

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.

DESARROLLO DE UN MODELO ADMINISTRATIVO PARA
EL CONTROL DEL COSTO, EL TIEMPO Y LA CALIDAD
EN PROYECTOS DE VIVIENDA MASIVA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA
Y ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION
(EDIFICACION Y VIVIENDA)

POR:

SERGIO ISRAEL LOERA SOLIS

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 2004

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.**

**DESARROLLO DE UN MODELO ADMINISTRATIVO PARA
EL CONTROL DEL COSTO, EL TIEMPO Y LA CALIDAD
EN PROYECTOS DE VIVIENDA MASIVA**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA
Y ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION
(EDIFICACION Y VIVIENDA)**

POR:

SERGIO ISRAEL LOERA SOLIS

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 2004

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

**CAMPUS MONTERREY
DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**Desarrollo de un modelo administrativo para el control del Costo, el
Tiempo y la Calidad en proyectos de vivienda masiva.**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
ACADEMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS DE ADMINISTRACION DE
LA CONSTRUCCION ESPECIALIDAD EN VIVIENDA Y EDIFICACION**

POR:

SERGIO ISRAEL LOERA SOLIS

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE 2004

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

**DIVISION DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA**


Los miembros del comité de tesis recomendamos que el presente proyecto de tesis presentado por el Arq. Sergio Israel Loera Solís sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de:

**Maestro en Ciencias de Administración de
la Construcción Especialidad en vivienda y Edificación**

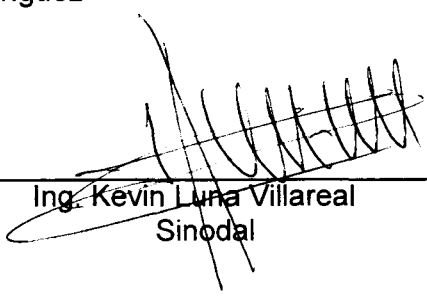
Comité de Tesis:



Dr. Salvador García Rodríguez
Asesor




Ing. Carlos Francisco Matienzo Cruz
Sinodal



Ing. Kevin Luna Villareal
Sinodal

Aprobado:



Dr. Federico Viramontes Brown
Director del Programa de Graduados en Ingeniería
Diciembre, 2004

A Dios por permitirme llegar hasta donde estoy, motivarme día con día y darme las herramientas necesarias para cumplir con mis objetivos, por estar presente en los momentos fáciles y en los difíciles de mi vida.

A mi Esposa Ana Laura por ser la razón principal de mis esfuerzos, por su apoyo incondicional y brindarme el cariño y el amor en todos los momentos de mi vida.

A mi Hijo Eduardo por ser la persona que motiva aun más mi superación constante, porque los resultados obtenidos son premio de su existencia.

A mi Madre Margarita Solís por el cariño y el apoyo constante durante la formación de mi vida como persona y como profesionista.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor por la amistad y confianza que me brindo durante el desarrollo de mi maestría, por su apoyo constante durante el cumplimiento de mis estudios.

A mis hermanos Valeria y Luis Fernando por esos momentos de apoyo que me han brindado.

A mi Padre Sergio Loera por su apoyo durante mi desarrollo profesional y sus enseñanzas.

A mis padrinos Cesar Loera y Cristy Loera por el apoyo que me han otorgado durante muchos años.

A mis abuelos por darme esa experiencia y ese cariño invaluable.

A mis amigos por todos esos momentos de convivencia y de apoyo en todos los aspectos.

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	3
OBJETIVO	4
CAPITULO 1 Situación Actual de la vivienda de interés Social en México.	
1.1 Análisis de la necesidad de vivienda en México.....	5
1.2 Rezago habitacional.....	6
1.3 Perspectivas de la vivienda en México.....	7
1.4 Papel de la empresa Constructora en México.....	9
CAPITULO 2 Administración del Costo en Proyectos de vivienda masiva	
2.1 Introducción: Que es un Proyecto.....	11
2.2 Que es la Administración de Proyectos.....	12
2.3 Administración del Costo	13
2.3.1. Principios del costo.....	13
2.3.2. Características del costo.....	14
2.3.3. Distribución del costo en un proyecto en vivienda masiva.....	14
2.3.4. Análisis de factibilidad para un proyecto de vivienda masiva.....	18
2.3.5. Elementos de la administración del costo del proyecto.....	21
CAPITULO 3 Administración del tiempo en Proyectos de vivienda masiva	
3.1 Planeación y programación.....	34
3.2 Técnicas de Programación.....	37
3.2.1. Sistema de análisis de red.....	39
3.2.2. Desarrollo de un diagrama de ruta crítica desde una wbs.....	42
3.2.2.1. WBS.....	43
3.2.2.2. Asignación de duraciones reales.....	44
3.2.2.3. Diagrama de red.....	48
3.2.2.4. Costo de las actividades.....	49
3.3 Técnicas de Programación Rítmica para proyectos seriados.....	51
3.4 Técnica líneas de balance.....	59
3.5 Método de Gráficos de velocidad.....	65
3.6 Resumen del desarrollo de la programación.....	68

**CAPITULO 4 Control en la Integración del Costo y del Tiempo en
proyectos de vivienda masiva**

4.1 Integración del costo y Tiempo.....	71
4.1.1. Método de integración del Costo, Tiempo y Trabajo completado..	75
4.1.2. Matriz de porcentaje completado.....	78
4.1.3 Método del valor ganado (Earned Value)	80
4.1.3.1. Ejemplo valor ganado.....	82
4.1.3.2. Ventajas y desventajas del valor ganado.....	85

**CAPITULO 5 Administración de la calidad en Proyectos de vivienda
masiva**

5.1 Introducción.....	86
5.2 Breve historia de la calidad.....	86
5.3 Importancia de la calidad en la construcción de vivienda.....	89
5.4 Control de la calidad en campo.....	95
5.5 Técnicas y formatos para el control de la calidad en un proyecto de ...	98
vivienda masiva.	

**CAPITULO 6 Integración del Tiempo Costo y Calidad para la toma de
decisiones en un Proyecto de vivienda masiva.**

6.1 Resumen de las actividades de control	103
6.2 Indicador del TCC en la etapa de construcción del proyecto.....	105
6.3 Formatos entregables.....	107

CONCLUSIONES..... 108

ENCUESTAS APLICADAS..... 110

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... 112

INDICE DE TABLAS Y GRAFICOS

Gráficos

1.1 Incremento de la población en México.....	6
1.2 Demanda de vivienda proyectada para el 2010.....	7
1.3 Necesidad anual promedio por estados.....	9
2.1 Distribución del costo para un proyecto de vivienda masiva.....	15
2.2 Elementos físicos del Costo.....	21
2.3 Elementos administrativos del costo.....	23
2.4 Comportamiento del costo.....	30
3.1ª Comparativa de avance de obra.....	35
3.1b Comparativa de avance de obra.....	35
3.2 Diagrama de flechas y precedencias.....	40
3.3 Simbología en el diagrama de precedencias.....	41
3.4 wbs para un proyecto de vivienda.....	44
3.5 diagrama de red para un proyecto de vivienda.....	48
3.6 Ritmo en los elementos repetitivos.....	53
3.7 Ejemplo de aplicación del ritmo.....	55
3.8 Ejemplo 2 de aplicación del ritmo.....	55
3.9 asignación de duraciones.....	57
3.10 Ejemplo 3 aplicación de ritmo.....	58
3.11 Grafica de líneas de balance.....	60
3.12 Asignación de cuadrillas requeridas.....	62
3.13 Grafica de Líneas de balance.....	64
3.14 Grafico de velocidad.....	65
3.15 Ejemplo gráficos de velocidad.....	66
3.16 Resumen desarrollo de la programación.....	68
4.1 Resumen del desarrollo de la programación.....	74
4.2 Grafica costo-tiempo-trabajo.....	76
4.3 Ejemplo Costo-Tiempo-trabajo.....	77
4.4 Grafica Costo-tiempo para el ejemplo.....	84
5.1 Diagrama de la influencia de la calidad.....	87

5.2 Esquema de la calidad.....	88
5.3 Diagrama de la Jerarquía de la mano de obra.....	93

Tablas

2.1 Relación inicial Costo estimado vs costo real.....	18
3.1 secuencia de las actividades.....	47
3.2 Asignación de los costos de las actividades.....	49
3.3 Codificación y duraciones de las actividades.....	50
3.4 Tabla de especificaciones para el cálculo de las líneas de balance.....	63
4.1 Tabla base de matriz de porcentaje completado.....	78
4.2 Tabla integrada de matriz de porcentaje completado.....	79
4.3 Integración de actividades y costo para VG.....	82
4.4 Distribución de los costos por semana.....	82
4.5 Reporte generado.....	83
5.1 Partidas de la vivienda.....	97
5.2 Criterio de ponderación de los conceptos.....	98
5.3 Matriz del control de la calidad 1.....	99
5.4 Matriz del control de la calidad 2.....	100
5.5 Resumen general de puntaje.....	101
5.6 Resumen general de puntaje 2.....	101
5.6 Resumen general de puntaje 3.....	102
5.7 Grafica de balance de la calidad.....	102
6.1 Ciclo de la administración y control de proyectos.....	104
6.2 Integración del indicador costo, tiempo y calidad.....	105
6.3 Integración del indicador costo, tiempo y calidad 2.....	106
6.4 Formatos Entregables para la toma de decisiones.....	107

INTRODUCCION

Tomando en cuenta la necesidad de satisfacer los requerimientos de vivienda que se presentan actualmente en México, sin lugar a duda el papel que juega la empresa constructora en el desarrollo de los proyectos de construcción de vivienda masiva, debe abocarse a la correcta planeación de estos proyectos, de tal manera que eso le permita ofrecer un producto cuya calidad identifique a dicha empresa y al mismo tiempo cubra las necesidades del usuario. Paralelamente una adecuada aplicación del proceso administrativo a los elementos fundamentales de la construcción como son el costo el tiempo y calidad, es de gran trascendencia para lograr el éxito deseado por la constructora.

En el primer capítulo se revisan los datos referentes al déficit que presenta la vivienda masiva en el país, sus perspectivas y la población que potencialmente requerirá de vivienda en un futuro próximo. Se esquematizan posteriormente las acciones que la empresa constructora deberá considerar de acuerdo al panorama descrito.

En el capítulo dos se van integrando conceptos relativos a la administración aplicados al costo, presentando las herramientas básicas para una correcta administración del costo de un proyecto así como un análisis básico de factibilidad en la etapa de evaluación del terreno para que el dueño pueda llevar a cabo una comparativa con otros proyectos similares y ver si es competitivo, posteriormente se revisan los métodos y técnicas para el correcto seguimiento de la administración del costo.

En el capítulo tres se hace referencia a las principales técnicas de planeación y programación lineal y programación rítmica, ambas aplicables para los proyectos seriados como es el caso que tratamos. Finalmente se muestra la formulación de un indicador de evaluación periódica cuyos referentes

permitirán a los directivos del proyecto en marcha tomar decisiones y realizar los ajustes necesarios para continuar con la planeación inicial del proyecto.

En el capítulo cuatro se analizan de manera detallada los métodos de control del costo y del tiempo mostrando tres técnicas principales aplicables a este tipo de proyectos.

En el capítulo cinco se menciona lo referente a la administración de la calidad, desde sus primeros inicios hasta la propuesta de formatos de control de la calidad para aplicar en campo.

Finalmente en el capítulo seis se muestra de manera integral la esencia del tiempo, el costo y la calidad a determinado corte de periodo así como un propuesta de entregables con estos indicadores que permitirán la toma de decisiones a la alta gerencia.

ANTECEDENTES

La Administración de Proyectos de Vivienda Masiva ha crecido tan rápidamente en los últimos años. Sin embargo es relativamente poca la información que se puede encontrar enfocada de manera central a los proyectos de esta naturaleza en los que se traten de manera integral los aspectos de costo, tiempo y calidad.

Con referencia al tiempo podemos afirmar que las nuevas disciplinas de programación proporcionan al hombre moderno la posibilidad de realizar cualquier obra en condiciones de tiempo que antes se considerarían imposibles, con relación al costo podemos decir que es el elemento del que dependen el tiempo de desarrollo que se lleva a cabo en un proyecto y la calidad del mismo.

Por muchos años el costo y el tiempo en el desarrollo de la construcción han sido señalados como factores esenciales tanto para el constructor como para el propietario del proyecto, aun cuando los problemas que se mencionan comúnmente en relación a la construcción de vivienda masiva, una vez iniciada la obra, se refieren a una mala definición y programación del alcance del proyecto, lo cual lleva a incrementos innecesarios en los costos, y a la obtención de menores beneficios. Es por tales razones que se enfatiza la importancia de estos procesos básicos que deben contemplarse en las fases iniciales de la Administración de Proyectos de vivienda masiva.

OBJETIVO

El objetivo de esta tesis es crear un indicador que permita identificar, evaluar y controlar los resultados que se van obteniendo en los aspectos de costo, tiempo y calidad de manera integral. A su vez el análisis de este indicador debe proporcionar los elementos necesarios de retroalimentación para la toma de decisiones por parte de la empresa. Esta propuesta considera de esa forma tanto las necesidades del usuario como una detallada revisión de su administración interna.

Proporcionar los elementos necesarios de retroalimentación para la toma de decisiones por parte de la empresa desarrolladora para la correcta ejecución del producto.

Capítulo 1

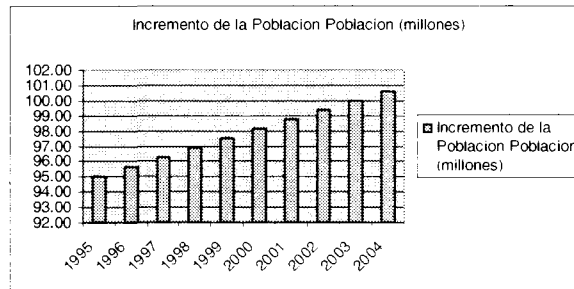
Situación Actual de la vivienda de interés Social en México.

1.1 Análisis de la necesidad de vivienda en México

Para llevar a cabo una revisión del papel que debe jugar la empresa constructora en la administración de un proyecto de vivienda masiva primeramente debemos hacer un análisis de la situación actual y del déficit de vivienda de interés social que actualmente se presenta en México.

Durante las últimas décadas, la tasa anual de crecimiento de la población en México ha mostrado una tendencia continua a la baja, llegando a ubicarse a mediados de los años noventa en 1.8 por ciento. De acuerdo con el Censo General de Población y Vivienda, en 1995 la población del país era de 91 millones de habitantes y, en la actualidad, el Consejo Nacional de Población (Conapo), estima que es de 100 millones. [censo población 2000]

Incremento promedio de la población en México



Grafica 1.1 Incremento de la Población en México, CENSO INEGI, 2000

No obstante la desaceleración en el ritmo de crecimiento de la población, la estructura de edades ha registrado modificaciones en su composición, y se observa un mayor crecimiento en los estratos de la población donde se concentra la demanda de empleo, vivienda y servicios.

De manera específica, en el periodo 1970-1995, la población de 20 a 44 años de edad incrementó su participación en el total de la población del país, pasando de 29.7 por ciento a 37.1 por ciento. [6]

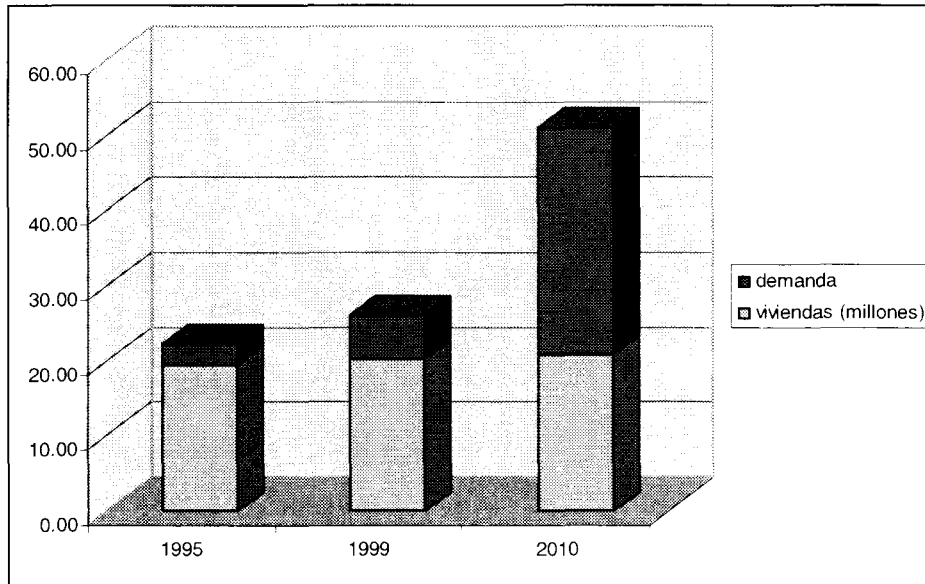
1.2 El rezago habitacional

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), en 1995 el parque habitacional ascendió a 19.4 millones de viviendas, mientras que la demanda mínima de vivienda para ese mismo año fue de 22.2 millones, lo que significó un déficit de 2.8 millones de viviendas. Además, 47 por ciento de las familias reside en viviendas que cuentan con dos o menos habitaciones y 4.6 millones de viviendas presentan condiciones inadecuadas de habitabilidad [6]

Considerando esta situación, así como el ritmo de formación de hogares, se estima que en 1999 el déficit acumulado de vivienda alcanzó los 6 millones. En este sentido, en los próximos años será necesario construir en promedio anual

más de 700 mil viviendas para abatir el rezago y estar en condiciones de satisfacer la nueva demanda. [6]

Demanda de vivienda proyectada para el 2010



Gráfica 1.2 INEGI, Censo Nacional de población y vivienda 2,000.

1.3 Perspectivas de la vivienda en México

En los próximos 10 años, los cambios en la estructura de la pirámide de edades de la población, indican que serán cada día más los jóvenes en edad de formar familias nuevas. Esto indica un inminente crecimiento de la **demanda de vivienda**, lo cual representa un reto para las empresas constructoras, las cuales deberán enfocar su atención hacia la satisfacción de dichas necesidades, particularmente de la población de menores ingresos, que se incrementa diariamente, dadas las condiciones económicas que presenta nuestro país.

De acuerdo con las proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), se estima que para el año 2010 se requerirá a escala nacional un

total de 30.2 millones de viviendas (Gráfica 1.2). Considerando que actualmente se tiene un parque habitacional de aproximadamente 22 millones, se precisa que durante los próximos 11 años el país edificara 8.2 millones de viviendas, esto es, poco más de 700 mil viviendas nuevas por año. [6]

De esta manera surgen las necesidades de vivienda que expresan la cantidad de habitaciones requeridas que cumplan con los preceptos mínimos para que todos los habitantes del país alcancen este bienestar esencial. Este concepto debe diferenciarse del de demanda, el cual corresponde a la cantidad de vivienda que la población puede comprar o rentar a un precio o alquiler determinado. De acuerdo con esta orientación, la política habitacional requiere atender el arribo de aquellos jóvenes en edad de formar un hogar independiente, evitando así que el inventario habitacional se continúe distorsionando deteriorando. De mantenerse así las tendencias en el marco de la demografía actual, se estima que para el año 2010 habrá en el país alrededor de 30 millones de hogares, lo que se reflejará en una demanda anual promedio de 731 mil 584 unidades nuevas para cubrir las necesidades de crecimiento (mapa 1.3).

Del mismo modo, si consideramos el año 2030, se estima que habrá 128.9 millones de mexicanos en 45 millones de hogares. Por lo que el incremento habitacional en 30 años deberá ser de 23 millones de unidades. Lo anterior representa la necesidad de edificar a partir de ahora, un promedio de 766 mil viviendas anuales.

Con base en estas cifras, el Gobierno Federal se ha propuesto la meta de alcanzar un ritmo de financiamiento y construcción de vivienda de 750 mil unidades en el año 2006, cifra que deberá sostenerse al menos en ese nivel, a partir de ese año.

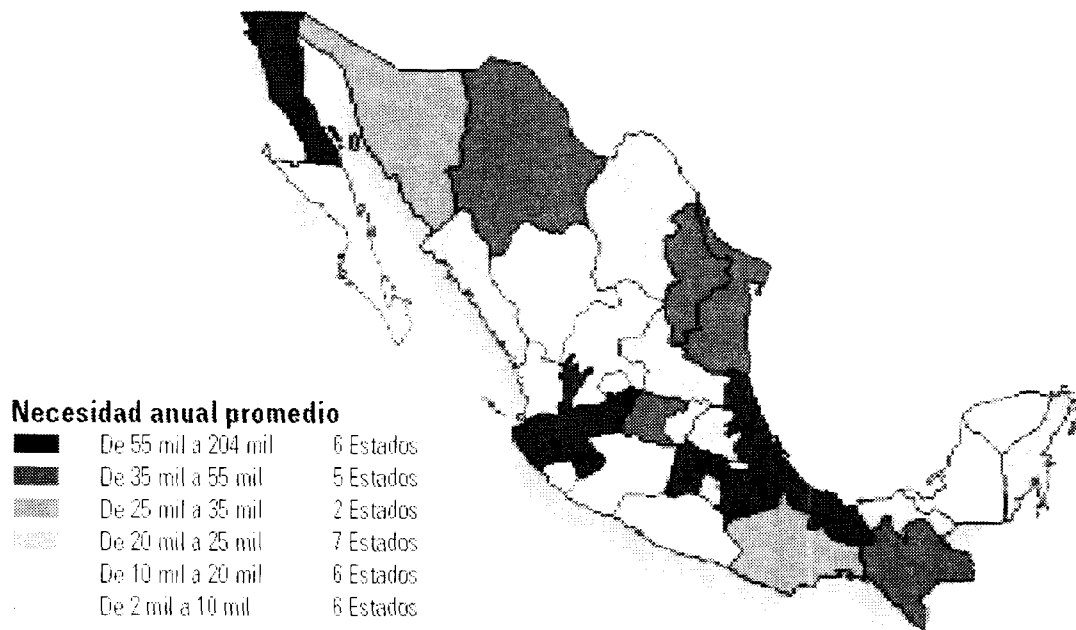


Figura 1.3 Necesidad anual promedio por estados

1.4 Papel de la empresa constructora

En base a este análisis podemos observar claramente que existe la necesidad de vivienda en México y si el objetivo de la política social se encamina a cubrir dicha necesidad, entonces podemos detallar de manera particular el papel que debe asumir la empresa constructora para tratar de alcanzar y cumplir con este objetivo. El proceso interno que debe seguir la empresa constructora para una correcta administración del proyecto de vivienda masiva, deberá ser cuidadosamente planeado, con el fin de generar un producto que satisfaga las necesidades del cliente con la mejor calidad, el mejor costo y al menor tiempo posible, en beneficio de todas las partes involucradas en un proyecto de este tipo. Es necesario identificar que uno de factores principales para el cumplimiento del indicador propuesto en el presente trabajo, es que su metodología sea utilizada en la mayoría de las empresas constructoras y las

inmobiliarias orientadas a este tipo de proyectos las cuales actualmente son numerosas y todas ellas emplean distintos tipos de procesos y calidades.

