrataciones

La solicitud de permisos será ejecutada por personal de la organización, mientras que la ejecución de la obra en sí será contratada mediante contratos de precios unitarios fijos a empresas constructoras independientes que serán escogidas de procesos de licitación individuales para la construcción del urbanismo, las viviendas, las áreas recreacionales y el Paisajismo. Para la construcción del Urbanismo y el Paisajismo, se harán licitaciones para cada uno de estos componentes completos, mientras que para la construcción de las viviendas y las áreas recreacionales se dividirán los componentes en paquetes y se consultarán precios individualmente, pudiéndose generar contratos separados para la construcción de la losa de fundación y para la fabricación y montaje de la estructura metálica, a manera de ejemplo.

El control de calidad será ejecutado por la Organización con sus recursos propios y la preventa y venta de las viviendas será contratado a un tercero mediante un contrato de comisiones por ventas.

Además de las contrataciones representadas en la figura 19, se procurarán los materiales más comunes directamente sin utilizar los servicios de los contratistas. Entre estos materiales a comprar directamente se encuentran todos los perfiles para las estructuras metálicas, el concreto premezclado, el acero de refuerzo, la tubería y los cables para la electricidad del urbanismo y las viviendas, la tubería para las instalaciones sanitarias y drenajes del urbanismo y las viviendas, entre otros.

### 5.9 Plan de Gestión de la Calidad

El punto de partida del plan de calidad es la Estructura Desagregada de Trabajo en representación del alcance total del proyecto, de la cual se extrajeron un grupo de actividades que por su criticidad para el desempeño final de la calidad del producto del proyecto, se listaron en la tabla 14 y se asociaron a un conjunto de actividades de aseguramiento y control de calidad. Además, se señaló un indicador que servirá para procesar la información de datos generados por el control de calidad, de manera que nos sirvan para darnos una idea de ¿Cuán bien vamos? O ¿Qué acciones correctivas debemos tomar para enderezar?

| ELEMENTOS CUYA CALIDAD ES CRÍTICA | ACTIVIDADES DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD | ACTIVIDADES DE CONTROL DE LA CALIDAD | INDICADOR |
|---|---|---|---|
| ING. BÁSICA Y DETALLE DE PROYECTO | Chequear referencias de Ingenieros y Proyectistas que participan en Ingeniería para asegurar experiencias relevantes para el proyecto | Revisar Productos de Ingeniería dentro de cada especialidad | CUMPLE / NO CUMPLE |
| | Avalar presencia física o digital de normas aplicables al proyecto en oficina(s) del equipo de ingeniería y dominio de la misma por parte de los diseñadores | | |
| | Avalar presencia física y dominio en el uso de equipos (hardware) y programas (software) necesarios para el diseño del proyecto | Hacer un "plano de coordinación" donde se reflejen todas las especialidades para chequear posibles interferencias | |
| | Hacer reuniones multdisciplinarias periódicamente para asegurar la eliminación de posibles interferencias entre elementos de de distintas especialidades | | |
| COMPACTACIÓN DEL TERRENO | Utilizar proveedores de experiencia comprobada | Chequear compactación con densímetro | Mínima 95 % del Proctor |
| | Exigir certificados de calibración de equipos | | |
| DIMENSIONES ENTRE EJES Y DIAGONALES EN LOSA DE FUNDACIÓN | Entrenar al personal de la contratista civil acerca de la criticidad de la precision de estas dimensiones | Tener un topógrafo independiente para revisar y avalar puntos críticos antes de vaciados | ERROR PERMISIBLE +/- 1 cm |
| | Exigir un topógrafo al contratista para localizar en campo puntos críticos | | |
| ADQUISICIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS | Utilizar proveedores, marcas y modelos de demostrada calidad | Revisar Productos antes de darle entrada al almacenamiento | CUMPLE / NO CUMPLE |
| | Exigir cumplimiento de especificaciones a proveedores | | |
| ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AL VACIAR | Exigir certificados de calibración de equipos mezcladores | Hacer pruebas de asentamiento al salir de planta y al llegar a obra a los trompos | ASENTAMIENTO = 5" ERROR PERMISIBLE +/- 1" |
| | Utilizar proveedores de concreto con sistema de calidad | | |
| | Aclarar en contrato que serán devueltos los trompos que estén fuera de las especificaciones | | |
| CAPACIDAD DE CARGA DEL CONCRETO MAYOR O IGUAL A LA DE DISEÑO | Exigir certificados de calibración de equipos mezcladores y de equipos de prueba destructiva | Hacer familias de 8 cilindros cada 50 m3 de concreto. Romper a 1 día, 3 días 28 días | Usar criterio de Norma Covenin |
| | Utilizar proveedores de concreto con sistema de calidad | | |
| SOLDADURAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES | Exigir a contratista soldadores certificados | Hacer pruebas de Rayos X al 10 % de las soldaduras | CUMPLE / NO CUMPLE |
| | Hacer pruebas de Rayos X a las 3 primeras soldaduras de cada soldador | | |
| NIVELES Y DIMENSIONES ESTRUCTURA METÁLICA | Aclarar en contrato con contratista que no serán avaladas las estructuras que estén fuera de especificación | Tener un topógrafo independiente para revisar y avalar niveles y dimensiones | ERROR PERMISIBLE +/- 5 mm |
| | Exigir al contratista estructural un topógrafo permanente en obra revisando niveles y dimensiones | | |
| APLOMADO DE PAREDES DE TRIDIMALLA ANTES DE FRISAR | Entrenar a los montadores haciéndoles saber la criticidad del aplomado | Inspeccionar aplomado de todas las paredes de tridimalla inmediatamente después de montadas | ERROR PERMISIBLE +/- 5 mm |
| | Aclarar en contrato con contratista que no serán avaladas las paredes que estén fuera de especificación | | |
| APLOMADO DE PAREDES DE TRIDIMALLA DESPUÉS DE FRISAR | Entrenar a los albañiles haciéndoles saber la criticidad del aplomado | Inspeccionar aplomado de todas las paredes de tridimalla inmediatamente después de frisadas | ERROR PERMISIBLE +/- 1 mm |
| | Aclarar en contrato con contratista que no serán avaladas las paredes que estén fuera de especificación | | |