Una de las empresas dedicadas a este rubro es GEO que en la actualidad ha construido cerca de 200,000 viviendas, en donde viven más de 1,000,000 mexicanos. GEO es una empresa promotora de conjuntos habitacionales totalmente integrada, que participa en los aspectos de promoción, diseño, construcción y comercialización de proyectos de vivienda de interés social y vivienda media en México. A través de sus Empresas subsidiarias posicionadas en las ciudades más dinámicas del País, GEO es el desarrollador de vivienda más diversificado geográficamente en México, operando en 33 ciudades dentro de 19 estados, cubriendo así más del 76% de la población del país.

Así como GEO están otras empresas dedicadas a este giro y cuya importancia es esencial para nuevos desarrollos y disminución del déficit de vivienda de interés social.

Capítulo 2

Administración del Costo en Proyectos de vivienda masiva

En base a lo anterior es necesario abordar los aspectos referentes al comportamiento interno del proceso que lleva a cabo la empresa constructora en general, para la ejecución de estos proyectos por lo que se abordan a continuación algunos conceptos básicos de lo que es un proyecto empezando por su definición.

2.1 Introducción: Que es un Proyecto

Podremos definir un proyecto como la organización del desarrollo de un trabajo. Este trabajo generalmente involucra otras operaciones o proyectos aunque dos o más de ellas se encuentren traslapadas. Las operaciones y los proyectos comparten varias características, por ejemplo estas pueden ser:

- Desarrolladas por gente
- Recursos limitados
- Planeadas, ejecutadas y controladas

Como inicio de esta investigación y para poder comprender el funcionamiento interno de la empresa dedicada a los proyectos de vivienda masiva debemos de hacer notar que la correcta administración del proyecto es la pieza fundamental para el éxito del proyecto por lo que habremos de definir ahora el concepto de administración de proyectos.

2.2 Que es la administración de Proyectos

La administración de proyectos es la aplicación de conocimiento, habilidad, herramientas y técnicas para proyectar actividades que lo logren al alcanzar las necesidades del proyecto. La administración de proyectos es completada a través del uso de los procesos como: planear, organizar dirigir y controlar. Estos procesos de administración involucran ciertamente:

- Los requerimientos competitivos: alcance, costo, tiempo, riesgo y calidad.
- Satisfacer las inversiones de los accionistas
- Identificar las necesidades [8].

Es importante hacer notar que muchos de los procesos con administración de proyectos se dan de manera natural. Esto debido a la existencia y a la necesidad de la elaboración progresiva en un proyecto a través del ciclo de vida del proyecto, es decir, entre mas se conozca del proyecto más fácil será de administrarlo.

Para fines prácticos de esta tesis será necesario abundar sobre los tres elementos a estudiar para poder llegar a una metodología de integración de los mismos. De esta manera podremos empezar con uno de los factores más importantes dentro de la construcción, el costo.

2.3 Administración del costo

El costo de una obra juega un papel fundamental tanto para el inversionista, el constructor y con en el impacto final que tendrá para el comprador.

Enfocándonos más en el impacto que tiene sobre el constructor, el análisis del costo involucra varios aspectos, desde la concepción del proyecto, diseño, permisología, urbanización, la construcción y la publicidad de venta, que en algunos casos este último punto lo lleva a cabo el cliente o un subcontrato especializado.

2.3.1. Principios del costo

Sabemos que el costo específico a detalle de un proyecto variara en muchas maneras ya sea dependiendo de el lugar, del sistema que se utilice, si es un proyecto foráneo o la ciudad en la que se ubique el proyecto, variaciones en el diseño original. Como quiera que sea existen muchos factores por el que el costo puede variar. Por ejemplo, el sitio de construcción por lo general es un lugar difícil para trabajar. El costo en este aspecto puede variar por diferentes factores por ejemplo; el terreno se puede encontrar húmedo y pobremente consolidado, o por el contrario existe demasiada roca y el costo para demolición puede aumentar, en cuanto al material, la ubicación de este puede acarrear tiempo y costo extra si este no se encuentra bien localizado, las herramientas pueden ser limitadas, etc. En ocasiones se prefiere que el trabajo sea realizado fuera del sitio en un ambiente controlado como si fuera una fábrica, hecho que en la construcción es poco usual y casi nulo por las condiciones necesarias de campo. [11]

En base a esto podemos determinar que el costo puede variar en todos sus aspectos desde el diseño, los permisos, construcción, condiciones del terreno, materiales, etc.

2.3.2. Características del Costo.

Por lo tanto, podemos decir que el costo es la evaluación de un proceso determinado y por lo tanto sus características serán:

- **Aproximado.-** El hecho de no existir dos procesos contractivos iguales, el intervenir la habilidad personal del operario, y el basarse en condiciones “promedio” de consumos, insumos y desperdicios, permite asegurar que la evaluación monetaria del costo, no puede ser matemáticamente exacta.
- **Específico.-** Por consecuencia, si cada proceso constructivo se integra en base a sus condiciones periféricas de tiempo, lugar y secuencia de eventos, el costo no puede ser genérico.
- **Dinámico.-** El mejoramiento constante de materiales, equipos, procesos constructivos, técnicas de planeación, organización, dirección, control, incrementos de costos de adquisiciones, perfeccionamiento de sistemas impositivos de prestaciones sociales, etc. Nos permite recomendar la necesidad de una actualización constante de los análisis de costos.
- **Elaboración inductiva o deductivamente.-** Si la integración de un costo, se inicia por sus partes conocidas, si de los hechos inferimos el resultado estaremos analizando nuestro costo inductivamente.[1]

2.3.3. Distribución del costo en proyectos de vivienda masiva.

De acuerdo a estas características se sabe que cada proyecto siempre va a ser diferente y por lo tanto su costo siempre será diferente mas sin embargo, dentro de un proyecto, ciertas actividades siempre tendrán mucho mayor peso que otras en cuanto a costo y así mismo consumen mayor tiempo que otras, de esta manera en base a la experiencia de proyectos pasados de vivienda de interés social podemos asumir la siguiente grafica como una base general que nos muestra los diferentes porcentajes del costo en un proyecto de vivienda masiva.

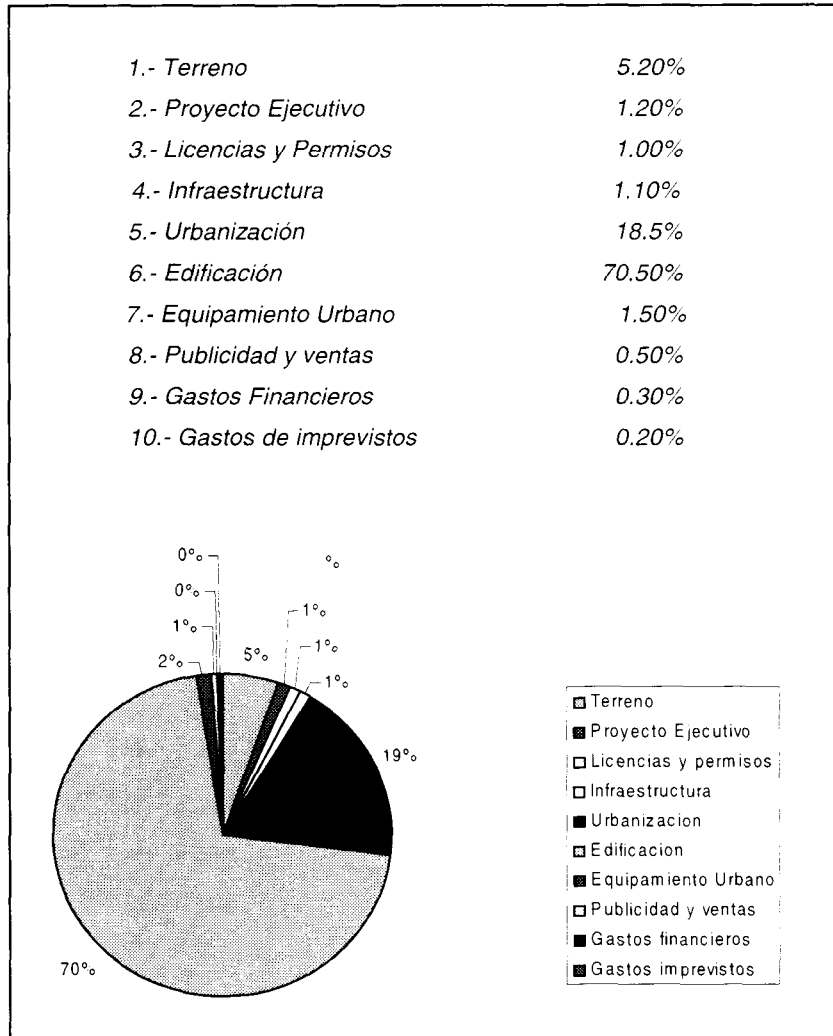


Figura 2.1 Distribución del costo para un proyecto de vivienda de interés social

De esta manera podemos identificar con claridad que la mayor parte del costo se encuentra precisamente en la etapa de edificación y posteriormente en la parte de urbanismo por lo que nuestro control de costos deberá atender principalmente y basados en la ley de Pareto en atender estas etapas sin descuidar las otras ya que cualquiera de las otras etapas si no se controlan bien pueden exceder de cierta manera nuestro presupuesto original.

Habremos de mantener la máxima atención en la etapa de construcción y tener entendido que el presupuesto original se sostiene bajo una meta común para el cual fue creado con el objetivo de mantenerlo en su monto inicial o en caso de lo contrario llevar a cabo las modificaciones necesarias a tiempo para aplicar medidas correctivas, lo cual se llevara a cabo por el administrador de proyectos.

Sin embargo sabiendo que la parte de mayor costo es la etapa de edificación y la cual habremos de controlar con los métodos que se mencionan en capítulos siguientes habrá que llevar a cabo un análisis preeliminar de las etapas anteriores con los conceptos que las componen y que deben de considerarse para poder realizar el análisis de factibilidad de un proyecto de vivienda masiva y se componen de la siguiente manera:

1. *Terreno*

- *Costo de Adquisición*
- *Honorarios de Notario*
- *Registro Publico de la propiedad*
- *Honorarios municipales*

2. *Proyecto*

- *Proyecto Urbano*
- *Proyecto Hidráulico y Sanitario*
- *Proyecto de Eléctrico y Agua Potable*
- *Estudio de impacto ambiental*

3. *Licencias y Permisos*

- *Autorización del uso del suelo, antecedentes de propiedad (10 escrituras)*
- *Planos de localización y lotificación, memoria descriptiva de lotificación*
- *Factibilidad de servicios de agua potable (SIDEAPA)*
- *Factibilidad de electrificación y bases de proyecto (CFE)*
- *Dictamen de impacto ambiental*
- *Acta constitutiva certificada de la empresa*
- *Datos técnicos. Planos del polígono, trazo de ejes y rasantes*

- *Memoria de calculo y plano de la red de agua potable*
 - *Memoria de calculo y plano de la red de alcantarillado*
 - *Memoria de calculo y plano de la red de electrificación*
 - *Estudio de mecánica de suelos*
 - *Calendario de obras, presupuesto desglosado de las obras de urbanización*
 - *Pago de derechos de Supervisión (Obras Publicas Municipales)*
4. *Infraestructura*
- *Línea de conducción eléctrica*
 - *Línea de conducción de agua potable*
 - *Conductor de aguas negras*
 - *Acceso*
 - *Pozo profundo*
 - *Planta de tratamiento*
5. *Urbanización*
- *Trazo y nivelación*
 - *Despalme*
 - *Cajeo*
 - *Terracerías*
 - *Guarniciones y Banquetas*
 - *Red de Agua potable*
 - *Red de drenaje sanitario y descargas*
 - *Válvulas y cajas de válvulas*
 - *Pozos de visita y entubado de descargas*
 - *Nomenclatura (Mobiliario Urbano, contenedores, etc.)*
 - *Red de electrificación*
 - *Alumbrado Publico*
 - *Equipamiento urbano*
 - a. *Escolar*
 - b. *Áreas verdes*
 - c. *Especiales (comerciales, bomberos, etc.)*

2.3.4. Análisis de factibilidad para un proyecto de vivienda masiva

Una vez analizados los pasos que se tienen que analizar preliminares a la construcción de vivienda será necesario establecer un costo estimado para cada una de las actividades considerando el tiempo de ejecución y considerando a su vez dos opciones: el estimado inicial y el estimado real, de esta manera podremos ir comparando ambos costos y establecer ciertas holguras o por el contrario ciertas restricciones. Por ejemplo citemos los puntos del primer concepto que es el terreno:

Proyecto:		Logotipo			
Ubicación:					
Encargado:					
ETAPA 1		TERRENO			
Concepto	vs		vs		
	Tiempo de ejecución estimado	Tiempo de ejecución real	Costo estimado	Costo Real	Diferencia
<i>Costo de adquisición</i>					
<i>Honorarios del Notario</i>					
<i>Registro Público de la propiedad</i>					
<i>Honorarios municipales</i>					

Tabla 2.1 Relación inicial de Costo estimado vs Costo real

Una vez calculado el costo estimado para cada una de las actividades y con el objetivo de ver si es factible la ejecución de tal proyecto, tendremos que tomar en cuenta el área vendible de nuestro proyecto y compararla con el costo estimado, para esto, tendremos que tomar en cuenta los siguientes conceptos:

- 1.- Área total del Polígono 100%
- 2.- Área de Vialidades x %
- 3.- Área de Donación 16%
- 4.- Áreas comerciales x %
- 5.- Área vendible \$%

Las áreas de vialidades las marca el diseño del proyecto, las áreas de donación por lo general son del 16% donde: 10% de áreas verdes, 3% áreas escolares y 3% áreas de servicios (cada municipio marca sus porcentajes de donación), y las áreas comerciales serán marcadas según diseño y de acuerdo a lo señalado por el municipio. De esta manera la suma total de las áreas dará como el resultado el área total del Polígono.

Para la obtención del costo por m² vendible de terreno habremos de calcularlo de la siguiente manera:

$$\text{Costo/ m}^2 \text{ vendible} = \frac{\text{Costo Total Estimado}}{\text{Superficie vendible}}$$

Cabe mencionar que el precio obtenido nos da una idea del precio por metro cuadrado de terreno vendible y si realmente estamos dentro del mercado y en la competencia con otros fraccionamientos. Muchas veces es necesario considerar la “no factibilidad” ya que es común toparse con conceptos altamente costosos que nos impiden ser competitivos; por ejemplo el hecho de toparse con un suelo de naturaleza rígida hace que el costo de nuestra excavación se eleve en un porcentaje elevado y por lo tanto elevar el costo total de la superficie de venta.

Estos pasos deberán ser ejecutados o supervisados por el Administrador de proyectos y una vez que nuestro proyecto tiene factibilidad para la ejecución podremos proceder a la presupuestación de la etapa de construcción donde los aspectos a controlar serán varios como lo muestra la figura 2.2 y para la cual habremos de desglosar y seguir paso a paso los elementos de la administración del costo.

El rol del administrador de proyectos es hacer que esto pase para simular las posibles consecuencias, sin reducir la durabilidad del edificio, o el valor de las

actividades del dueño. El rol del administrador de proyectos durante esta captación o documentación del comportamiento del costo consiste en el monitoreo constante.

Como se mencionó anteriormente, después de la etapa de diseño, se debe establecer un parámetro de estimación el cual debe ser aceptado por la supervisión o el propietario como de guía de costo basada en un sistema de precios unitarios. Esto en efecto es un proceso de presupuestación para establecer un diseño balanceado asimilando un monto total para cada subsistema (terrecerías, cimentación, instalaciones, etc.) hasta conseguir el monto total del proyecto.

El sistema de monitoreo del presupuesto tiene el propósito de identificar desviaciones del presupuesto original rápidamente, de modo que la atención pueda centrarse en ese elemento para desarrollar una solución alternativa dentro del presupuesto.

No es suficiente reportar el sobre-costo de un concepto del presupuesto. El administrador de proyectos debe identificar el porqué está ocurriendo y ayudar a corregir. Hay que observar que tan importante es la corrección de este rumbo para los ingenieros y arquitectos antes de que ellos hayan gastado sus costos de producción en una solución errónea. Ellos están dispuestos a volver a dirigir el rumbo siempre y cuando si costo y esfuerzo no se vea afectado seriamente. [11].

El éxito del sistema de monitoreo resultará cuando el administrador de proyectos como parte integral del proceso preparara estimados o reportes de chequeo para obtener el indicador deseado y poder llegar a la toma de decisiones del administrador o en ciertos casos para el cliente.

Dentro de la etapa de la construcción, el presupuesto del proyecto se basa principalmente en el costo de los recursos: personas, equipo y material. De

acuerdo a esto podemos observar el siguiente esquema en el que podemos analizar el costo.

Elementos físicos del costo

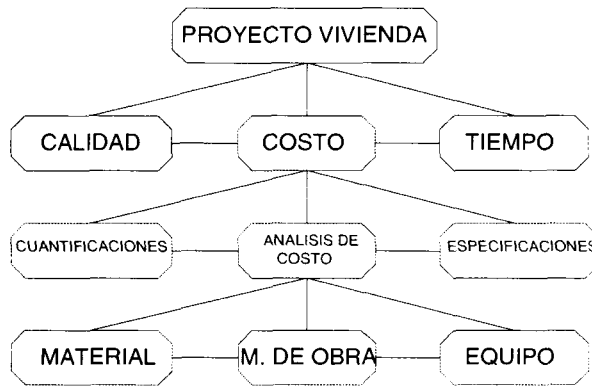


Figura 2.2 Elementos físicos del costo.

2.3.5. Elementos de la administración del costo del proyecto.

La administración del costo del proyecto involucra elementos que permitan asegurar que el proyecto es completado dentro del presupuesto aprobado desde un inicio, o por lo menos lo más apegado a este. Estos elementos se dividen en cuatro los cuales son:

1. **Planeación del recurso.-** En esta parte inicial es necesario determinar los recursos a utilizar (material, mano de obra y equipo) y que cantidades para cada uno de estos elementos deberá ser usada para el desarrollo de estas actividades.
2. **Estimado del Costo.-** Será necesario desarrollar un estimado aproximado del costo de los recursos necesarios para el desarrollo de estas actividades.
3. **Presupuestación.-** Esta será la parte en la que se precisa el costo detallado de cada una de las actividades que conforma el proyecto.

4. **Control de Costo.-** En esa parte se controlara los cambios que sufra el presupuesto durante la etapa de desarrollo.

Cada uno de estos procesos involucra el esfuerzo de uno o de más individuos o de equipos de trabajo según las necesidades del proyecto. Cada proceso ocurre al menos una vez en cada fase del proyecto.

La Administración del costo del proyecto se concibe en primera instancia determinando el costo de los recursos necesarios para terminar todas las actividades. Como quiera que sea la administración del costo deberá considerar el efecto de las decisiones del proyecto en comparación del costo de uso del producto del proyecto. Por ejemplo, el hecho de limitar el número de revisiones de diseño de un proyecto puede reducir el costo del proyecto a expensa de incrementar el costo de operaciones del cliente. Esta visión más amplia de la administración del costo se llama comúnmente *costeo del ciclo de vida*. El *costeo del ciclo de vida* junto con técnicas de valor de Ingeniería son usadas comúnmente para la reducción del costo y del tiempo, mejorar la calidad y el desarrollo y optimizar la toma de decisiones.

En muchas áreas de aplicación, la predicción y el análisis del desarrollo de las perspectivas financieras del producto de un proyecto es dada por lo general fuera del proyecto. En otros proyectos, la administración del costo esta incluida en este trabajo.

Cuando tales predicciones y análisis son incluidos la administración del costo incluirá procesos adicionales y numerosas técnicas de administración general como: el retorno de inversión, flujos de liquidez descontados, análisis de reembolso, etc.

La administración del costo considera que esta información es necesaria para los accionistas del proyecto, estos podrán medir el costo del proyecto en diferentes caminos y a diferentes tiempos.

La administración del costo para un proyecto de vivienda masiva involucra la aplicación de los elementos antes mencionados y una correcta medición para las etapas principales de desarrollo de proyecto:

Elementos de la administración del costo

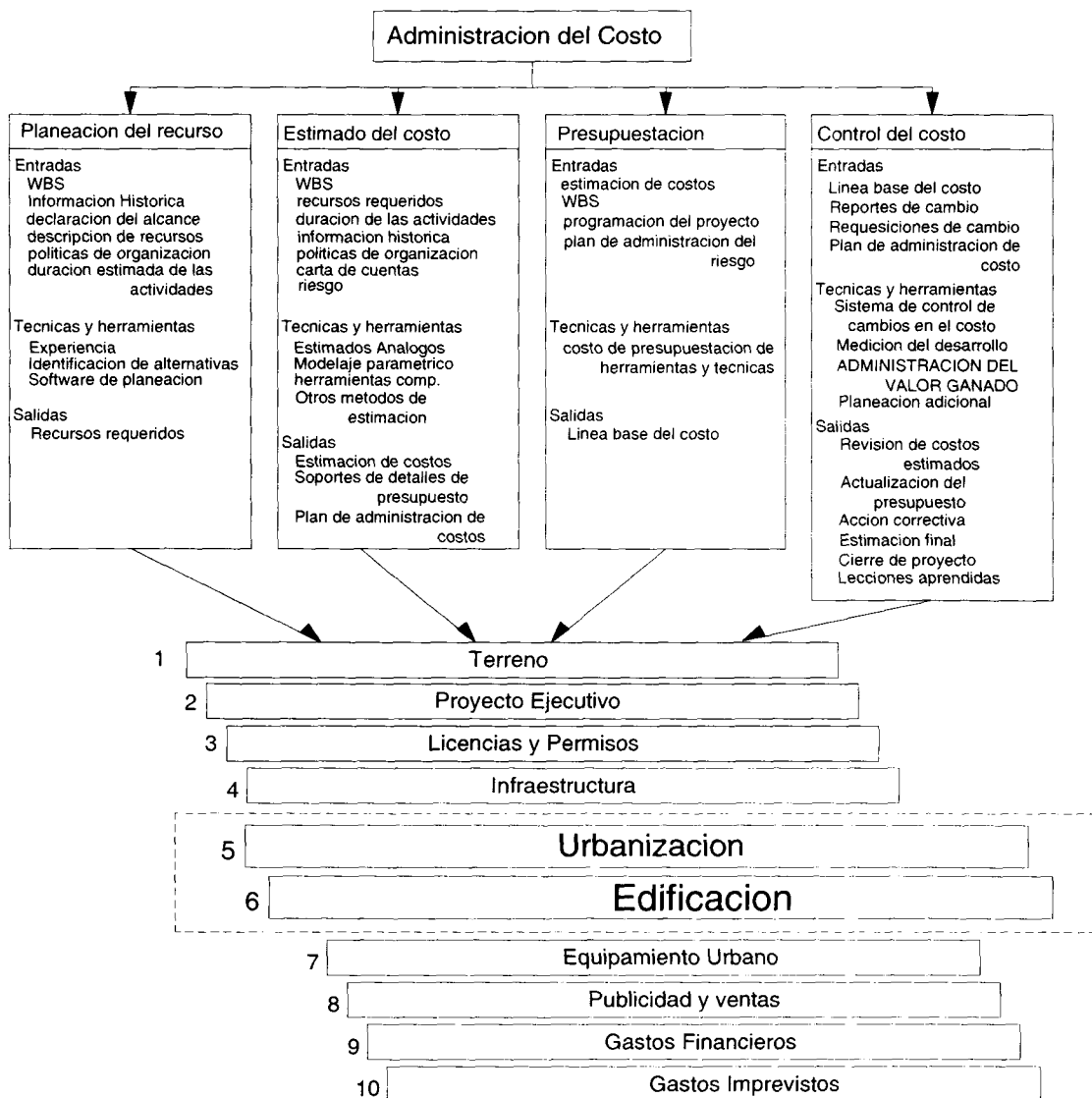


Figura 2.3. Elementos de la administración del costo

1.- Planeación del recurso

La planeación del recurso implica la coordinación de los tres elementos principales de la obra (material, mano de obra y equipo) y la cantidad de cada uno de estos elementos a ser usada. La planeación del recurso deberá estar coordinada teniendo en cuenta el costo inicial estimado, para esto es importante considerar que el equipo de construcción del proyecto necesitara estar familiarizada con los códigos locales (precios, mano de obra etc.), esta información puede ser adquirida comúnmente en revistas y libros locales.

1.1. Entradas.

1.1.1 WBS.- La WBS (Work Breakdown Structure) identifica los entregables de un proyecto y los procesos en los que se requerirán estos recursos. Cualquier otra salida de otro proceso de planeación deberá ser controlada o incorporada a la misma wbs para poder asegurar su control.

1.1.1. Información Histórica.- La información histórica recauda los tipos de recursos que se utilizaron en proyectos similares anteriormente realizados.

1.1.2. Declaración del alcance.- En esta parte del proyecto se encuentra la justificación del proyecto y los objetivos de proyecto, ambos deberían de considerarse muy explícitos durante esta etapa de la planeacion del recurso.

1.1.3. Políticas de Organización.- Estas se deben establecer y serán consideradas durante la compra y renta de equipo.

1.1.4. Duración estimada de las actividades.- Se considera también una parte de la programación ya que será necesario tener en cuenta la duración de las actividades para efectos de programación de pagos.

1.2.- Técnicas y herramientas para la planeación del recurso

1.2.1. Experiencia.- La experiencia será muchas veces requerido para asesorar las entradas en este proceso. Tal expertis puede ser generada por un grupo o un individuo con conocimiento especial o entrenamiento.

- Consultarías
- Asociaciones Técnicas y Profesionales.
- Grupos industriales

1.2.2. Identificación de alternativas.- Este término es generalmente usado para generar diferentes aproximaciones del proyecto, existe una variedad de técnicas generales de administración usadas, entre las más comunes están la coordinación de lluvia de ideas y pensamientos laterales.

1.2.3. Softwares de administración de proyectos.- Estos tendrán la capacidad de ayudar a organizar los recursos. Dependiendo lo sofisticado que sea este, los recursos pueden ser clasificados y definidos tan bien como un calendario de recursos, algunos ejemplos son OPUS, etc.

1.3 Salidas.

1.3.1. Recursos requeridos.- El proceso de salida de la planeación del recurso es una descripción de que tipos de recursos serán requeridos así como las cantidades de cada elemento hasta el más bajo nivel de la WBS.

2.- Estimado del costo

El estimado del costo involucra el desarrollo de un presupuesto aproximado del costo de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. En la estimación de este costo, el estimador o administrador de proyectos considera las causas de variación del estimado final para propósitos de una mejor administración del proyecto.

En la etapa del estimado del costo será necesario ligar las entradas, las herramientas y técnicas y las salidas cada una de estas con sus elementos necesarios para un análisis mas detallado del estimado del costo.

2.1 Entradas.

2.1.1.WBS.- al igual que en la planeación de los recursos la wbs será necesaria para organizar el estimado de los costos y asegurarse de que todos los recursos están identificados dentro de la wbs y serán estimados.

2.1.2. Requerimientos del recurso.- Se describen los recursos a utilizar tanto de material, mano de obra y equipo.

2.1.3. Estimado de la duración de las actividades.- será necesario establecer un estimado de la duración de las actividades para poder tener una noción del costo de los recursos principalmente en la mano de obra y en el posible aumento de los materiales a usar en el caso de que la duración de la etapa de la construcción se alargue en tiempo.

2.1.4. Información histórica.- La información de costo en varias categorías de otros proyectos similares se pueden obtener de varias fuentes como son:

- Archivos de proyecto.- algunas estimaciones y publicaciones de costos que se archivan de proyectos anteriores donde podemos darnos cuenta del precio manejado para ese proyecto así como algunos P.U.

- Bases de datos de estimación de costos comerciales, estos documentos por lo general se publican periódicamente.

- Conocimiento del equipo de proyecto. Basada en la experiencia del equipo.

2.1.5. Carta de cuentas.- La carta de cuentas describe el código de la estructura utilizado por la organización para reportar la información financiera.

2.1.6. Riesgo.- En esta etapa el equipo de proyecto debe considerar información de riesgos cuando se producen los estimados del costo ya que los riesgos pueden tener un alto impacto sobre el costo. El administrador de proyectos considera el grado de riesgo para cada una de las actividades del proyecto.

2.2 Herramientas y técnicas

2.2.1. Estimados análogos .- El estimado análogo, también se le puede llamar “estimado tope”, significa usar un costo base de un proyecto similar ejecutado con anterioridad como base del proyecto, es decir se parte de una base ya realizada y se hacen las modificaciones necesarias o actualizadas para en nuevo proyecto.

2.2.2. Modelaje paramétrico.- Este proceso involucra usar las características del proyecto en un modelo matemático para predecir el costo del proyecto, es decir, para un proyecto de vivienda de interés social de ciertas características se puede determinar un precio por metro cuadrado o bien, otra opción para determinar el precio es una manera un poco mas compleja por medio de un software que desglose el precio en seis o siete factores. Ambos métodos, serán mas adecuados cuando: a) La información histórica usada para el desarrollo del modelo fue de alguna manera estandarizada, b) los parámetros usados en el modelo son completamente cuantificables, c) el modelo es escalable (trabaja bien tanto para un proyecto grande como para un pequeño, en este caso muy aplicable para proyectos de vivienda masiva).

2.2.3. Herramientas computarizadas.- Las herramientas computarizadas como un software de administración de proyectos, hojas de cálculo y herramientas estadísticas pueden ser muy útiles para la estimación de costos.

2.2.4. Otros metidos de estimación de costos.- Por ejemplo, análisis de oferta.

2.3 Salidas.

2.3.1. Estimación de costos.- Los costos estimados son valores cuantitativos de los mejores costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. Estos pueden presentarse de manera general (por partidas) o a detalle (por precio Unitario).

Los costos deben de ser estimados para todos los recursos que involucra el proyecto, esto incluye; mas no se limita a: mano de obra, materiales, fletes, y categorías especiales como la inflación de ciertos materiales, riesgos, etc. Los costos estimados son generalmente expresados en unidades de moneda (pesos, dólares, etc.), por lo que para facilitar las comparaciones, el administrador deberá usar unidades generales de medición como horas de trabajo o días de trabajo.

2.3.2. Soportes de detalle del presupuesto.- El soporte de detalle para la estimación de los costos incluye:

- Una descripción del alcance del trabajo estimado. Esto generalmente referenciado con la wbs del proyecto.
- Documentación de la base del estimado. Como se desarrollo el estimado.
- Documentación de los supuestos hechos (como medidas de contingencia).
- Un indicador o rango de los posibles resultados

2.3.3. Plan de administración del costo.- El plan de administración del costo describe como serán administradas las variaciones de los costos. Un plan de administración del costo puede ser formal o informal, altamente detallado o muy general, basado en las necesidades de los accionistas del proyecto.

3.- Presupuestacion

En esta etapa, principalmente se ubica el estimado de los paquetes de trabajo o de cada actividad individual para establecer el costo de línea base del proyecto.

3.1 Entradas.

3.1.1. Costos estimados.- Los costos estimados son valores cuantitativos de los mejores costos de los recursos necesarios para completar las actividades

del proyecto. Estos pueden presentarse de manera general (por partidas) o a detalle (por precio Unitario).

3.1.2. WBS.- Identifica los elementos del proyectos y el costo presupuestado para cada uno de estos elementos.

3.1.3. Programación del proyecto.- La programación del proyecto para efectos del costo incluye un inicio planeado y una fecha de termino esperado para todas las actividades del proyecto.

3.1.3. Plan de administración del riego.- En esta parte se debe de considerar una contingencia la cual puede ser determinada en base a la recuperación del estimado esperado.

3.2 Herramientas y técnicas.

3.2.1. Presupuestación de las técnicas y herramientas.- Las herramientas y técnicas a utilizarse para el desarrollo de actividades deberán ser presupuestadas.

3.3. Salidas.

3.3.1. Línea base del costo.- La línea base del costo es la fase-tiempo del presupuesto que será usada para medir y monitorear los cambios del costo en el proyecto. Esta se desarrolla en base a los costos estimados periódicamente y se muestra generalmente como un curva S. Figura 1.3

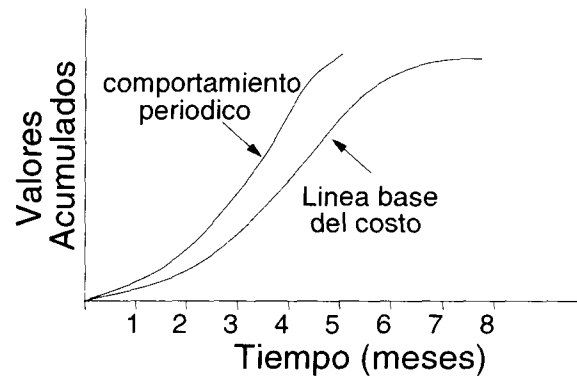


Figura 2.4. Comportamiento del costo

4.- Control del costo

El control del costo como una de las etapas más importantes en los proyectos de vivienda masiva se refiere principalmente a: la influencia de los factores que crean cambios en la línea base del costo antes mencionada, determinación de que el costo de la línea base tiene un cambio, administración de los cambios actuales en el momento que ocurren, y este control incluye:

- Monitoreo del desarrollo del costo para detectar y entender varianzas del plan original
- Asegurarse de que todos los cambios son grabados exactamente y representados sobre la línea original de costo.
- Prevenir la mayor cantidad de cambios de la línea de costo base.
- Informar a los accionistas los cambios realizados
- Actuar para traer costos dentro del presupuesto original.

El control del costo incluye la búsqueda de los “porqués” de las varianzas tanto positivas como negativas.

4.1. Entradas

4.1.1. Línea base del costo.- La línea base del costo es la fase-tiempo del presupuesto que será usada para medir y monitorear los cambios del costo

en el proyecto. Esta se desarrolla en base a los costos estimados periódicamente y se muestra generalmente como un curva S. Figura 1.3

4.1.2. Reportes de cambio.- Los reportes de cambio proveen de información sobre el alcance del proyecto y el cambio del costo. Los reportes de cambio pueden alertar al equipo de proyecto de cuales son las causas principales que pueden causar problemas en un futuro.

4.1.3. Requerimientos de cambio.- Estas requisiciones pueden ser de diferentes maneras; escritas o de manera oral; directas o indirectas; iniciadas interna o externamente. Los cambios pueden involucrar incrementos o decrementos en el presupuesto.

4.1.4. Plan de administración del costo.- El plan de administración del costo describe como serán administradas las variaciones de los costos. Un plan de administración del costo puede ser formal o informal, altamente detallado o muy general, basado en las necesidades de los accionistas del proyecto.

4.2. Técnicas y herramientas.

4.2.1. Sistema de control de cambios en el costo.- Por medio de este sistema se definirán los medios por los cuales la línea-base del costo puede ser modificada. Este puede incluir hojas de trabajo, sistemas de seguimiento y los niveles indicados para la autorización de los cambios.

4.2.2. Medición del desarrollo.- Las técnicas para la medición del desarrollo ayudan a determinar la magnitud de cualquiera de las variaciones que existen. La administración del Valor Ganado (EVM), es especialmente usada para el control del costo. Una importante parte del control del costo es determinar que es lo que esta causando la variación y decidir si esta variancia requiere una acción correctiva.

4.2.3. Administración del valor ganado.- Todo el control que se lleve a cabo para cualquier proyecto debe de medir los cambios continuamente por los reportes de tres variables importantes que son:

- El valor planeado, el trabajo físico programado a ser desarrollado, incluyendo el valor estimado para este trabajo (Costo Presupuestado para el Trabajo a Realizar, BDWP), comparado contra:
- El valor ganado, que es el trabajo físico completado a la fecha, incluyendo el valor estimado de este trabajo (Costo Presupuestado del trabajo realizado, BCWP).
- Costos actuales incurridos para completar el Valor Ganado. La relación de el valor ganado con el valor planeado constituye la **Varianza de Programación SV**, la relación de el valor ganado con los costos actuales constituyen la **varianza del costo CV**.

4.2.4. Planeación adicional. Muchos proyectos se van ejecutando conforme el plan original. Los cambios que ocurrieran tal vez requieran una nueva estimación o una revisión detallada de los estimados y un posible análisis de alternativas.

4.2.5. Herramientas computacionales.- EL software Primavera Project Planner es una de las herramientas necesarias para la medición del valor ganado.

4.3. Salidas.

4.3.1. Revisión de los costos estimados.- La revisión de los costos estimados son modificaciones que sufre la información del costo usada para administrar el proyecto. La revisión de los costos estimados puede o no puedes ser requerir ajustes en otros aspectos del plan de proyecto.

4.3.2. Actualización del presupuesto.- La actualización del presupuesto es una categoría especial de la estimación de los costos. La actualización del presupuesto son los cambios previamente aprobados de la línea del costo-base. En algunos casos la varianza del costo puede “rebasar” la línea del costo base y será necesario aplicar medidas necesarias.

4.3.3. Acciones correctivas.- Es la medida necesaria para tratar de reubicar la línea del costo lo mas cerca posible a la línea del costo base. Es un

pronóstico del costo total posible del proyecto basado en el desarrollo del proyecto y en la cuantificación del riesgo.

4.3.4. Cierre de proyecto.- Procesos y procedimientos que se deberán desarrollar para el cierre o en algunos casos de la cancelación del proyecto.

4.3.5. Lecciones aprendidas.- Es la documentación necesaria en donde se registran la causas principales de la variación del costo durante el proyecto a manera de crear una base de datos histórica para la aplicación en futuros proyectos.

Capítulo 3

Administración del Tiempo en Proyectos de vivienda masiva

3.1 Planeación y Programación.

La planeación es el proceso de identificar todas las actividades necesarias para la terminación exitosa de un proyecto. La programación de un proyecto es el proceso de determinar en orden secuencial las actividades planeadas para cualquier proyecto, es el proceso de asignar la duración de las actividades lo mas real posible así como determinar la fecha de inicio y el fin para cada actividad. [12].

En un proyecto de vivienda masiva la programación de un proyecto es un papel de gran importancia para la correcta coordinación de los diversos contratistas así como para el suministro de los diversos proveedores.

Debido a los avances masivos de producción de los contratistas por los efectos del pago a destajo debemos de poder coordinar el pago de los mismos ya que en ciertas ocasiones dependemos de pagos exteriores o en otro caso de la liquidez de la propia empresa desarrolladora.

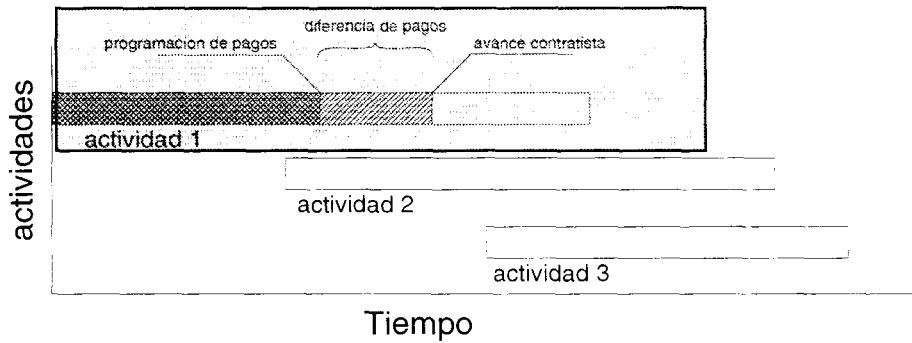


Figura 3.1 Avances de Obra

Esta situación puede ser poco común en este tipo de proyectos ya el objetivo es la mayor velocidad para la venta y el otorgamiento de créditos lo mas pronto posible, mas sin embargo es posible que se presente.

Por otro lado se puede presentar la situación contraria en la que los diferentes contratistas o la mano de obra interna presente un atraso general del proyecto para cualquiera de las actividades.

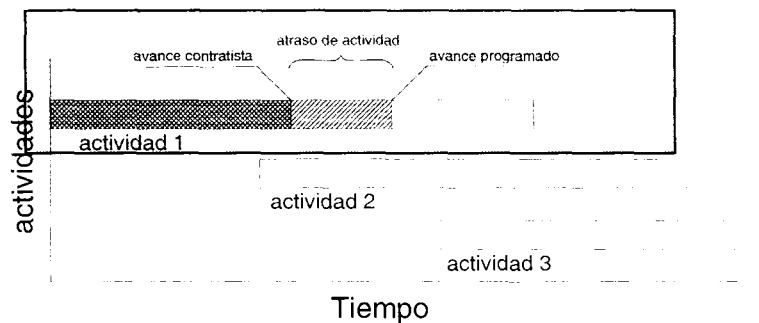


Figura 3.1.a Avances de Obra.

Tenemos que tener en cuenta que la planeación es un prerrequisito para la correcta programación de la obra porque no existe la manera de determinar la

secuencia de inicio y fin de cada actividad hasta que estas no sean identificadas. Como quiera que sea los términos de programación y planeación son usados simultáneamente porque ambos interactúan a la par.

Una vez que las actividades son identificadas, es relativamente fácil determinar la programación para un proyecto. Muchos métodos y herramientas han sido desarrollados para la programación. La computadora es uno de los elementos universales para el desarrollo de estos cálculos de la programación de un proyecto.

La planeación del proyecto es el corazón de una buena administración del proyecto ya que provee de una comunicación central que coordina el trabajo de todas las partes involucradas, desde el diseñador hasta los subcontratos. La planeación también establece el sistema de control para el tiempo en costo y la calidad de un proyecto. Aunque uno de los objetivos principales de la planeación y la programación es el hecho de terminar los trabajos a tiempo existen otros beneficios que se derivan de la buena planeación de un proyecto:

1. Terminar el proyecto a tiempo
2. Continuidad (ininterrumpido) fluidez en los trabajos (sin retrasos)
3. Reducción de los costos causados por los re-trabajos (por lo menos el monto de los cambios generados)
4. Minimizar la confusión y los malos entendidos
5. Incrementa el conocimiento del estado actual del proyecto para darlos a conocer a todos los miembros del proyecto
6. Generar reportes de tiempo
7. Conocimiento y programación de las partes claves del proyecto
8. Conocimiento y distribución de los costos del proyecto
9. Conteo de gente, definición de autoridad y responsabilidad para todas las actividades
10. Claro entendimiento de “ quien hace que, cuando y como”

11. Integración de todo el trabajo para asegurarse de la calidad del proyecto para el cliente o propietario.

La planeación es el primer paso para la programación del proyecto. La planeación es el proceso y no la actividad en sí. A medida que los cambios ocurren, la planeación adicional es necesaria que se incorpore a los cambios dentro del programa, es decir, los cambios siempre van a ocurrir, y lo primordial es plasmarlos dentro del programa. Existen muchas situaciones o eventos que pueden alcanzar un gran impacto dentro del programa, ejemplos de esto pueden ser: en el personal, problemas con los permisos, cambio de equipo o problemas de diseño. La buena planeación debe de detectar los cambios y ajustes del programa de la manera más eficiente posible.

Debemos de tomar en cuenta que el propietario o dueño es finalmente el que decide en la mayoría de los casos la fecha de término del proyecto, así como también establece algunas prioridades. Por ejemplo para un fraccionamiento de interés social puede establecer cierta prioridad de las etapas de construcción para la mayor venta inmediata del proyecto.

3.2 Técnicas de programación

Las técnicas utilizadas para la programación de proyectos pueden variar dependiendo del tamaño, complejidad, duración, personal y requerimientos del proyecto. El administrador de proyectos deberá escoger la técnica de programación a usar en el proyecto la cual deberán ser la más fácil de usar y de interpretar por todas las partes que participan.