Tabla 14. Actividades de Aseguramiento y Control de Calidad de Elementos Críticos.

Para el aseguramiento de la calidad, además de las actividades mencionadas en la tabla 14 se utilizarán análisis de procesos, auditorías de calidad que se harán dos o tres veces a la semana, entrenamientos donde se detecten fallas y se exigirán certificaciones donde se consideren necesarias. Adicionalmente, se analizará la oferta de materiales y servicios disponibles en el mercado para definir los que serán comprados para la obra.

El control de calidad será ejecutado por personal de la organización apoyado por una cuadrilla de topografía de inspección contratada. Además de hacer los controles mencionados en la tabla 14 se inspeccionarán los materiales que ingresan a la obra, la experticia del personal de las empresas contratistas y los equipos de las empresas contratistas. Además, se generarán métricas de calidad que generarán reportes mensuales para evaluar la calidad no solo de los entregables sino también de los procesos.

## 5.10 Plan de Gestión de la Integración

El plan de gestión de la integración debe asegurar que todos los planes subsidiarios que conforman el plan de proyecto son consistentes entre sí. Por esto la importancia de la iteratividad en la ejecución del plan de proyecto.

Como regla general, una vez realizada y revisada la ingeniería del proyecto, en la medida de lo posible se deben evitar los cambios. Sin embargo, de ser importantes para el que el proyecto cumpla con los requerimientos, los cambios deben ser aprobados por el gerente de proyecto y un integrante de la junta directiva de la organización.

En nuestro proyecto, se usará como herramienta más importante para asegurar la integración de todos los planes el control integrado de cambios. Para esto, a continuación se presenta el formato que se usará en la ejecución del proyecto para asegurar que el control integrado de cambios tome en cuenta todas las implicaciones de cualquier cambio de alcance y se actualicen todos los planes subsidiarios en juego.

| CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS | |
|---|---|
| CAMBIO SOLICITADO: | |
| FECHA DE SOLICITUD: | |
| QUIEN SOLICITA EL CAMBIO: | |
| QUIENES APRUEBAN EL CAMBIO: | |
| FECHA DE APROBACIÓN: | |

| ACTIVIDADES A REALIZAR ITERATIVAMENTE: |
|---|
| 1. ACTUALIZAR EL ALCANCE |
| 2. ACTUALIZAR DEL CRONOGRAMA |
| 3. ACTUALIZAR DE LA MATRIZ DE RIESGOS |
| 4. ACTUALIZAR DEL PRESUPUESTO |
| 5. ACTUALIZAR DEL PLAN DE CALIDAD |
| 6. ACTUALIZAR LA MATRIZ DE RESPONSABILIDADES DETALLADAS |
| 7. ACTUALIZAR LA MATRIZ DE CONTRATACIONES |
| 8. ACTUALIZAR CUADRO DE COMUNICACIONES EXTERNAS |