Existen dos métodos generales para la programación para cualquier tipo de proyectos: el diagrama de barras (Gantt) y el método de la ruta crítica (CPM). Así como también existe el método de programación rítmica para proyectos como es el del objetivo de esta tesis y para el cual nos abocaremos, sin

embargo habremos de mencionar los demás métodos para efectos de poder aplicarlos en caso necesario.

El diagrama de barras, desarrollado por Henry L. Gantt en 1900, es una gráfica que muestra de manera simple la relación tiempo-actividad, fácil de interpretar; pero su vez tiene desventajas como difícil de actualizar, y de alguna manera no integra el costo y los recursos con su respectiva actividad. Muchos administradores de proyecto prefieren este método por su facilidad de uso y porque no requiere alto grado de detalle en la interrelación de actividades. El diagrama de barras requiere de una gran cantidad de tiempo para actualizarse, de manera que el cambio de una actividad no cambiara automáticamente a las actividades subsecuentes. El diagrama de barras tampoco integra el costo con la programación ni la relación con los recursos tales como horas laborales, aspecto que puede ser importante sobre todo para la etapa de diseño.

Por otra parte el método de la ruta Crítica fue desarrollado 56 años después que el diagrama de barras por una compañía de Du Pont como una aproximación determinística a la programación. Este tipo de programación es principalmente usada en la parte de ingeniería y construcción. Un método similar y no mencionado con anterioridad ya que será poco su uso en el objetivo de esta tesis es el método de Evaluación de Programa y Revisión de Técnicas (PERT), desarrollado en 1957 por la armada naval de los Estados Unidos como un método de aproximación probabilística a la programación, y el cual es más comúnmente usado en la industria manufacturera. Ambos métodos se refieren principalmente al análisis de un sistema de Red. El método de CPM provee una interrelación de actividades y programación de costos y recursos.

Aunque el método de CPM requiere un mayor esfuerzo en comparación con el programa de barras, este provee mayor información a detalle que es requerida para la correcta administración del proyecto.

Este tipo de programación y programaciones ayudan al equipo de proyecto a identificar conflictos en los recursos antes de que estos ocurran.

3.2.1 Sistema de análisis de red

El sistema de análisis de Red provee de un método legible de la planeación, programación y control de un proyecto. Este sistema es la técnica general para la definición y coordinación de un trabajo mediante un diagrama gráfico que muestra las actividades de trabajo y sus respectivas interdependencias.

Aunque el propósito de esta tesis es lograr un control en la programación de proyectos de vivienda masiva mediante un método que se adecue mas a este tipo de proyectos, la programación mediante el método de CPM no debe ser descartado del todo ya que es también aplicable para este tipo de proyectos y lo propondremos como un plan secundario en caso de no conocer a fondo el sistema principal, llamémoslo método emergente de programación de proyectos de vivienda masiva.

Para este efecto habremos de citar un ejemplo y ubicar las definiciones principales para el dominio completo de este método.

1. **Actividad.-** El desarrollo de una tarea requerida para completar un proyecto, tales como, diseño de cimentaciones, revisión del diseño, columnas pre-coladas. Estas actividades por lo tanto requieren tiempo, costo, o ambos.
2. **Red.-** Es el diagrama en si que representa la relación de las actividades a completar del proyecto. Esta red puede formarse de dos maneras: como diagrama de flechas o como diagrama de precedencias.

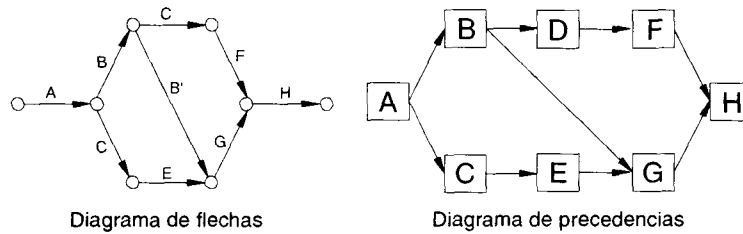


Figura 3.2 Diagrama de flechas y Diagrama de precedencias

3. Duración.- Es el tiempo estimado requerido para el desarrollo de una actividad. El tiempo puede incluir todos los recursos que serán asignados para cada actividad.
4. Inicio temprano (ES).- El tiempo más próximo en el que la actividad puede empezar.
5. Fin temprano (EF).- el tiempo mas próximo en el que la actividad puede ser terminada y será igual a “ES” mas la duración del proyecto.

$$EF=ES+D$$

6. Fin Tardío (LF).- La fecha más tardía en la que una actividad puede ser terminada.
7. Inicio Tardío (LS).- La fecha más tardía en la que una actividad puede iniciar sin retrasar la fecha de terminación total del proyecto.

$$LS=LF-D$$

8. Holgura total (TF).- El tiempo en que una actividad puede ser retrasada sin afectar la fecha final de terminación del proyecto.

$$TF=LF-EF=LS-ES$$

9. Holgura libre (FF).- Es el tiempo en que una actividad puede ser retrasada sin retrasar el inicio temprano o la actividad inmediata siguiente.

10. Ruta Crítica.- Serie de actividades interconectadas a través de un diagrama de red donde se muestran el inicio, el fin, la holgura libre y la holgura total de cada actividad. La ruta crítica determina el tiempo mínimo para completar el proyecto.

11. Actividad simulada.- Es una actividad que indica que una actividad sigue de una simulación. No puede empezar hasta que la actividad o actividades precedidas por la simulada sean completadas. Esta actividad simulada no requiere de asignación de tiempo.

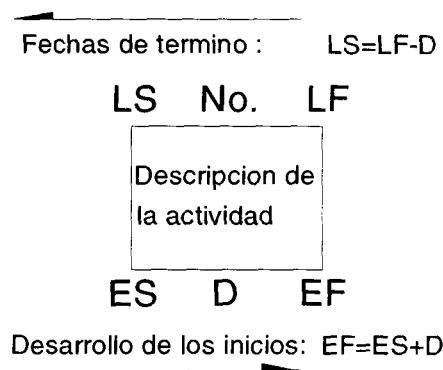


Figura 3.3 Simbología en el diagrama de precedencias

Para la administración de proyectos el método de la ruta crítica es el método más común de los sistemas de análisis de red. Los equipos de cómputo por lo general reconocen rápidamente este método y es fácil de manipular. La tarea más difícil de este método es el hecho de identificar y establecer las dependencias de las numerosas actividades que se requieren para completar el proyecto, esto es desarrollar el diagrama de la ruta crítica. La elaboración de una WBS bien definida permitirá que el desarrollo de la ruta crítica se lleve a cabo de una manera simple y controlada.

Como se mencionó anteriormente el método de CPM se puede llevar a cabo de 2 maneras: con el diagrama de precedencias o con el diagrama de flechas, aunque con ambos métodos se llega al mismo resultado nos enfocaremos un

poco en el diagrama de precedencias ya que de alguna manera este método tiene la capacidad de mostrar la relación entre inicio-inicio, inicio-final, final-final, final-inicio de cada actividad y mas comúnmente usado por los administradores de proyecto.

3.2.2. Desarrollo de un diagrama de ruta crítica desde una wbs

El desarrollo de una WBS en este tipo de proyectos y para este método de CPM es un paso importante que la mayoría de las veces no se realiza. Una elaboración de la ruta crítica sin una WBS preliminar generalmente origina una serie de revisiones múltiples y re-trabajos.

Para esta parte habremos de crear una WBS a manera de detalle medio para ejemplificar la aplicación del método de la ruta crítica y tratando de asignar duraciones reales para un proyecto mediano.

La creación de la WBS atiende al primer paso de un listado necesario que tenemos que considerar para la planeación y programación de un proyecto.

1. Desarrollar la WBS que identifique todas las actividades de un proyecto
 - a. Considerar todas las actividades que requieran tiempo
 - b. Considerar todas las actividades que requieran costo
 - c. Considerar las actividades que se necesitan arreglar
 - d. Considerar las actividades que se necesitan monitorear

2. Preparar el dibujo (diagrama de red) que muestra cada actividad en el orden en el que deben de ejecutarse para la terminación del proyecto
 - a. Considerar la precedencia de las actividades (que actividades preceden de cuales)
 - b. Considerar que actividades siguen de otras
 - c. La interrelación de actividades que es la combinación de cómo será realizado el trabajo y como se quiere que sea realizado

3. Determinar el tiempo, costo y recursos requeridos para completar cada actividad
 - a. Revisión de los paquetes de trabajo de la WBS
 - b. Miembros del equipo del proyecto involucrados

4. Programación de las actividades para determinar la fecha de inicio, fin y tiempos de holgura
 - a. Determinar inicios y fines tempranos de cada actividad
 - b. Determinar inicios y fines tardíos de cada actividad
 - c. Determinación de las diferencias entre estos tiempos

5. Análisis de costos y recursos para el proyecto
 - a. Captar el costo por día de cada actividad
 - b. Captar las horas de labor por día y otros recursos que sean requeridos

6. Comunicar los resultados de la planeación y de la programación
 - a. Indicador de las actividades programadas
 - b. Indicador del costo de las actividades
 - c. Indicador de los recursos programados

Una vez definidos estos pasos asignaremos la WBS para un proyecto de vivienda de interés social indicando las etapas antes mencionadas (Capítulo 2. Costos) para la aplicación del método de CPM.

3.2.2.1. Ejemplo WBS para un proyecto de vivienda de interés social

A manera de mostrar la WBS ejemplificaremos solo una parte de la WBS basándonos en un fraccionamiento con n número de viviendas.

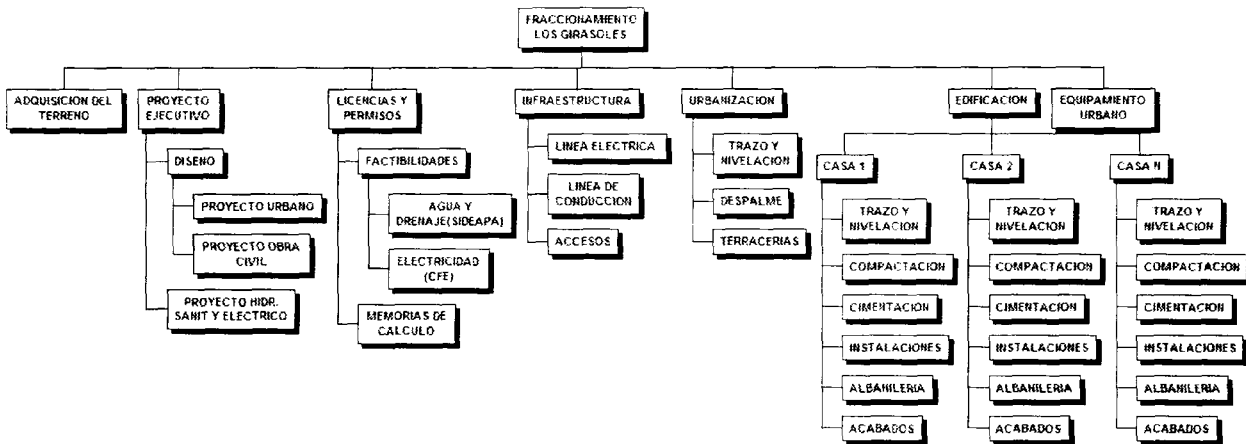


Figura 3.4 WBS para un proyecto de vivienda

La WBS identifica las tareas y actividades a ser realizadas pero no provee un orden de ejecución para cada actividad ni el orden en el que deben de ocurrir. El diagrama de red de la ruta crítica es el que nos mostrara la secuencia y la interdependencia de las actividades de la WBS.

El diagrama de red (CPM) puede ser preparado de manera manual o bien usando un sistema de computo ya sea mediante dibujos en CAD o programas especiales de calculo de CPM. Cualquiera que sea el método a usar el diagrama debe tener una secuencia lógica, esta secuencia asignada por el administrador de proyectos con ayuda de personal especializado en campo para la asignación más real posible.

El Propósito de CPM es la de crear un plan de trabajo que guíe el progreso de las actividades y proveer una línea base para el control del proyecto.

3.2.2.2. Asignación duraciones reales

El diagrama de red de la ruta crítica define las actividades y secuencia de las mismas a ser desarrolladas para la ejecución completa del proyecto; de cualquier manera el tiempo anticipado que se requiere para completar cada

actividad, debe de ser determinado en orden secuencial para obtener la programación completa, coordinada y ordenada de todo el proyecto.

Las duraciones que serán asignadas a las actividades, son importantes porque tanto la ruta crítica como el tiempo de las actividades, la distribución de costo y la utilización de recursos se encuentran en función de la duración de las actividades.

Las duraciones que serán asignadas a las actividades son importantes porque la ruta crítica, el tiempo de las actividades, la distribución de los costos y la utilización de los recursos estarán en función a la duración de las actividades.

La asignación de la duración de las actividades se encuentra en función a varios conceptos como son:

- Cantidad y calidad del trabajo
- Numero de gente
- Equipo y maquinaria designado para cada actividad
- Nivel de la habilidad del trabajador
- Disponibilidad del equipo
- Condiciones ambientales del trabajo
- Efectividad de la supervisión del trabajo

Aunque estas variaciones existan, se deben de tomar en cuenta apoyos tanto de personal en campo y supervisión para común acuerdo de la programación de obra y por consiguiente de una buena ruta crítica.

Un error muy común es el hecho de que mucha gente calcula el tiempo de término para las actividades asumiendo un flujo continuo de trabajo ininterrumpido, cuando debemos de tomar en cuenta que todo el trabajo esta sujeto a retrasos, interrupciones y otras actividades o imprevistos que pueden impactar en el tiempo del proyecto. Por lo tanto es necesario considerar ese tiempo razonable que debe de añadirse al cálculo de tiempo para cada

actividad y tener de alguna manera cierta contingencia en el desarrollo del programa de actividades.

Generalmente la duración de las actividades puede ser determinada por una de los tres métodos; Por el análisis de proyectos anteriormente realizados donde se puedan identificar la duración de las actividades, por referencias comerciales, es decir, manuales que provean costos y rangos de producción de los diferentes tipos de trabajo, y la experiencia y juicio de la personas que van a desarrollar el trabajo (residentes y supervisores). Por lo general este método es el más usado.

De esta manera determinaremos un diagrama de precedencias basado en la WBS anteriormente propuesta con la asignación de tiempos basados en el juicio y experiencia de los ejecutores.

3.2.2.3. Diagrama de Red

No cabe duda que la WBS se puede extender tanto como el proyecto lo requiera y el administrador de proyectos desee planear y controlar el proyecto para un proyecto de vivienda masiva la WBS será tan extensa como el numero de viviendas se tenga en el proyecto, y es importante que cada concepto se codifique con una clave para mejor manejo y control de todos los conceptos.

Una vez determinada la WBS se tendrá que generar el diagrama de red asignando duraciones reales así como la secuenciación de las actividades a ser desarrolladas hasta completar el proyecto.

Un paso anterior a realizar el diagrama de red será necesario determinar la secuencia y las precedencias de las actividades de la siguiente manera.

SECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES

<u>Precede de:</u>	<u>Dependiente</u>
0	1
1	2
2	3
3	4
3	5
3	6
4,5,6	7
7	8
8	9
9	10
10	11
11	12
12	13
13	14
14	15
14	16
16	17
10	18

Tabla 3.1 Secuencia de las actividades.

El desarrollo del diagrama de precedencias es un paso importante en el que el administrador de proyectos debe involucrar a la vez el punto de vista del personal que se encuentra en campo o que va a participar en esta función en el proyecto futuro. Es necesario considerar la procuración en algunos casos en los que se requiera ya que este paso puede influir ampliamente en el desarrollo del diagrama de precedencias para algunas actividades que de cierta manera dependan de equipos o mano de obra especializada para la ejecución de cierta actividad, por ejemplo, una alimentación de energía alterna requerirá para su función una subestación de emergencia la cual debe de tomarse en cuenta con anticipación para no retrasar la actividad de alimentación de energía de cierto proyecto.

Diagrama de Red para un proyecto de vivienda de interés social

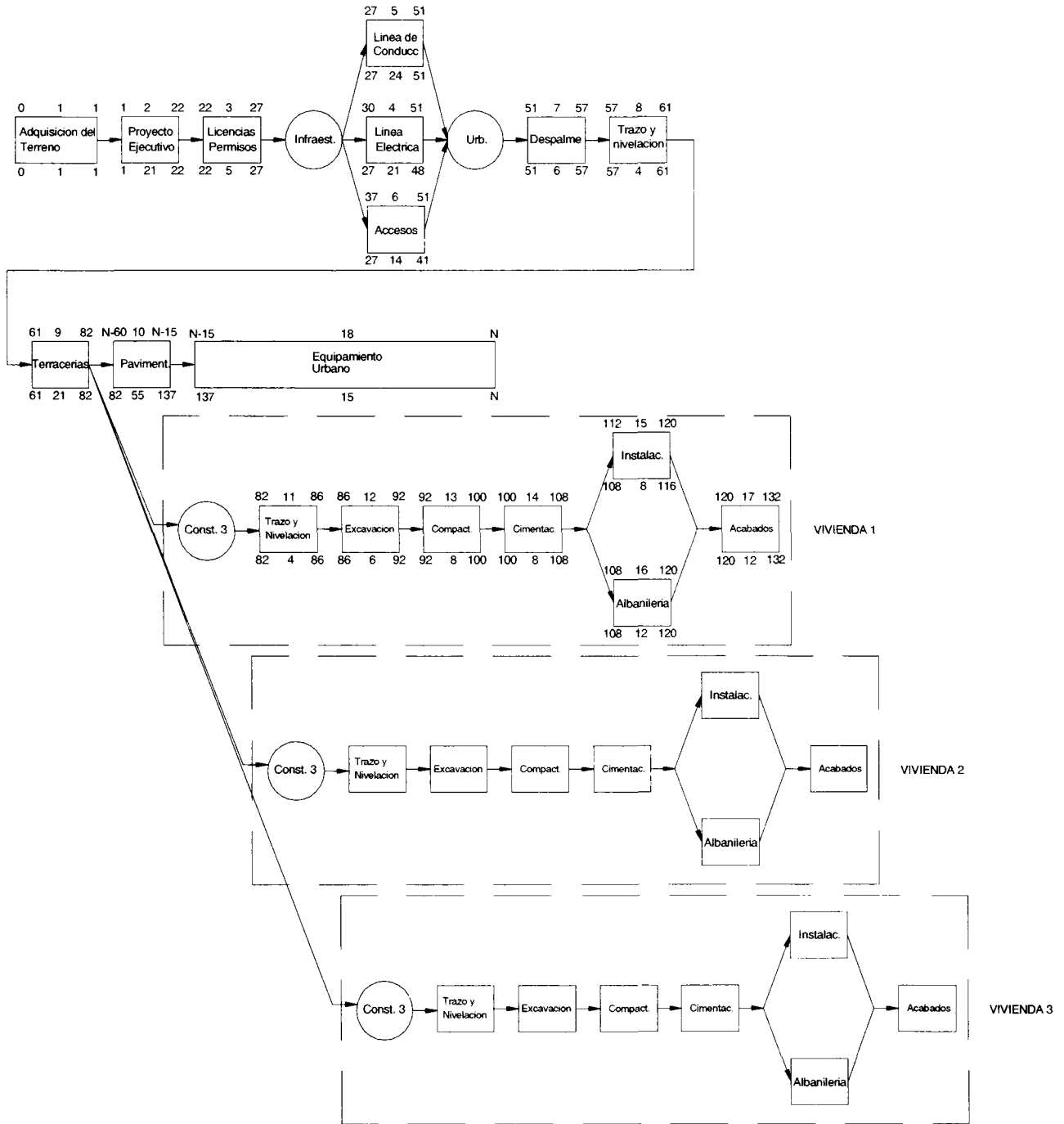


Figura 3.5 Diagrama de red para vivienda de interés social

El diagrama de red muestra una secuencia lógica de las actividades y es necesario destacar que la aplicación de este método aplica prácticamente para cualquier tipo de proyecto y su aplicación en los proyectos de vivienda masiva se muestra una etapa como la mostrada en la parte final del diagrama de red en la que se representan los diferentes paquetes de casas a ser atacados por las diversas cuadrillas de trabajo, es decir la secuencia asignada de inicio de la siguiente etapa se atacara cuando la etapa anterior este a medio avance o al final dependiendo de los recursos asignados.

3.2.2.4. Costo de las actividades

Una vez determinado el diagrama de red será necesario asignar los costos de las actividades en base a lo presupuestado así como asignar un código de lista.

PROYECTO: LOS GIRASOLES

LISTA DE ACTIVIDADES paquete 1 (5 viviendas)

Numero	Codigo	Actividad	Duracion	Costo
1	1.TR.1	Adquisición del terreno	4	\$ 1,250,000.00
2	1.PR.2	Proyecto Ejecutivo	28	\$ 33,000.00
3	1.TR.2	Licencias y permisos	14	\$ 11,000.00
	1.IN.1	Infraestructura		
4	1.IN.1.1	Linea electrica	27	\$ 220,000.00
5	1.IN.1.2	Linea de Conduccion	35	\$ 175,000.00
6	1.IN.1.3	Accesos	10	\$ 58,000.00
	1.UR.1	Urbanizacion		
7	1.UR.1.1	Despalme	15	\$ 29,000.00
8	1.UR.1.2	Trazo y nivelacion	12	\$ 55,000.00
9	1.UR.1.3	Terracerias	28	\$ 85,000.00
10	1.UR.1.4	Pavimentos	35	\$ 450,000.00
	1.ED.1	Edificacion Paquete de viviendas (5 viviendas)		
11	1.ED.1.1	Trazo y nivelacion	5	\$ 225,000.00
12	1.ED.1.2	Excavacion	12	\$ 70,000.00
13	1.ED.1.3	Compactacion	8	\$ 22,500.00
14	1.ED.1.4	Cimentacion	14	\$ 142,500.00
15	1.ED.1.5	Albanileria	24	\$ 235,000.00
16	1.ED.1.6	Instalaciones	12	\$ 90,000.00
17	1.ED.1.7	Acabados	18	\$ 190,000.00
18	1.EQ.1	Equipamiento Urbano	15	\$ 115,000.00

Tabla 3.2 Asignación de costos a las actividades

Es necesario aclarar que estamos tomando solo una parte de la wbs para el ejemplo, sin embargo el listado se puede basar en una extensión tan necesaria como la wbs se encuentre y en base al grado de control que quiera mantener el administrador de proyectos.

De esta manera tendremos que determinar y codificar todas las actividades indicando sus fechas de inicio y final así como su tiempo de holgura de inicio y su tiempo de holgura de fin como se muestra en la siguiente tabla.

<i>Numero</i>	<i>Codigo</i>	<i>Actividad</i>	<i>Duracion</i>	<i>Early Start</i>	<i>Early finish</i>	<i>Late Start</i>	<i>Late Finish</i>	<i>Total Float</i>	<i>Free Float</i>
1	1.TR.1	Adquisición del terreno	1	01-Ene-05	01-Ene-05	01-Ene-05	01-Ene-05	0	0
				1	1	1	1		
2	1.PR.2	Proyecto Ejecutivo	21	03-Ene-05	27-Ene-05	03-Ene-05	27-Ene-05	0	0
				2	22	2	22		
3	1.TR.2	Licencias y permisos	5	28-Ene-05	03-Feb-05	28-Ene-05	03-Feb-05	0	0
				23	27	23	27		
	1.IN.1	Infraestructura							
4	1.IN.1.1	Linea electrica	21	04-Feb-05	01-Mar-05	08-Feb-05	04-Mar-05	3	0
				28	48	31	51		
5	1.IN.1.2	Linea de Conduccion	24	04-Feb-05	04-Mar-05	04-Feb-05	04-Mar-05	0	0
				28	51	28	51		
6	1.IN.1.3	Accesos	14	04-Feb-05	21-Feb-05	16-Feb-05	04-Mar-05	10	0
				28	41	37	51		
	1.UR.1	Urbanizacion							
7	1.UR.1.1	Despalme	6	05-Mar-05	12-Mar-05	05-Mar-05	12-Mar-05	0	0
				52	57	52	57		
8	1.UR.1.2	Trazo y nivelacion	4	14-Mar-05	17-Mar-05	14-Mar-05	17-Mar-05	0	0
				58	61	58	61		
9	1.UR.1.3	Terracerias	21	18-Mar-05	12-Abr-05	18-Mar-05	12-Abr-05	0	0
				62	82	62	82		
10	1.UR.1.4	Pavimentos	55	13-Abr-05	16-Jun-05	18-Mar-05	12-Abr-05	10	0
				83	137	N-60	N-15		
	1.ED.1	Edificacion Paquete de casas 1							
	1.ED.1.1	Trazo y nivelacion	4	13-Abr-05	18-Abr-05	13-Abr-05	18-Abr-05	0	0
				83	86	83	86		
	1.ED.1.2	Excavacion	6	19-Abr-05	26-Abr-05	19-Abr-05	26-Abr-05	0	0
				87	92	87	92		
	1.ED.1.3	Compactacion	8	27-Abr-05	06-May-05	27-Abr-05	06-May-05	0	0
				93	100	93	100		
11	1.ED.1.4	Cimentacion	8	07-May-05	16-May-05	07-May-05	16-May-05	0	0
				101	108	101	108		
12	1.ED.1.5	Albanileria	12	17-May-05	31-May-05	17-May-05	31-May-05	0	0
				109	120	109	120		
13	1.ED.1.6	Instalaciones	8	17-May-05	26-May-05	23-May-05	01-Jun-05	0	0
				109	116	113	120		
14	1.ED.1.7	Acabados	12	02-Jun-05	16-Jun-05	02-Jun-05	16-Jun-05	0	0
				121	132	121	132		
15	1.EQ.1	Equipamiento Urbano	15						

Tabla 3.3 Codificación y duraciones de las actividades

3.3 Técnicas de programación rítmica para proyectos seriados

Como ya hemos visto los métodos de programación anteriormente vistos se pueden usar para cualquier tipo de proyectos, tanto para proyectos seriados como no seriados, sin embargo, existen métodos de programación que se pueden usar directamente en proyectos repetitivos.

La programación rítmica es una técnica que se utiliza en proyectos de naturaleza repetitiva o para aquellas partes de un proyecto que lo sean. Esta técnica se utilizó a partir de los procesos en línea de la producción industrial, en los cuales los productos se mueven pasando a través de distintas operaciones que van materializando el producto final.

En la industria de la producción también se producen este tipo de procesos, pero a diferencia de la industria tradicional, en la construcción el producto permanece fijo y son los recursos productivos los que se mueven, para materializar la obra, es decir, son las cuadrillas de personal las que se mueven. Este tipo de programación es factible de aplicar especialmente para proyectos de vivienda masiva y otros proyectos con procesos repetitivos.

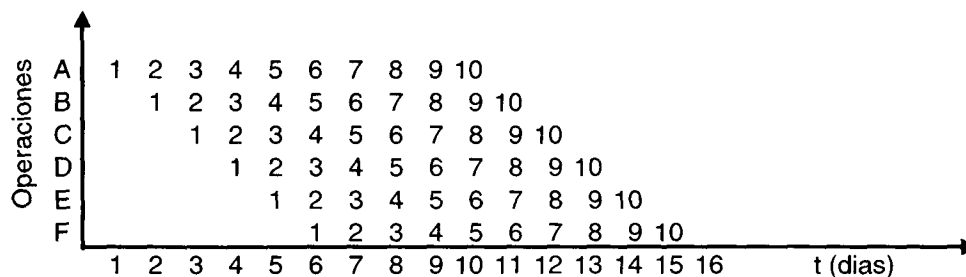
La característica principal de esta programación o actividades que intervienen en la construcción de cada uno de estos elementos repetitivos se realizan en un tiempo común llamado ritmo. El motivo de llevar todas las operaciones a un tiempo común, es eliminar los tiempos muertos (holgura), que se producen en las operaciones de menor duración, haciendo de este modo críticas a todas las operaciones y logrando así un proceso continuo.[15]

Para este proceso será necesario desarrollar una serie de actividades las que se nombran a continuación:

1. Hacer una lista de las operaciones repetitivas, agrupándolas en actividades.
2. Estimar el tiempo requerido para completar cada unidad de producción usando un número razonable de recursos (duración del mismo).

3. Evaluar si el ritmo más largo puede ser acortado asignando más recursos, o transfiriendo algunas de las operaciones que componen la actividad a otras actividades.
4. Repetir con el siguiente ritmo mas largo y continuar hasta que todos los ritmos sean aproximadamente los mismos, o sean múltiplos o submúltiplos del ritmo principal.
5. usando un formato tipo diagrama de barras, dibujar los ritmos de cada actividad, respetando todas las restricciones de secuencia entre ellas.
6. Evitar interferencia física, permitiendo que cada cuadrilla, abandone el área de trabajo antes de comenzar con la siguiente actividad (concepto de cancha).
7. Verificar que no hay conflictos en la utilización de recursos.

Para comprender esto claramente, consideremos a manera de ejemplo la construcción de 10 elementos de obra (la sedimentación de 10 casa), cada uno de los cuales consta de 6 operaciones denominadas como A, B, C, D, y F tardando cada una de estas un día en realizarse y los elementos de la obra numerados del 1 al 10. Al representar este caso en un diagrama de coordenadas, llevando el tiempo en ritmo en el eje de las abscisas y las operaciones en el eje de las ordenadas, como se muestra en el siguiente diagrama:



Las programaciones rítmicas toman la forma de paralelogramo en el cual el lado "a" dependerá del número de operaciones (O) y del ritmo (R), el lado b, del número de elementos repetitivos (N), y el ángulo & del ritmo.

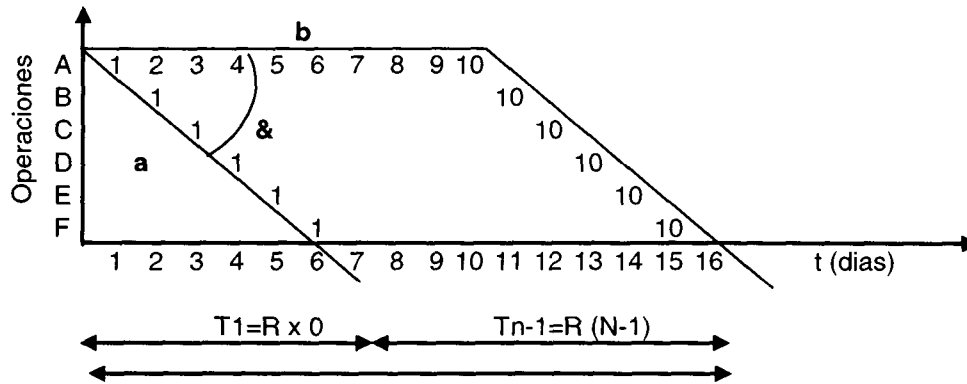


Figura 3.6 Ritmo en los elementos repetitivos

El tiempo total (T), de ejecución de los N elementos esta representado en la figura 2 por el segmento compuesto por los elementos compuestos T1 y Tn-1.

$$T = T_1 + T_{n-1}$$

T1 corresponde al tiempo de ejecución del primer elemento y equivale al número de operaciones críticas multiplicado por tiempo de ritmo.

$$T_1 = R \times O$$

Tn-1 es el tiempo de ejecución de los N-1 elementos restantes y equivale al número de estos multiplicados por el tiempo del ritmo.

$$T_{n-1} = R (N-1)$$

Introduciendo los nuevos valores de T1 y Tn-1 de las segunda y tercera ecuación en la ecuación 1, obtenemos la ecuación para el tiempo total de ejecución de los N elementos con O operaciones cada uno y ritmo R.

$$T_t = R(O + N - 1)$$

Para este ejemplo anterior donde N es igual a 10, O es igual a 6 y R es igual a 1, reemplazando en las ecuaciones anteriores tendremos:

$$T_1 = 1 \times 6 = 6 \text{ días}$$

$$T_t = 1 (6 + 10 - 1) = 15 \text{ días.}$$

Es decir, el número de cementos que se construyen por ritmo o bien la producción en ritmo.

Al introducir el factor K en la ecuación 5 se obtiene:

$$T_t = R (O + [N / K] - 1)$$

Esta última es la ecuación general para el tipo de ejecución de N elementos con O operaciones de cada uno, construidos a razón de K elementos en el tiempo de ritmo R.

Para la determinación del ritmo, generalmente se escoge la duración de mayor frecuencia (la moda) entre las distintas actividades. Una vez llevadas todas las operaciones finales al tiempo del ritmo escogido tendremos entonces las duraciones finales y podremos volver con estos datos a nuestra malla de actividades para así poder procesarla.

Una vez escogido el ritmo, tendremos que determinar la velocidad de construcción la cual consiste en elegir un valor para la variable K en la ecuación general de la programación rítmica, es decir el número de elementos a ser realizados en el tiempo de ritmo. K podrá tomar el valor de cualquier entero y será mayor mientras menor sea el plazo de ejecución de los N elementos dados.

K es de fácil obtención a partir de la ecuación general, ya que conociendo los demás términos de la desigualdad y siendo todos estos positivos podemos despejarlo de la siguiente manera:

$$R (O + [N/K] - 1) < T$$

$$K = RN / [T_t - R(O-1)]$$

Naturalmente mientras mayor sea el valor de K, mayor será el requerimiento de mano de obra, ya que K=2 significa atacar la ejecución en dos frentes; K=3, en tres, etc.

Para valores de K mayores que 1, es posible a veces aprovechar las cuadrillas que terminan una operación, introduciéndolas en la iniciación de otras.

Al presentarse el caso de operaciones que tardan menos de un ritmo y ocupan cuadrillas de naturaleza indivisible (un maestro y un ayudante), los tiempos muertos se representaran por:

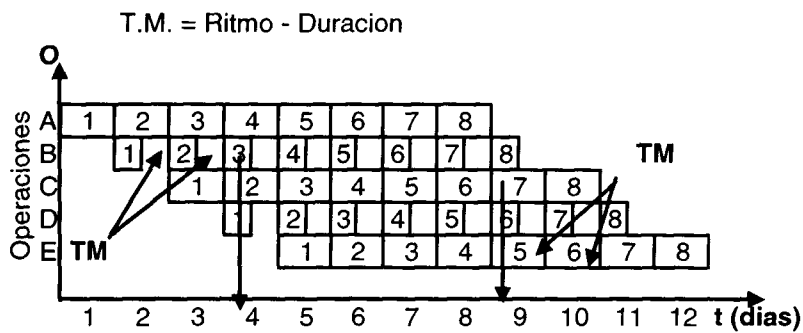


Figura 3.7 Ejemplo de aplicación del ritmo

En este ejemplo las actividades B y D tardan medio ritmo en ser realizadas por una cuadrilla indivisible. A partir del cuarto día se combinan estas de tal manera que la cuadrilla comience la jornada realizando la actividad B en la unidad 4, para luego trasladarse a la unidad 1 a efectuar la operación D. Esta combinación de operaciones permite una mejor utilización de los recursos existentes al hacer que una cuadrilla rinda la jornada completa, efectuando dos o más operaciones en el tiempo de ritmo. De no lograrse esta combinación habría que considerar una cuadrilla por cada operación fraccionaria y los tiempos muertos aumentarían enormemente.[15]

Es evidente que las operaciones que se combinen deberán ser de la misma naturaleza, ya que un maestro carpintero no hará excavaciones ni este colocara puertas y ventanas. En este sentido las operaciones que requieren menos

especialización, presentan mayor versatilidad. Por otro lado, en el caso de tener operaciones que tardan más de un ritmo, y cuyas duraciones no pueden ser reducidas por más que se le asignen recursos adicionales, se deberán utilizar cuadrillas múltiples, es decir, tantas como múltiplos del ritmo sea la duración de la actividad.

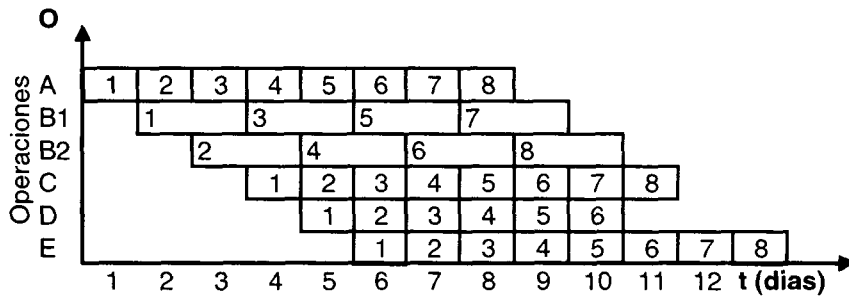


Figura 3.8 Ejemplo de aplicación del ritmo

En este ejemplo donde $N=8$, $K=1$ y $R=1$ día, la actividad B tiene una duración de dos ritmos. En el día 2 la actividad B comienza en la vivienda 1, luego el día 3 interviene otra cuadrilla que realiza la misma actividad sobre las unidades 2, 4, 6 y 8. Esta cuadrilla refuerza la actividad B, equilibrando las diferencias en velocidad de ejecución que existen entre B y las operaciones rítmicas.

Es necesario entonces introducir en estos casos tantas cuadrillas por operación como la razón entre la duración de la actividad y el tiempo del ritmo:

$$\text{No.de cuadrillas por operacion} = \frac{\text{Duracion de la actividad}}{\text{Tiempo del Ritmo}}$$

El número de operaciones O de este ejemplo será entonces 6: A, B1, B2, C, D y E. En el caso de contar con operaciones paralelas, es decir, caminos paralelos a la ruta crítica, solo las operaciones críticas inciden en el término O utilizando en la ecuación 5.2. Esto se debe a que las operaciones paralelas se realizan simultáneamente con las críticas, y por lo tanto no se consideran utilizando tiempo de ritmo.

Podemos observar que la programación rítmica tiene un formato similar al diagrama de barras en la que se muestran las actividades en el eje de las ordenadas y el tiempo en el eje de las abscisas, sin embargo el tiempo de las actividades queda marcado claramente por tiempos similares en este caso denominados ritmos.

De esta manera aplicaremos un ejemplo para el desglose de actividades que mostramos anteriormente en la wbs, tomando únicamente la parte referente a la construcción y suponiendo que nuestro proyecto consta de 15 casas para lo cual veremos el siguiente diagrama con las duraciones asignadas:

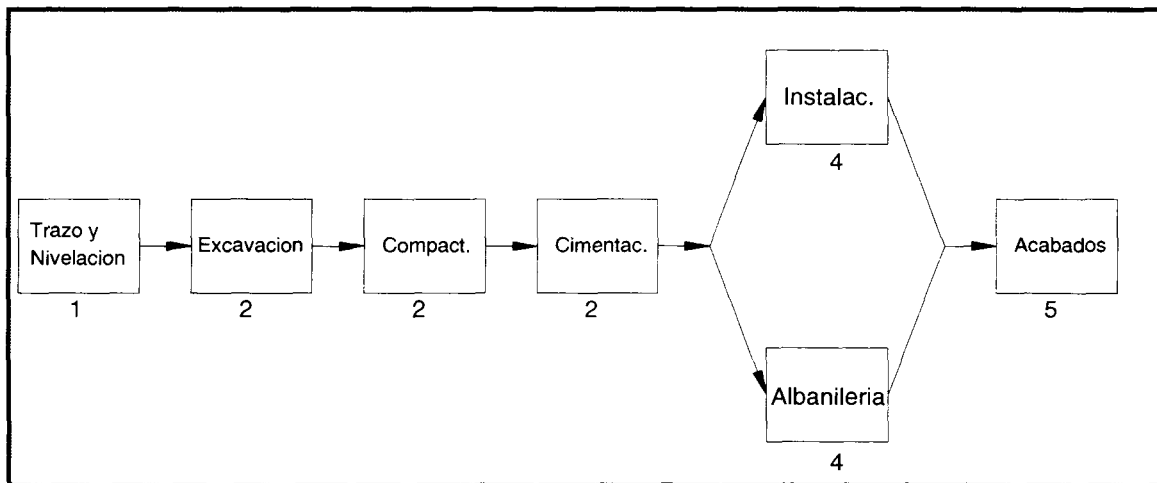


Figura 3.9 Asignación de duraciones

De acuerdo a la duración de las actividades se decidió tomar un ritmo de 2 días. La duración del proyecto se determinó según la ecuación $Tt = R(O+N-1)$.

Para lo cual asignando los valores a nuestro ejemplo obtenemos:

R=2 días

O=6

N= 15 casas

La razón por la que se consideran 6 operaciones en lugar de 7 que marca el diagrama, es que solo se consideran las operaciones que intervengan en la ruta crítica. Entonces es como la actividad de instalaciones no es considerada para la aplicación de la fórmula pero si se considera en la planificación del proyecto como se muestra en la siguiente figura.

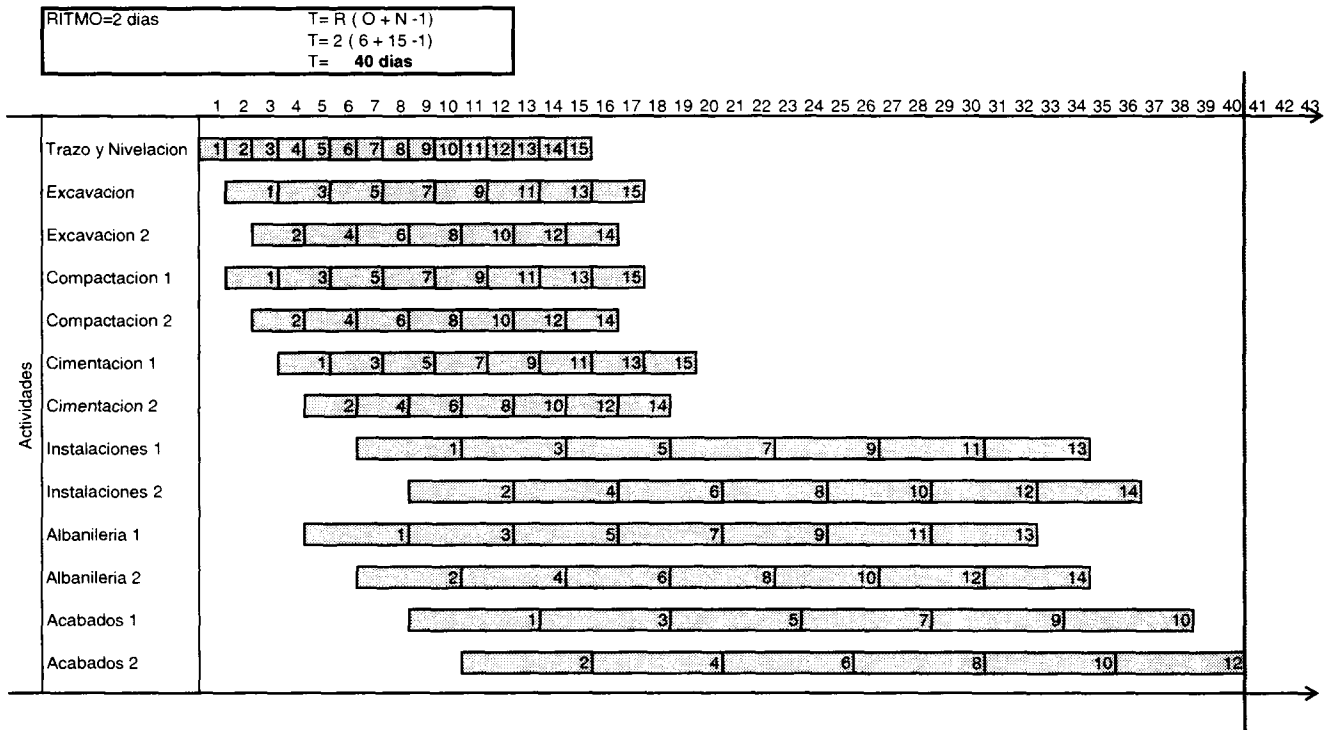


Figura 3.10 Ejemplo de aplicación del ritmo

Una vez desarrollados el diagrama de secuencias repetitivas así como asignados los costos para cada una de estas actividades el cual puede ser identificado fácilmente si esta correctamente distribuido por las partidas necesarias, será posible realizar un corte a cualquier fecha y determinar el costo ejecutado supuesto hasta la fecha de corte y determinar la curva s que arroja como resultado y determinar el comportamiento que tenemos en costo y tiempo, tema que será tratado mas a detalle en capítulos siguientes.

3.4 Técnica de Líneas de balance

Otro método comúnmente usado y el cual también utilizaremos para los proyectos repetitivos es el de líneas de balance y los gráficos de velocidad. A partir de la década de los setentas, esta técnica ha sido usada en forma creciente en la construcción para la programación de obras de características repetitivas, tanto continuas como no continuas.