Figura 20. Cuadro de Control Integrado de Cambios

# CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DEL TRABAJO

En este capítulo se evalúan los resultados del trabajo realizado en función de los objetivos que se trazaron inicialmente. Con este propósito se analizará el grado de cumplimiento del objetivo general y de cada uno de los objetivos específicos.

## 6.1 Evaluación del Objetivo General

El objetivo general de este trabajo era desarrollar el plan de de gestión del Proyecto: Construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar en una parcela de 7.400 m2 en Carúpano, Edo. Sucre. Este objetivo fue cumplido en su totalidad con la presentación del plan de ejecución de proyecto conformado por los nueve planes subsidiarios recomendados en el estándar del PMI.

## 6.2 Evaluación de los Objetivos Específicos

A continuación se presentan cada uno de los objetivos específicos planteados en el capítulo 1 y se evalúa su grado de cumplimiento.

- Objetivo Específico Nº 1. "*Evaluar la factibilidad económica del proyecto usando los indicadores más relevantes como el VPN, la TIR y el PRI*". Este objetivo específico se cumplió en su totalidad mediante la exposición del flujo de caja corriente y descontado, el cálculo y análisis del VPN y la TIR y la presentación del PRI. Adicionalmente se calculó y se presentó el VPN a otras tasas de descuento para analizar la sensibilidad del proyecto al aumento de esta tasa.

- Objetivo Específico Nº 2. "*Definir los criterios de diseño diferenciales que permitan que las viviendas sean energéticamente eficientes y estén alimentadas parcialmente con energía eléctrica solar*". Este objetivo específico se cumplió con la definición de estos criterios y con la inclusión de los elementos diferenciales resultantes de los criterios definidos en cada uno de los planes subsidiarios que conforman el plan de ejecución del proyecto.

- Objetivo Específico Nº 3. *"Desarrollar el plan de gestión del alcance".* Este objetivo específico se cumplió con la generación de la Estructura Desagregada de Trabajo. Adicionalmente, se presentó una explicación detallada de cada uno de los componentes del proyecto.

- Objetivo Específico Nº 4. *"Desarrollar el plan de gestión del tiempo".* Este objetivo específico se cumplió con la elaboración del Cronograma detallado de Actividades y el análisis de las actividades de las rutas críticas en cada componente.

- Objetivo Específico Nº 5. *"Desarrollar el plan de gestión de costos".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación del presupuesto detallado por actividades del proyecto y con el análisis del mismo, incluyendo el análisis específico del costo generado por los elementos diferenciales del proyecto.

- Objetivo Específico Nº 6. *"Desarrollar el plan de gestión de calidad".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación del plan de calidad, incluyendo el cuadro de actividades de aseguramiento y control de calidad de elementos críticos.

- Objetivo Específico Nº 7. *"Desarrollar el plan de gestión de recursos humanos".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación y análisis de la matriz de responsabilidades detalladas del proyecto.

- Objetivo Específico Nº 8. *"Desarrollar el plan de gestión de comunicaciones".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación del plan de comunicaciones incluyendo el cuadro de gestión de comunicaciones externas.

- Objetivo Específico Nº 9. *"Desarrollar el plan de gestión de riesgos".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación del plan de riesgos que incluye la matriz de evaluación cualitativa de los riesgos más relevantes.

- Objetivo Específico Nº 10. *"Desarrollar el plan de gestión de adquisiciones".* Este objetivo específico se cumplió con la presentación y análisis de la matriz de contrataciones y la explicación de las actividades de contrataciones más relevantes.

- Objetivo Específico Nº 11. "*Desarrollar el plan de gestión de integración*". Este objetivo específico se cumplió con la iteración de todos los otros planes subsidiarios y con la presentación del cuadro de control integrado de cambios.

# CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo, producto del análisis de los resultados obtenidos.

## 7.1 Conclusiones

Con base en el plan de proyecto realizado y en los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- El plan de ejecución de proyecto realizado representa una posibilidad real para contribuir a la corrección a pequeña escala de dos grandes problemas que afectan a nuestra sociedad actualmente, como lo son el déficit habitacional y la crisis eléctrica.