El propósito de esta técnica es balancear la velocidad de avance de todas las actividades involucradas en el proyecto y programar las actividades a manera de eliminar las interferencias entre estas. Esto se realiza ajustando la velocidad de producción para cada actividad, de manera de aproximarla a una velocidad común para todas las actividades, y retrasando la partida para aquellas actividades que, incluso después del ajuste, se desarrollan a una velocidad mayor a la actividad que la precede, para mantener al menos la mínima cancha entre las 2 actividades de manera que no tengan interferencias.

La velocidad de progreso o tasa de producción para cada actividad se obtiene a partir de los métodos normales de estimación, como función de los recursos asignados a cada actividad y a las condiciones de trabajo. En la selección de esta velocidad, se debe buscar la optimización del costo directo para cada actividad. Posteriormente, cuando se analiza el proyecto como un todo, se debe buscar la optimización global del costo total del proyecto, incluyendo todos los componentes que lo conforman.

De manera gráfica representaremos las líneas de balance en la que el eje de las **abscisas representa el progreso o posición de avance** y el **eje de las ordenadas el tiempo**.

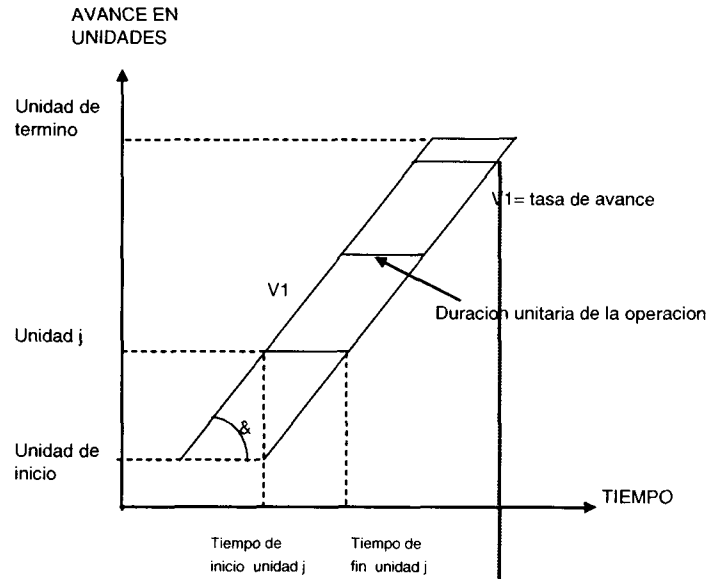


Figura 3.11 Grafica de líneas de balance

En aquellas obras realizadas en forma continua o semi-continua, se debe considerar cierto tiempo o espacio entre ciertas actividades. Estas holguras también son importantes cuando las actividades tienen diferente velocidad de avance. Estas holguras quedaran representadas de la siguiente manera:

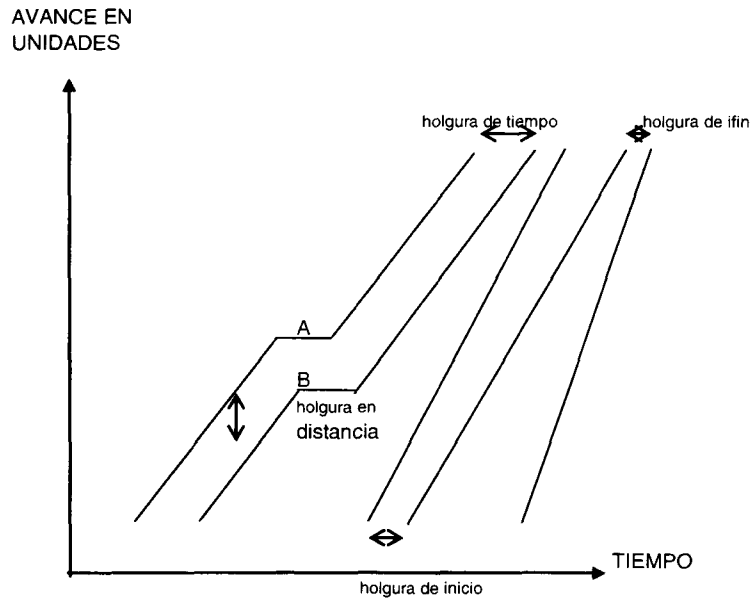


Figura 3.11a Grafica de líneas de balance con holguras y-o tiempos muertos

Para obtener la pendiente con que se dibujara el avance de las actividades, es decir, la tasa de producción o velocidad de avance, es necesario calcular T , que corresponde al tiempo desde el comienzo de la primera unidad hasta el comienzo de la última unidad. Para dibujar la pendiente de la siguiente actividad es necesario comparar su tasa de producción con la de la actividad que le precede. Si la velocidad de avance de la actividad que le precede es mayor, solo debe considerarse una holgura de comienzo entre estas dos actividades (esta holgura puede especificarse como 0), sin temor a que la segunda actividad interfiera con la ejecución de la primera. Esto significa que la segunda actividad puede empezar inmediatamente después de la holgura. En cambio si la velocidad de la actividad predecesora es menor, será entonces necesario considerar una holgura de término entre las dos.

La velocidad de avance de una actividad puede variar durante la ejecución de esta, o se pueden producir interrupciones tanto voluntarias como involuntarias. La representación de estas situaciones es sencilla y se visualiza como un quiebre en la recta de avance en el que puede existir un desplazamiento lateral, manteniendo luego la misma pendiente o un cambio de pendiente lo cual significaría un cambio en la velocidad de avance.

En el modelo clásico de líneas de balance de la industria manufacturera, se asume que cada recurso realiza la misma contribución al avance que el resto, a pesar del número de recursos que utiliza. Por ejemplo, si una actividad necesita de 24 hh para ser realizada, a un trabajador le tomaría 24 hrs para terminarla; mientras que a 24 trabajadores les tomaría solo 1 hrs para terminar dicha actividad, de este modo es posible ajustar la velocidad de avance de cada actividad, lo que significaría lograr hacer trabajar a todas las actividades a una misma velocidad de avance.

Por otra parte si aplicamos esta misma metodología para la industria de la construcción es poco realista. Los obreros dentro de una construcción

raramente trabajan como un solo individuo o en grandes grupos. Por lo tanto para la aplicación correcta de este método en la vivienda masiva nos basaremos básicamente en el rendimiento de las cuadrillas de trabajo.

Tratemos de representar el ejemplo tratado con anterioridad con el método de líneas de balance partiendo nuevamente de la construcción de la vivienda y determinando en este caso el número de horas trabajadas que será igual a 10 (suponiendo horas extras laborales), de lunes a sábado y las mismas 15 casas. Otro dato importante será el indicar la cantidad de horas hombres requeridas para cada casa y el tamaño óptimo de la cuadrilla por operación.

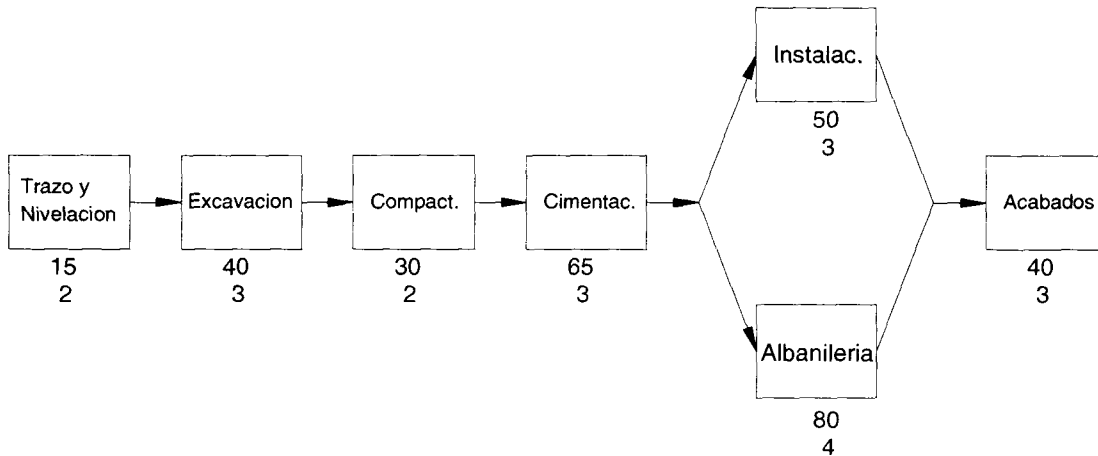


Figura 3.12 Asignación de cuadrillas requeridas

De esta manera trasladamos los datos del problema y obtenemos:

$N=15$ casas

$V_p= 5$ casas / mes

$D= 6$ días

$H=10$ hrs. al día

Donde:

N=numero de unidades a construir

Vp= velocidad o tasa de producción

D=días trabajados por semana (cuando Vp esta en unidades por semana).

H=horas diarias trabajadas

De esta manera también completaremos la siguiente tabla

HH = horas-hombre necesarias para completar una unidad

Q = tamaño optimo de la cuadrilla

G = numero de trabajadores necesarios para conseguir la tasa de producción especificada

FT = trabajadores totales (se debe elegir un múltiplo de la cuadrilla optima)

U = tasa real de avance por semana

T = tiempo requerido en días para completar una unidad

S = tiempo total en días entre el comienzo de la primera y la ultima unidad

N'C = numero de cuadrillas utilizadas por operación

	Horas Hombre necesarias	Tamaño optimo de la cuadrilla	No. de trabajadores necesaria para cumplir con la tasa	Trabajadores totales	Tasa real de avance por semana	Tiempo requerido para completar la unidad	Tiempo total entre el comienzo de la primera y la ultima unidad	No. de cuadrillas utilizadas
Operaciones	HH	Q	G	FT	U	T	S	N'C
Trazo y nivelacion	15	2	1.25	4	6	0.75	4	2
Excavacion	40	3	3.33	9	4	1.33	6	3
Compactacion	30	2	2.5	4	3	1.5	8	2
Cimentacion	65	3	5.42	12	3	2.17	8	4
Instalaciones	50	3	4.17	3	3	1.67	8	1
Albanileria	80	4	6.67	16	2	2	12	4
Acabados	40	3	3.33	9	3	1.33	8	3

Tabla 3.4 Tabla de especificaciones para calculo de líneas de balance

Los valores obtenidos se obtiene de las siguientes formulas:

$$G = \frac{HH \times Vp}{D \times H} = \frac{\frac{\text{Horas Hombre}}{\text{casa}} \times \frac{\text{casas}}{\text{semana}}}{\frac{\text{dias}}{\text{semana}} \times \frac{\text{horas}}{\text{dia}}} = [\text{hombre}]$$

$$FT = N'C \times Q = [\text{hombres}]$$

$$U = \frac{FT \times Vp}{G} = \frac{\text{hombres} \times \frac{\text{casas}}{\text{semana}}}{\text{hombres}} = \frac{\text{casas}}{\text{semana}}$$

$$T = \frac{HH}{H \times Q} = \frac{\text{horas} \times \text{hombre}}{\frac{\text{horas}}{\text{dia}} \times \text{hombre}} = \text{dias}$$

$$S = \frac{(N-1) \times D}{U} \times \frac{\text{casas} \times \frac{\text{dias}}{\text{semana}}}{\frac{\text{casas}}{\text{semana}}} = \text{dias}$$

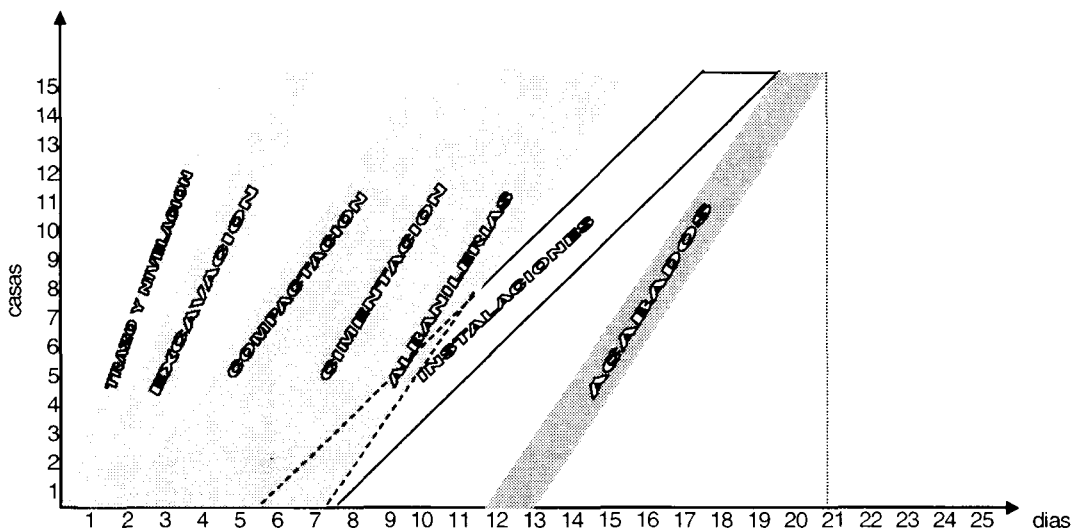


Figura 3.13 Grafico de líneas de balance

3.5 Método de gráfico de velocidad

De esta manera el método gráfico de velocidad es muy similar al método de líneas de balance. La técnica consiste en graficar todas las actividades mostrando el progreso planeado contra el tiempo. En el caso del gráfico de velocidad, la pendiente de las líneas representa la velocidad de progreso de las actividades.

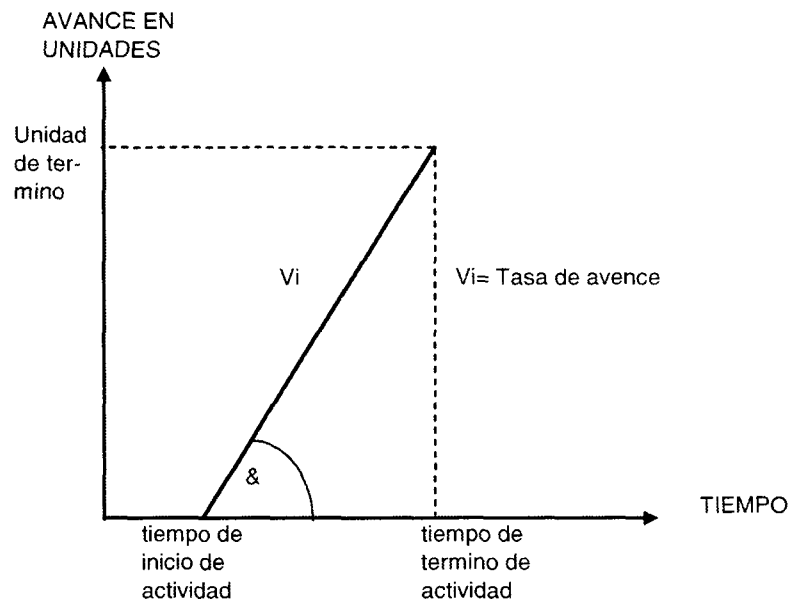


Figura 3.14 Gráficos de velocidad

La programación rítmica es una técnica que se utiliza en proyectos que son de naturaleza repetitiva o para aquellas partes de un proyecto que lo sean. El objetivo de la programación rítmica es lograr un proceso continuo similar a la producción en serie, para unidades iguales de obra.

Finalmente los métodos de líneas de balance y gráficos de velocidad son utilizados para la programación de obras repetitivas. El objetivo de estas técnicas es balancear la velocidad de avance de todas las actividades de modo de eliminar las interferencias entre ellas.

El método de gráficos de velocidad nos permite tener una secuencia lógica del desarrollo de los procesos y llevar a cabo un corte a la fecha requerida para diagnosticar nuestro avance. Para clarificar un poco este sistema intentemos basarnos en el ejemplo anteriormente visto con fechas determinadas para cada actividad, como se muestra a continuación:

Tomaremos en cuenta los rendimientos anteriormente vistos, así como las cuadrillas y el número de personas dentro de esta.

Grafica de Líneas de velocidad

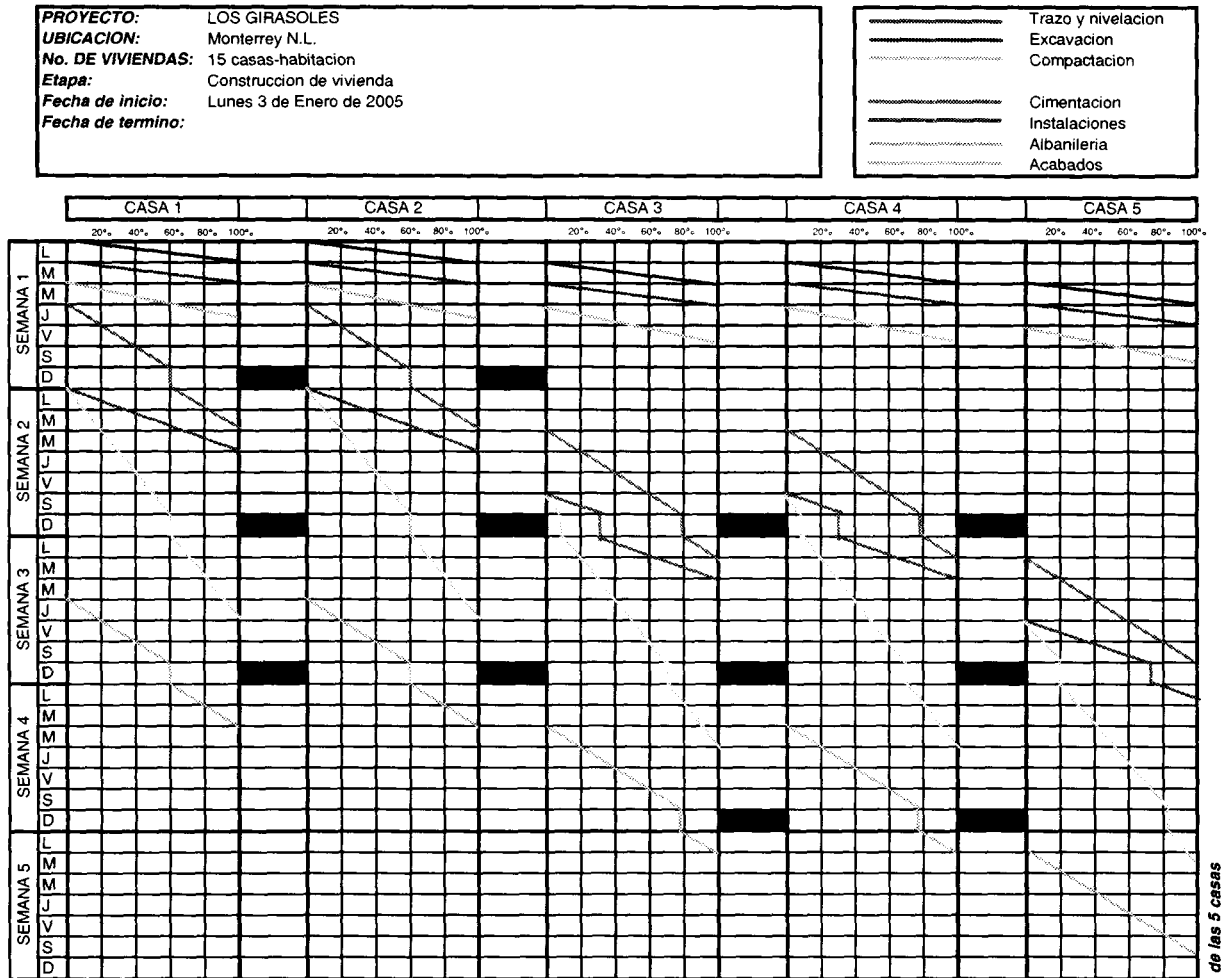


Figura 3.15 Gráficos de velocidad

En este ejemplo podemos observar el comportamiento de avance de la construcción de las primeras 5 casas desde su etapa de trazo hasta la etapa fina de acabados, y poder identificar la continuidad que existe en las primeras 3 etapas ya que las duraciones son cortas y estas mismas cuadrillas se encuentran trabajando continuamente, mientras que las últimas cuatro etapas pierden la continuidad en las últimas 3 casas esto debido a los recursos asignados, en este caso las cuadrillas de trabajo.

El objetivo de este método es llevar a cabo una programación tratando de evitar precisamente estos tiempos de perdidos, de esta manera podemos identificar que a partir de la casa 3 en la etapa de cimentación será necesario incrementar los recursos para reducir el tiempo y acortar el plazo de término, ya que el número de personal requerido aumenta debido al rendimiento de la cuadrilla y a la clase de tarea.

Este método permite llevar a cabo un corte a cualquier fecha y poder comparar el avance real contra lo programado, dado que el avance real nunca se ejecuta conforme a lo planeado, será necesario identificar las causas posibles de esta desviación de tiempo y corregir el rumbo de la obra.

Después de llevar a cabo una revisión detallada de las técnicas de programación existentes y tomando en cuenta que la etapa de programación es esencial para un correcto control del proyecto, hagamos un resumen de las técnicas realizadas y de los pasos necesarios a tomarse en cuenta para la ejecución de la programación de un proyecto de vivienda de interés social.

Resumen de actividades a considerar durante la programación.

Técnicas de programación analizadas:

- ***Diagrama de barras Gantt***
- ***Método CPM***

1. Diagrama de precedencias
2. Diagrama de flechas
 - **Método PERT**
 - **Programación rítmica**
 - **Gráficos de velocidad**
 - **Líneas de balance**

3.6 Resumen del desarrollo de la programación

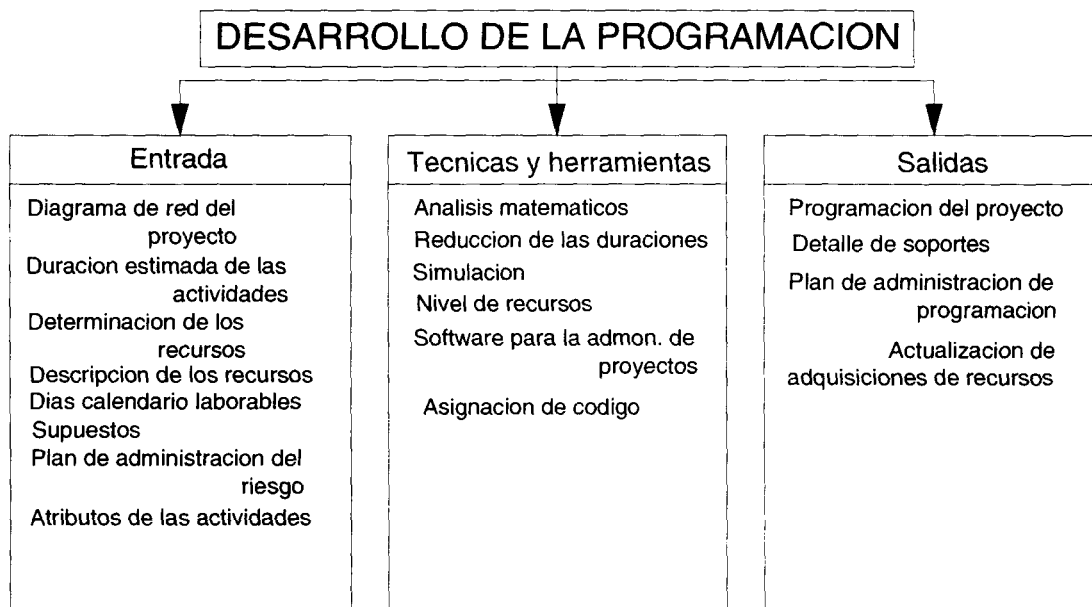


Figura 3.16 Resumen del desarrollo de la programación.

Diagrama de red del Proyecto.- El diagrama de red es una pantalla esquemática de las actividades del proyecto con una secuencia lógica y una interrelación entre las actividades, este puede ser producido manualmente o con computadora, puede incluir el detalle de proyecto a gran escala o puede abarcar solo las partidas generales.

Duración estimada de las actividades.- La duración estimada de las actividades son suposiciones cuantitativas o el número más acertado de periodos laborales necesarios para completar dichas actividades.

Determinación de los recursos.- La asignación del personal, equipo y material que son necesarios para la ejecución de las actividades al tiempo programado.

Descripción de los recursos.- El conocimiento de los recursos que estarán disponibles en el tiempo Necesario para el desarrollo de las actividades tanto de material, equipo y mano de obra.

Días calendario laborables.- Identificación del tiempo en que serán ejecutadas las actividades del proyecto, esto implica detectar los días laborables, días festivos etc.

Supuestos.- Los supuestos son factores que para propósitos de planeación, son considerados verdaderos, reales o ciertos. Los supuestos afectan todos los aspectos de la planeación. El equipo de proyecto frecuentemente identifica, documenta y valida supuestos como parte de su planeación.

Plan de administración del riesgo.- El plan de administración del riesgo describe como identificar los riesgos, análisis de la calidad y la cantidad, planeación de respuestas, monitoreo y el control que será estructurado y desarrollado durante el ciclo de vida del proyecto.

Atributos de las actividades.- Los atributos de las actividades incluyendo la responsabilidad, ubicación geográfica del proyecto y el tipo de actividad, son importantes para la determinación de la duración de las actividades.

Análisis matemáticos.- Cálculos teóricos de la duración de las actividades y determinación de ES, LS, EF, LF.

Reducción de las duraciones.- Acortar la duración de las actividades a un límite considerable para la ejecución de las actividades.

Simulación.- La simulación involucra el cálculo múltiple de la duración del proyecto con diferentes escenarios de la ejecución de las actividades.

Nivel de los recursos.- Análisis productos de estudios preliminares que producen estudios preliminares de ES,EF,LS y LF.

Software de administración de proyectos.- Algunos de ellos pueden ser Primavera Project Planner y MS Project.

Asignación de códigos.- Las actividades deben de tener un código asignado desde la wbs.

Programación del proyecto.- La asignación completa de las fechas de todas las actividades hasta la terminación completa del proyecto.

Documentación de soporte.- Toda la documentación que respalda todos los supuestos y contrastes del proyecto. Por ejemplo:

- En un proyecto debe de haber respaldos de histogramas de costos, proyecciones de flujo de efectivo, etc.

Plan de administración de la programación.- Este plan de programación se puede considera un sub-elemento del plan de proyecto y es esencialmente el hecho de definir que cambios en el transcurso del proyecto.

Actualización de recursos.- A medida que el proyecto avanza los recursos pueden cambiar y esta actualización debe de registrarse en comparativa al programa original.

Capítulo 4

Control en la Integración del Costo y del Tiempo en Proyectos de vivienda masiva.

4.1 Integración del Costo y Tiempo

Para la obtención de una administración correcta del proyecto se requiere, planear, organizar, evaluar, medir y controlar todos los aspectos del proyecto: calidad y cantidad del trabajo, costo y programación. Este plan de proyecto debe ser definido antes de empezar cualquier proyecto; de otra manera no existe una base para el control. El control de un proyecto no puede llevarse a cabo sin un plan base de trabajo, un presupuesto base y una programación base.

El plan de proyecto debe de ser desarrollado de entrada por la gente que está desarrollando el trabajo y estos a su vez deberán comunicar a todos los participantes del proyecto. Las tareas, costos y tiempos de ejecución del proyecto establecerán un patrón de comparación de lo planeado contra lo ejecutado.

Al término de cada periodo (N) previamente establecido por el administrador de proyectos, el reporte obtenido dará a conocer la cantidad de trabajo realizado

(X), con un nivel de calidad (Q) así como un costo a la fecha (C). El objetivo del control del proyecto es conocer los objetivos del plan de trabajo y llevar a cabo ajustes durante el transcurso del proyecto para mantener el curso del proyecto lo más apegado posible a la planeación original del proyecto. El control del proyecto es de cierta manera difícil desde el punto de vista en el que se involucra la evaluación de la cantidad y la calidad de un proyecto que se encuentra en estado de constantes cambios.

Para que sea efectivo, el sistema de control de proyecto debe de ser fácil de administrar y de ser de fácil entendimiento para todos los participantes del proyecto. Los sistemas de control tienden a caer en dos categorías; algunas veces son tan complicados que los resultados no pueden ser interpretados con facilidad y por otra parte pueden ser demasiado limitados porque se aplican solamente al costo y a los tiempos más que a los costos, a los tiempos integrado a los trabajo ejecutados a ese tiempo.

Un sistema de control debe de coleccionar tanta información como esta sea obtenida por todos los miembros participantes del proyecto, la cual será verificada, evaluada y comunicada a todos los participantes del proyecto; de esta manera servirá como herramienta de mejora más que reportes que afecten o irriten de manera innecesaria a los miembros del proyecto.

Desde la introducción de las pequeñas computadoras personales a principios de los 80's, la automatización del concepto de un integrado sistema para el control de proyectos se ha convertido en un tema de mucha discusión. Muchos papeles y formatos escritos que describen las diferentes, pero similares aproximaciones a un sistema de control integrado al proyecto. Un punto común del cual parte estos sistemas es la definición de la wbs la cual define los paquetes de trabajo a ser desarrollados, presupuestados, programados y controlados.

El método de la ruta crítica es usado sobre todo para el desarrollo de la programación de proyectos desde una WBS establecida, con el objetivo de integrar y secuenciar el trabajo realizado con los paquetes originales de trabajo.

Un sistema de codificación se diseña para identificar cada componente de la wbs. Para el control de costos, la WBS se liga a la CBS por un código de conteo. Así mismo la WBS se liga con la OBS para el control del personal del proyecto para mantenerlo y controlarlo conforme a lo programado.

El sistema de codificación, permite generar información necesaria en forma de reportes que respaldaran de cierta manera el desarrollo del proyecto entero.

Este concepto general del control de un proyecto fue presentado por el departamento de energía federal y de proyectos de energía. Desde aquel tiempo, las severas modificaciones han ido simplificando el proceso de transferir la información desde la WBS al CPM, ligando la WBS y la OBS al sistema de codificación así como la medida de trabajo realizado.

Recordemos que nuestro objetivo principal en este trabajo será controlar tres aspectos esenciales en un proyecto de vivienda masiva, el costo, el tiempo y la calidad por medio de un indicador que le permita al administrador de proyectos y al dueño del proyecto conocer estas cualidades del proyecto a determinada fecha o en determinados periodos. Sin embargo podremos resumir hasta esta parte de control los pasos necesarios para una correcta administración del costo y del tiempo, para en el capítulo siguiente poder integrar la calidad del proyecto.

Analicemos de manera grafica un resumen de los pasos a seguir para la administración del costo y la administración de la programación los cuales nos servirán de introducción para la etapa del control del costo y tiempo, que su vez será integrada por la administración de la calidad.

Administración y control de proyectos

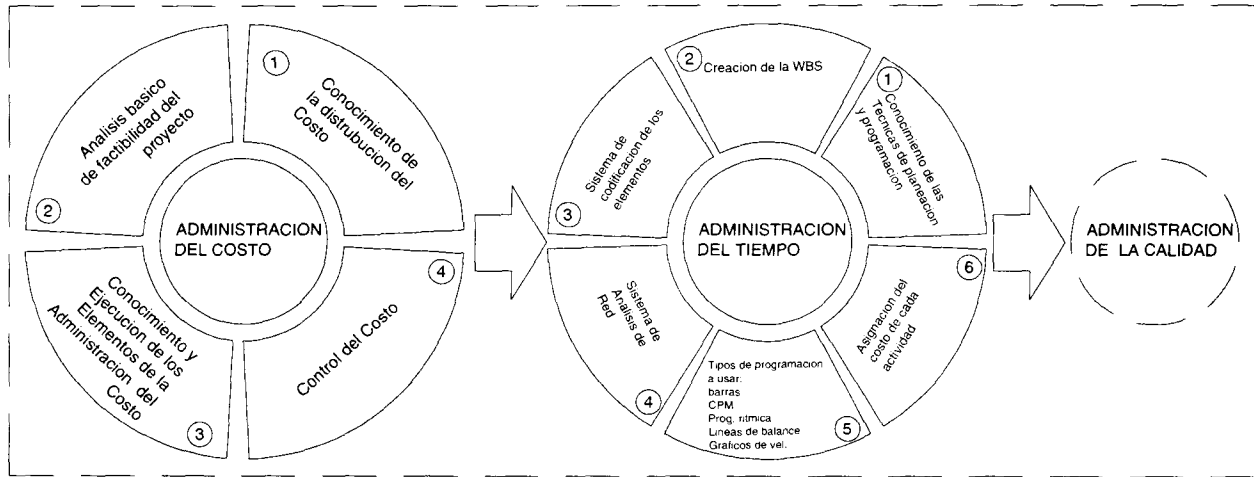


Figura 4.1. Resumen del desarrollo de la programación

Podemos identificar de manera general los pasos necesarios para la correcta administración del costo y de la calidad pasos a los cuales posteriormente le anexaremos la administración de la calidad para finalmente obtener un indicador tripartito que facilite la toma de decisiones de la alta gerencia.

Habremos de recordar en el capítulo 1 que la parte final de la administración del costo se conforma de la creación de un presupuesto base en relación al cual se crea un diagrama de la curva S, herramienta con la cual podremos comparar el presupuesto base con relación al costo real del proyecto y también podremos comparar el avance real de trabajo así como la cantidad del mismo.

De esta manera habremos veros para efectos del control del costo y el tiempo tres métodos posibles a usar:

- Curva Costo, Tiempo y Trabajo
- Método de la Matriz de porcentaje completado
- Método del valor ganado

4.1.1. Método de la integración del Costo, Tiempo y Trabajo completado

Los administradores de proyectos con experiencia en el control de proyectos, les es familiar enfrentarse con problemas usando únicamente información parcial de los proyectos, tales como el status del costo y el tiempo de un proyecto, es decir, es difícil predecir con exactitud como se comportara el proyecto en estos dos aspectos, por ejemplo, la mitad del presupuesto de un proyecto puede considerarse gastada en el punto medio de la duración de la actividad, sin embargo, solo el 20% del trabajo a sido realizado a esta etapa, esto significa que a un 20% del trabajo realizado ya nos hemos gastado casi un 50% del presupuesto original. Un monitoreo único del costo y del tiempo podrán indicar que el proyecto talvez marche bien, sin embargo, adicional a este tema se mostrara el porcentaje de trabajo realizado para obtener la medición del costo, tiempo y trabajo. El status de un proyecto puede ser determinado y tomar acciones correctivas que puedan ejecutarse al menor costo posible, esto solo y si son identificadas de manera temprana en la ejecución del proyecto.

De alguna manera el costo, el tiempo y el trabajo ejecutados, pueden analizarse de manera separada con un resultado poco certero del estado actual del proyecto, ya que no habla de una liga entre los tres aspectos.

Por lo tanto se preparara una grafica que integre los 3 aspectos del proyecto: alcance (trabajo), presupuesto (costo), y programación (tiempo). De esta manera la grafica 5.5 muestra una liga entre las 3 actividades, costo en el eje izquierdo de las ordenadas, el tiempo en el eje de las abscisas y el trabajo en el eje derecho de las ordenadas. [12]

Grafica Costo/Tiempo y Trabajo

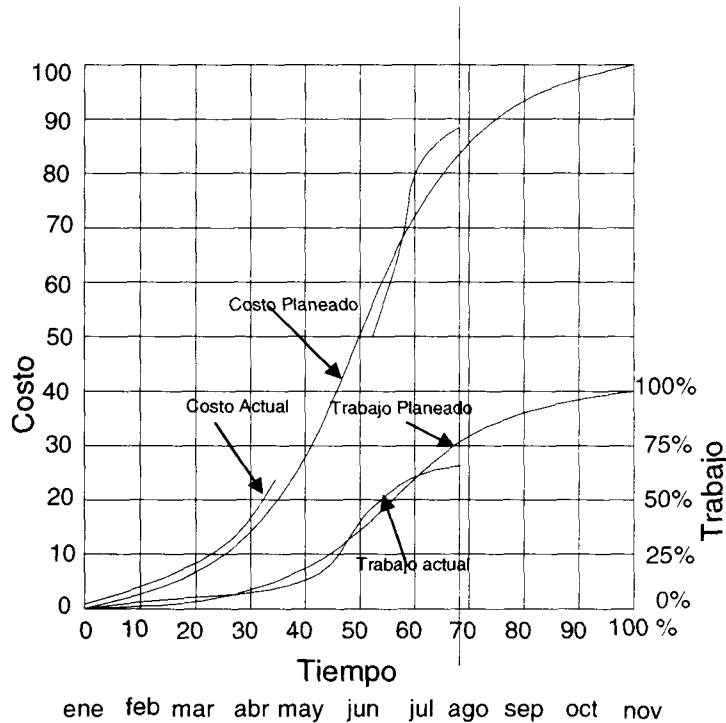


Figura 4.2. Grafica Costo-Tiempo-Trabajo

Las unidades del costo se encuentran representadas en pesos, las unidades de tiempo se encuentran en días englobadas a meses, y el trabajo se encuentra representado por porcentajes. En esta última parte de la gráfica el criterio para representar el porcentaje de trabajo completado será previamente establecido por el administrador de proyectos, ya sea por metros cuadrados construidos, partidas completadas, etc., etc. Sin embargo para este caso de proyectos seriados una opción puede ser por número de viviendas terminadas.

La gráfica 5.6 muestra un ejemplo en el que el trabajo completado para la fecha “78” se encuentra por debajo de la planeada, este mismo reporte proporciona a su vez un sobre costo en el presupuesto original en el mismo periodo.

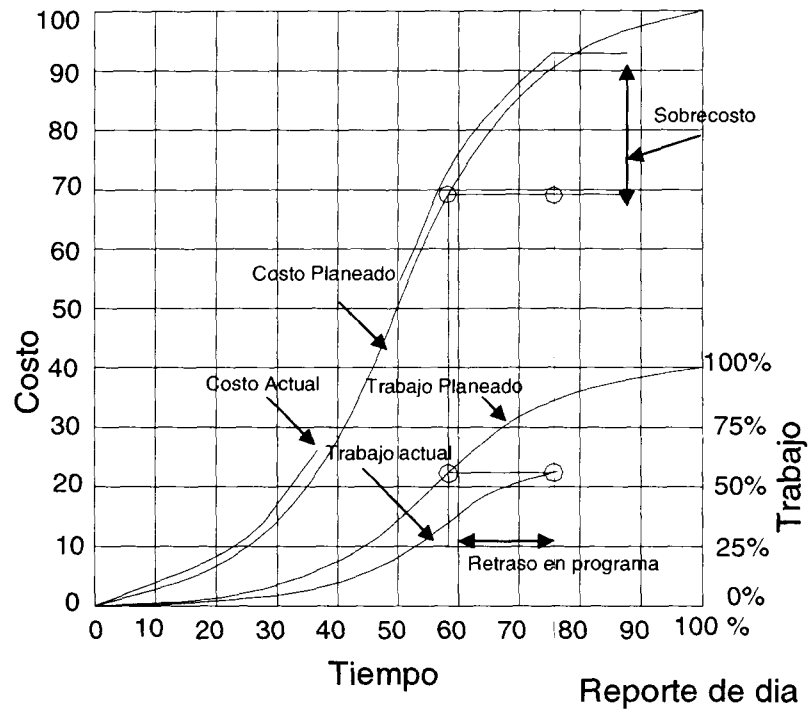


Figura 4.3. Grafica Ejemplo Costo-Tiempo-Trabajo

Es importante aclarar que el método de la curva S nos provee la manera de identificar el adelanto o retraso en el costo, el tiempo y trabajo realizado, sin embargo este es solo un indicador que nos muestra el status del proyecto, las acciones correctivas a tomar por el administrador de proyectos y/o la alta gerencia deberán profundizar más para ver las causas que originaron en este caso, el retraso en el costo, del tiempo y del trabajo.

La grafica costo-tiempo-trabajo es un método que necesita constante actualización, y una revisión detallada para identificar los posibles desvíos de costo y tiempo. Los datos que alimenten constantemente esta grafica pueden darse puede obtenerse de manera mas especifica de los métodos de matriz de porcentaje completado así como también del método de valor ganado.

4.1.2. Matriz de porcentaje completado

Una técnica simple para determinar el estatus general de un proyecto es el porcentaje del método de matriz. Este método puede ser usado para cualquier tamaño de proyecto y solo requiere un mínimo de información que se puede obtener del presupuesto original de las partidas o paquetes de trabajo.

El presupuesto original puede ser medido en cualquiera de sus tres variables:

- Costo
- Horas de trabajo
- Cantidad física de trabajo

Para efectos de la vivienda la tercer opción es la mas adecuada y fácil de manejar así como de revisar lo dicho contra el avance físico de la obra. El método de la matriz de porcentaje completado requiere dos variables para cada paquete de trabajo: costo estimado y porcentaje completado. Un formato de trabajo puede desarrollarse en computadora que contenga seis piezas de información del paquete de trabajo como se muestra en la figura 5.3. Las formulas del formato calculan el porcentaje de unidad y el porcentaje del proyecto basados en el costo estimado que es ingresado para cada paquete o apartida de trabajo.

Paquete de trabajo	
Costo estimado	Porcentaje total
Porcentaje completado	Porcentaje del proyecto
Costo a la fecha	% completado del proyecto
Formulas del Formato	
Monto total de estimado	Costo estimado/ Total de costo
	Costo estimado/Costo total del proyecto
Porcentaje completado x costo estimado	Costo a la fecha/Costo total del proyecto

Tabla 4.1. Tabla base de la matriz de porcentaje completado

PROYECTO LOS GIRASOLES
 COSTO TOTAL DEL PROYECTO: \$1,335,000.00
 No. DE VIVIENDAS 150

	TRAZO Y VIVIACION		EXCAVACION		COMPACTACION		CIMENTACION		ALBAÑERIA		INSTALACIONES		ACABADOS		Costo Total	Porcentaje (%)
	Costo estimado total	Porcentaje del proyecto completado	Costo estimado total	Porcentaje del proyecto completado	Costo estimado total	Porcentaje del proyecto completado	Costo estimado total	Porcentaje del proyecto completado	Costo estimado total	Porcentaje del proyecto completado	Costo estimado total	Porcentaje del proyecto completado	Costo estimado total	Porcentaje del proyecto completado		
VIVIENDA 1	\$ 14,000.00	1.00%	\$ 14,000.00	1.00%	\$ 4,500.00	3.21%	\$ 28,500.00	20.36%	\$ 27,000.00	19.43%	\$ 13,000.00	9.38%	\$ 22,000.00	15.73%	\$ 125,000.00	9.37%
VIVIENDA 2	\$ 42,000.00	3.15%	\$ 14,000.00	1.04%	\$ 4,500.00	3.33%	\$ 21,500.00	15.73%	\$ 21,000.00	15.36%	\$ 12,000.00	8.97%	\$ 22,000.00	16.48%	\$ 125,000.00	9.37%
VIVIENDA 3	\$ 42,000.00	3.15%	\$ 14,000.00	1.04%	\$ 4,500.00	3.33%	\$ 21,500.00	15.73%	\$ 21,000.00	15.36%	\$ 12,000.00	8.97%	\$ 22,000.00	16.48%	\$ 125,000.00	9.37%
VIVIENDA 4	\$ 42,000.00	3.15%	\$ 14,000.00	1.04%	\$ 4,500.00	3.33%	\$ 21,500.00	15.73%	\$ 21,000.00	15.36%	\$ 12,000.00	8.97%	\$ 22,000.00	16.48%	\$ 125,000.00	9.37%
VIVIENDA 5	\$ 42,000.00	3.15%	\$ 14,000.00	1.04%	\$ 4,500.00	3.33%	\$ 21,500.00	15.73%	\$ 21,000.00	15.36%	\$ 12,000.00	8.97%	\$ 22,000.00	16.48%	\$ 125,000.00	9.37%
VIVIENDA 6	\$ 42,000.00	3.15%	\$ 14,000.00	1.04%	\$ 4,500.00	3.33%	\$ 21,500.00	15.73%	\$ 21,000.00	15.36%	\$ 12,000.00	8.97%	\$ 22,000.00	16.48%	\$ 125,000.00	9.37%
VIVIENDA N	\$ 42,000.00	3.15%	\$ 14,000.00	1.04%	\$ 4,500.00	3.33%	\$ 21,500.00	15.73%	\$ 21,000.00	15.36%	\$ 12,000.00	8.97%	\$ 22,000.00	16.48%	\$ 125,000.00	9.37%
Costo estimado Total de Costo	\$ 500,000.00		\$ 140,000.00		\$ 45,000.00		\$ 215,000.00		\$ 210,000.00		\$ 120,000.00		\$ 220,000.00		\$ 1,335,000.00	
Costo estimado Total de Costo del Proyecto	\$ 1,185,000.00	89.58%	\$ 414,000.00	34.92%	\$ 134,500.00	11.35%	\$ 668,500.00	56.45%	\$ 651,000.00	54.76%	\$ 336,000.00	28.36%	\$ 632,000.00	53.33%	\$ 1,335,000.00	100.00%

Figura 4.2. Tabla integrada de la matriz de porcentaje completado

De esta manera cada paquete de trabajo de cada vivienda tiene un presupuesto así como el porcentaje que representa este monto sobre el total del presupuesto, por ejemplo: el costo a la fecha del paquete de trazo y nivelación para todas las viviendas se encuentra en 118,500 pesos que representa un 8.88% del total del costo del proyecto. Así también en la parte fina de la tabla donde se encuentra las formulas del formato podemos ver como resultado final el monto de 583,500 que representa un 43.71% del costo total del proyecto. Este porcentaje a su vez puede ser usado para la evaluación a la hora de integrar la curva de costo, tiempo y trabajo visto anteriormente.