- Existen muchas oportunidades de mejora en nuestra forma de diseñar y construir casas que son de vital importancia para garantizar una vida más sustentable en nuestro planeta.

- Hacer un proyecto de inversión con rentabilidad para la organización promotora y construir conjuntos residenciales con viviendas energéticamente eficientes y con generación parcial de la electricidad que necesitan con energías limpias no son mutuamente excluyentes.

- Hacer un plan de proyecto siguiendo los estándares del PMI asegura un análisis integral del proyecto a ejecutar, mejorando así las posibilidades de éxito.

## 7.2 Recomendaciones

Una vez concluido el desarrollo y la evaluación del plan de proyecto para la construcción de un conjunto residencial de viviendas energéticamente eficientes con alimentación parcial de energía eléctrica solar se recomienda lo siguiente:

- Hacer otros planes de proyecto para viviendas energéticamente eficientes utilizando edificaciones multifamiliares que maximizan aún más el factor área envolvente/piso (FAEP) y que reducen los costos de construcción por $m^2$ haciendo

posible el aprovechamiento de los beneficios obtenidos por familias de menos recursos.

- Estudiar la posibilidad de incorporar el uso de la energía eólica, geotérmica, mareomotriz y bioenergética en el diseño de viviendas para las zonas costeras de Venezuela donde existan posibilidades probadas.

- Trasladar esta experiencia al ámbito académico/empresarial con el objeto de propiciar la experimentación y el fomento de iniciativas sustentables viables en el contexto nacional.

- Motivar la participación de los entes financieros, especialmente los gubernamentales, para que soporten iniciativas de esta naturaleza en áreas geográficas con claros potenciales energéticos y necesidades habitacionales perentorias. Con esto se estaría apuntando a las soluciones coyunturales de emergencia y a un posicionamiento estratégico en soluciones creativas de largo alcance.

## REFERENCIAS


Aznárez, F., Gruson, A. y Zambrano, A., (2007). Vivienda, Producción y Déficit. Venescopio: reporte mensual N°19. Pp. 1-4.

Barrios, E., Contreras, W. y Owen, M. E., (2006). Repercusiones energéticas y económicas del uso de la madera como elemento constructivo para viviendas de interés social en Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana, 40,* pp.1-28.

Berman, Jeff. (2007). *Maximizing Project Value*. New York. American Management Association.

Contreras, W., Owen, M. E., Contreras, Y., Thomson, E. y Contreras, A. (2004). Diseño de una Vivienda Industrializada, Plegable y Transportable con Productos Forestales, para Disminuir el Déficit Habitacional Venezolano. *Revista Forestal Latinoamericana, 35,* pp.37-52.

Contreras, W. y Owen, M. E., (2000). Prototipo estructural mucunután–i, para la construcción de viviendas rurales modernas en los páramos venezolanos, empleando la madera y las tecnologías constructivas alternativas. *Revista Forestal Venezolana, 44(2),* pp.53-61.

Diario El Tiempo. http://diarioeltiempo.wordpress.com/2009/02/06/ministerio-de-vivienda-activara-un-censo-en-el-estado-sucre/ 22-04-2010

Esteves A. y Gelardi D., (2003). Docencia en arquitectura sustentable: programa de optimización de Proyectos de arquitectura basado en el balance térmico. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 7-2,* pp. 31-34.

Gobernación Edo. Sucre. http://edosucre.gov.ve/new_home/noticias/search/showid=264 19-02-2010

Hernández, L. M., (2007). Energía, energía fotovoltaica y celdas solares de alta eficiencia. *Revista Digital Universitaria, 8-12,* pp.4-12.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción / Universidad Central de Venezuela.

The Construction Industry Institute (1995). *Pre-Project Planning Handbook Special Publication, 39-2.*

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2003). *Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales*. Caracas. Edit. FEDUPEL

Villegas, A., Aller, J., de Oliveira, P., Martínez, M., Díaz, H., Salazar, L., et al., (2010). *La USB ante la crisis del sector eléctrico venezolano*. Documento presentado por la Universidad Simón Bolívar a la sociedad venezolana por medios de comunicación.

http://www.gstriatum.com/energiasolar/articulosenergia/253-celulas-fotovoltaicas-organicas-energia-solar.html 22-04-10