4.1.3 Método del valor ganado (Earned Value)

Otro sistema usado para monitorear el progreso de costo, tiempo y trabajo en comparación con la planeación original, es el método del valor ganado. En este método describiremos los componentes que la conforman: BCWS (Budget Cost Work Schedule) es el monto original presupuestado. La curva S de un proyecto representa el BCWS.

El ACWP es el monto actual de dinero que ha sido gastado a determinada fecha de corte durante el avance del proyecto.

El BCWP es el monto de dinero ganado basado en la cantidad de trabajo realizado a la fecha de corte. Este se determina multiplicando el porcentaje completado por el monto del presupuesto del trabajo total.

Conceptos y formulas generales del valor ganado

BCWS= Budgeted Cost f Work Scheduled	(Planned)
ACWP= Actual Cost of Work Performed	(Actual)
BCWP= Budgeted Cost of Work Performed	(Earned)

Varianzas

$CV = BCWP - ACWP \quad (\text{varianza del costo} = \text{Ganado} - \text{Actual})$ $SV = BCWP - BCWS \quad (\text{varianza del programa} = \text{Ganado} - \text{Planeado})$
--

Índices

$CPI = \frac{BCWP}{ACWP}$	$\text{Índice del costo} = \frac{\text{Ganado}}{\text{Actual}}$
$SPI = \frac{BCWP}{BCWS}$	$\text{Índice del programa} = \frac{\text{Ganado}}{\text{Planeado}}$

Pronostico

$BAC = \text{Estimado original del proyecto (Presupuesto al termino)}$	
$ETC = \frac{BAC - BCWP}{CPI}$	$\text{Estimado para completar}$
$EAC = (ACWP + ETC)$	$\text{Estimado al termino}$

4.1.3.1. Ejemplo valor ganado

Para tener mas claro el concepto de valor ganado identifiquemos los conceptos de un paquete de 5 de las 15 viviendas del fraccionamiento antes estudiado “los girasoles”, teniendo como supuesto que le desarrollo de estas 15 casas se esta realizando en paquetes de 5 viviendas por diversas razones.

De esta manera podemos identificar la siguiente tabla de actividades y sus costos:

FRACC. LOS GIRASOLES
Paquete 1 (5 viviendas)

CLAVE	ACTIVIDAD	DURACION	COSTO TOTAL
1.ED.1.1	Trazo y nivelacion	5	\$ 225,000.00
1.ED.1.2	Excavacion	12	\$ 70,000.00
1.ED.1.3	Compactacion	8	\$ 22,500.00
1.ED.1.4	Cimentacion	14	\$ 142,500.00
1.ED.1.5	Albanileria	24	\$ 235,000.00
1.ED.1.6	Instalaciones	12	\$ 90,000.00
1.ED.1.7	Acabados	18	\$ 190,000.00

Figura 4.3. Integración de actividades y su costo para VG.

De esta manera la distribución de los costos para el paquete 1 de cinco viviendas se distribuirla de manera uniforme durante la duración total de cada actividad.

FRACC. LOS GIRASOLES
Paquete 1 (5 viviendas)

CLAVE	ACTIVIDAD	DURACION	COSTO TOTAL	1 semana	2 semana	3 semana	4 semana	5 semana	6 semana	7 semana	8 semana	9 semana	10 semana	11 semana	12 semana	13 semana
1.ED.1.1	Trazo y nivelacion	5	\$ 25,000.00	\$ 25,000												
1.ED.1.2	Excavacion	12	\$ 70,000.00		\$ 35,000	\$ 35,000										
1.ED.1.3	Compactacion	8	\$ 22,500.00				\$ 22,500									
1.ED.1.4	Cimentacion	14	\$ 142,500.00					\$ 71,250	\$ 71,250							
1.ED.1.6	Instalaciones	12	\$ 90,000.00							\$ 45,000	\$ 45,000					
1.ED.1.5	Albanileria	24	\$ 235,000.00							\$ 58,750	\$ 58,750	\$ 58,750	\$ 58,750			
1.ED.1.7	Acabados	18	\$ 190,000.00											\$ 63,333.33	\$ 63,333.33	\$ 63,333.33
Monto total por semana				\$ 25,000	\$ 35,000	\$ 35,000	\$ 22,500	\$ 71,250	\$ 71,250	\$ 103,750	\$ 103,750	\$ 58,750	\$ 58,750	\$ 63,333	\$ 63,333	\$ 63,333
				Monto a la semana 6						\$ 260,000						
											Corte al termino de la semana 6					

Figura 4.4. Distribución de los costos por semana

De esta manera podemos observar que la duración total para completar todos los trabajos del primer paquete de 5 viviendas es de 13 semanas y en estamos situados al termino de la semana 6 por lo que el administrador de proyecto y la lata gerencia desean saber como se encuentra el proyecto a este tiempo.

Los datos arrojados por el proyecto a esta fecha se muestran en la siguiente tabla:

Al término de la sexta semana		
Trazo y nivelacion: Terminada con un costo total de:	\$	28,000.00
Excavacion: Terminada con un costo total de:	\$	82,000.00
Compactacion: Terminada con un costo total de	\$	20,000.00
Cimentacion: 80% DE AVANCE CON UN COSTO DE	\$	146,000.00
Monto total ejecutado a la semana 6	\$	276,000.00

Tabla 4.5 Reporte generado al termino de la sexta semana

Por otra parte el reporte generado muestra un retraso en la partida de cimentación generado a acusa del retraso de las otras actividades por diversas causas, lo que nos genera un avance total del 32% en lugar de ser del 52.5% como no lo muestra el programa original, de esta manera obtenemos que:

Presupuesto original	\$	775,000
BCWS=	\$	260,000
BCWP= 0.32 x 775,000=	\$	248,000
ACWP=	\$	276,000

Una vez obtenidos estos valores los índices y variaciones pueden ser obtenidos así como los pronósticos sin embargo es importante detectar en una grafica de la curva s nuestro desarrollo a esta fecha, destacando que la los valores obtenidos se convierten a porcentajes tomando como referencia que le 100% de la obra equivale a 775,000.00 pesos presupuestado en un inicio.

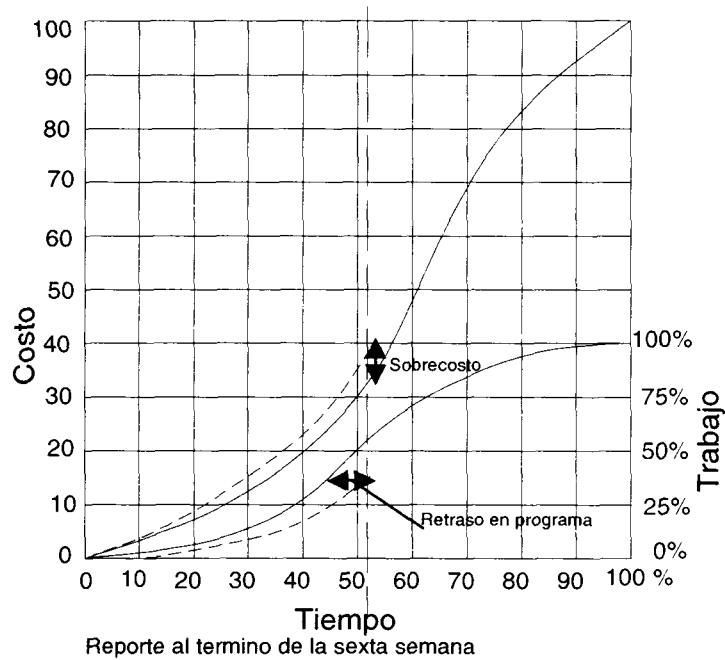


Figura 4.4 Grafica costo tiempo trabajo al 52.5% de avance

La obtención de los índices y variaciones se obtiene de la sig. Manera:

SV=BCWP-BCWS=	-\$	12,000
SPI= BCWP/BCWS=		0.95
CV= BCWP-ACWP=	-\$	28,000
CPI= BCWP/ACWP=		0.90

Los pronósticos se estiman de la siguiente manera:

FAC=ACWP + (BAC-BCWP) =	\$	803,000
FAC=ACWP + (BAC-BCWP) / CPI =	\$	862,500

Lo cual nos indica que se estima que el proyecto se termine con un monto final de 862,500 pesos para el primer paquete de 5 viviendas excediendo el presupuesto original con 87,500 pesos de sobre costo, todo esto si no se toman las medidas correctivas necesarias.

4.1.3.2. Ventajas del valor ganado

- Poder predecir el resultado final del proyecto a etapas tempranas desde este, es decir, a un 15 o 20% de avance.
- Se empleará un solo sistema de control de administración para proporcionar un medio uniforme de comunicación para todos sus proyectos.
- Permite la administración integral en un solo sistema de control Alcance+Tiempo+Recursos
- Se podrán ejecutar los principios de la “administración por excepción” para monitorear el avance contra la meta establecida.
- Se puede conocer la verdadera eficiencia del costo para el proyecto a través del índice de desempeño en costo.
- Se podrá determinar el índice de desempeño del programa (SPI) para detectar, cuantificar y administrar el trabajo programado, pero no ejecutado.
- Se podrán utilizar los índices de costo y de tiempo para calcular un rango estadístico del pronóstico estimado para el final del proyecto.
- El valor ganado sirve para monitorear que el trabajo restante se mantenga dentro de las expectativas de la administración.

Desventajas del valor ganado

- El administrar por excepción los índices “esconden” información específica de cómo se comporta algún componente del proyecto si solo se usa globalmente.

Capítulo 5

Administración de la calidad en Proyectos de vivienda masiva

5.1 Introducción.

El término de administración de la calidad total toma mucho auge en los sectores industriales, sin embargo el término calidad involucra el producto final de la construcción.

La administración de la calidad total (ACT) es la integración de todas las funciones y procesos de una organización, con el fin de lograr un mejoramiento continuo de la calidad de los bienes y servicios que en ella se producen, el objetivo es lograr la satisfacción del cliente. [9]

5.2 Breve historia del control de la calidad.

El interés por la calidad del producto y el control de los procesos no es algo nuevo. Los historiadores han rastreado este concepto hasta fechas tan remotas como el año 3000 a. de J.C. en Babilonia. Entre las referencias a la calidad contenidas en el código de Hammurabi, gobernante de Babilonia, figura el siguiente fragmento: “el albañil a cargo de erigir una casa que luego se

derrumba y causa la muerte de quien vive en ella debe ser condenado a muerte”. Esta ley refleja la preocupación que existía en la antigüedad por la calidad. El control de procesos es un concepto que tal vez comenzó con las pirámides de Egipto, cuando se ideó un sistema de normas para la extracción y el manejo de aquellas grandes piedras, basta examinar las pirámides de Keops para apreciar este extraordinario logro. Mas tarde la arquitectura de Grecia habría de superar a la de Egipto en el plano de las aplicaciones militares. Varios siglos después, en las operaciones de los astilleros de Venecia, el control y la normalización de la producción fueron introducidos en forma rudimentaria.

En el campo de la industria manufacturera el concepto de ACT involucra el desarrollo y participación de todos o la mayoría de los submecanismos que intervienen en el desarrollo y ciclo de vida de un producto: (1) diseño, (2) planificación, (3) producción, (4) distribución y (5) servicio de campo.

La empresa constructora dedicada a la producción de vivienda en serie debería de tener un sistema similar, ya que podríamos considerar su producción similar a la de la industria manufacturera haciendo las siguientes observaciones.

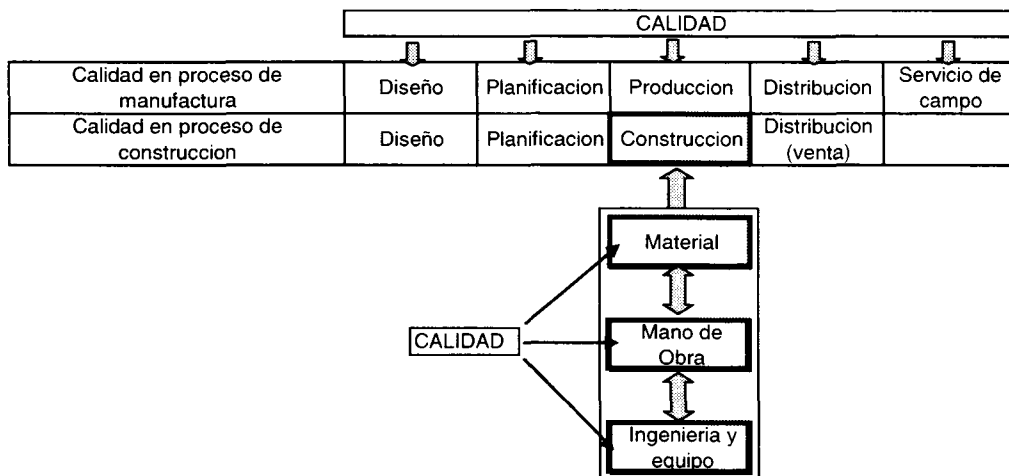


Figura 5.1 Diagrama de influencia de la calidad.

De esta manera podemos observar cierta similitud con el proceso de manufactura haciendo resaltar que en el proceso constructivo la calidad interviene desde el momento en se concibe el proyecto en su etapa de diseño, la parte en que se planifica y la etapa de construcción en la que se toman en cuenta los aspectos importantes que intervienen: material, mano de obra e ingeniería y equipo.

Estos últimos elementos serán los que el constructor deberá darles una mayor importancia para administrarlos correctamente y poder generar la mayor calidad, es por eso que particularizaremos un poco mas sobre estos elementos y estableceremos las herramientas necesarias para poder llevar a cabo el máximo control de la calidad de estos procesos.

ESQUEMA DE LA CALIDAD

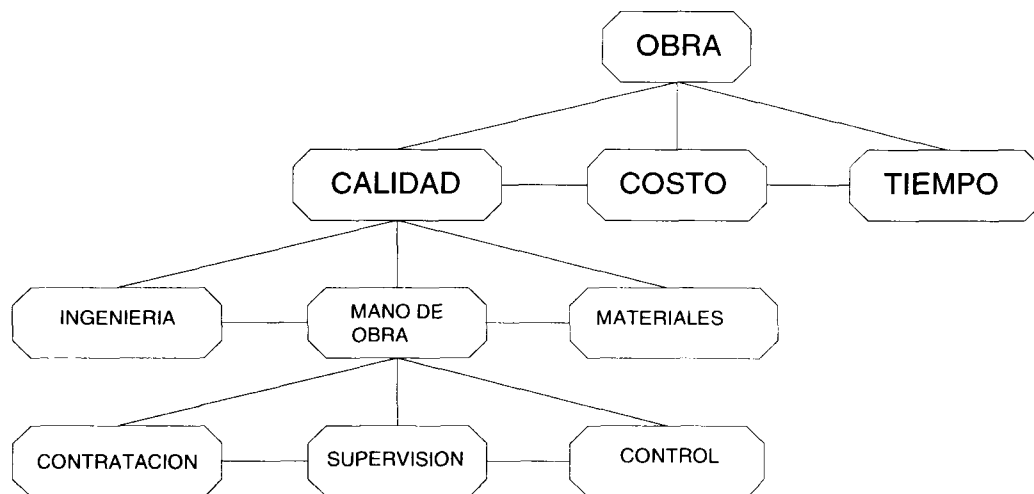


Figura 5.2 Esquema general de la calidad.

El desglose de la etapa de la calidad involucra muchos otros aspectos, es decir para que exista una calidad total en el producto final se deben de controlar y administrar correctamente y de manera continua aspectos como la ingeniería,

los materiales y la mano de obra; esta último concepto, a la vez será controlada desde los sub-elementos de la contratación de la mano de obra, la supervisión del proyecto y el control o monitoreo constante.

5.3 Importancia de la calidad en la construcción de vivienda.

Philip Crosby, autor del popular libro “Quality is free” (la calidad es gratuita), sostiene que la mala calidad en la en el producto de la empresa termino medio le cuesta a esta casi el 20% de sus ingresos, y que esa merma se podría evitar casi en su totalidad con la adopción de buenas practicas de calidad, sus conceptos “absolutos” son los siguientes”

- La calidad se **define** como el fiel cumplimiento de los requisitos y no como lo “bueno”.
- El **sistema** adecuado para lograr la calidad se basa en la prevención, no en la evaluación.
- La **norma** de desempeño consiste en reducir a cero los defectos y no solo en lograr una buena aproximación.
- La **medición** de la calidad es el precio que se paga por las discrepancias en la relación con los requisitos; y no un medio de obtener índices útiles.

Crosby afirma que la calidad es gratuita porque el modesto costo de la prevención siempre será menor que los costos derivados de la detección, la corrección y el fracaso. [9]

No cabe duda que el costo de la mala calidad en la construcción siempre es un costo extra que el constructor debe de absorber, generalmente durante o al termino de un proyecto de esta topología, sin embargo, la empresa debe estar conciente de este problema y atacarlo en base a una buena planeación y un correcto control previo a su ejecución.

Es por eso que se propone a continuación una serie de puntos en los cuales se establece la metodología a seguir para el aseguramiento de la calidad.

1. Compromiso de la alta Gerencia.- La alta gerencia tiene que estar convencida de la necesidad de lograr la calidad y debe ser capaz de comunicar con claridad esta convicción a todos los miembros involucrados, principalmente residentes y administradores.
2. Equipo para el mejoramiento de la calidad.- Formar un equipo, con los jefes de departamento, que supervise las mejoras dentro de las respectivas secciones
3. Medición de la calidad.- Adoptar las mediciones apropiadas para cada actividad, con el fin de identificar los aspectos que sea necesario mejorar.

Cabe destacar la importancia de este punto en la liga directa que debe de existir entre el administrador de proyectos y el encargado de obra para el monitoreo y medición de la calidad a través de reportes programados ya sea diarios, semanales, quincenales, según se requiera el control de la calidad. Punto que profundizaremos mas adelante.

4. Costo de la calidad.- Estimar los costos de la calidad para identificar los procesos donde podría ser rentable un mejoramiento.
5. Conciencia de la calidad.- Infundir en los ejecutores directos una mayor conciencia de la calidad. Ellos deben de comprender tanto la importancia de que la mano de obra se ajuste a los requisitos, como el alto costo de no adaptarse a estos.
6. Acciones correctivas Tomar las medidas correctivas necesarias de acuerdo a los resultados obtenidos por los puntos 3 y 4.
7. Capacitación del supervisor. Se debe impartir capacitación a los miembros de ejecución de obra, para mostrarles como deben hacer su parte en el programa de mejoramiento de la calidad.

8. Objetivos logrados.- Al finalizar el proyecto se deberá analizar a detalle los objetivos de calidad logrados así como hacer mención a los miembros que intervinieron en dicho proyecto a manera de incentivo.
9. Lecciones aprendidas.- Plasmar en un documento la metodología seguida en este proyecto para aplicar los puntos positivos en futuros proyectos.
10. Es importante destacar que la inspección nunca es la solución para el mejoramiento de la calidad, ni tampoco lo es la actitud policial. La participación y el liderazgo de la alta gerencia son esenciales para generar la tan necesaria cultura en la que todos se comprometen a lograr la calidad.

Como podemos observar en la figura 1.3 la calidad involucra la administración de otros aspectos que es necesario integrar para la concepción general de la calidad: Ingeniería, Materiales y Mano de obra. Este último aspecto se subdivide en contratación, supervisión y control; analicemos a fondo cada uno de estos elementos y su importancia dentro de la calidad.

Ingeniería y diseño.

Para llevar a cabo la ingeniería y diseño de un proyecto de este tipo, la empresa constructora tiene la opción de llevar el proceso interno o en su caso de subcontratar un despacho para el diseño y cálculo del proyecto.

Material

El material a emplearse en todos sus aspectos será un elemento que busque la mejor calidad y el precio justo para no sobrepasar el presupuesto, recordemos que es un proyecto en el que el costo no debe exceder las expectativas del cliente y a su vez ser rentable para el constructor.

En esta parte es importante destacar la constructabilidad del proceso y tener en cuenta que el mercado ofrece más variedad de productos y sistemas constructivos, sin embargo muchas veces se elige a los proveedores por la simple moda, por el simple hecho de haber trabajado anteriormente con ellos, o

fundamentalmente porque nos ofrecen el menor precio, olvidándonos muchas veces de la elección por el criterio de constructabilidad.

Por ejemplo, si elegimos un tipo y marca de ladrillo habría que considerar diferentes factores, tales como el consumo de cemento por m² de muro, la influencia de superficies más uniformes que nos permiten adelgazar los aplanados, la facilidad o dificultad en el transporte, la adherencia con el mortero, el porcentaje de absorción de agua, la necesidad de picado previo, la facilidad o dificultad para el corte, la facilidad para empotrar las tuberías, la generación de desperdicios, la eliminación de algunas actividades a la hora de su colocación, etc.

Si tenemos que elegir un determinado tipo de encofrado deberíamos disponer de un cuadro comparativo que considere factores como pesos por m², necesidad de desmoldantes especiales, facilidad para los engrampes, necesidad de grúas, costos adicionales por aditamentos no previstos en el costo de alquiler, disponibilidad de dispositivos de ayuda, etc.

Elegir marcas, suministros, subcontratistas, compras o alquileres por el menor precio es una costumbre bastante arraigada en nuestro medio que debemos desterrar, esta práctica generalmente a la larga nos conduce a lo contrario.

En base a esto y haciendo referencia al punto número tres de la metodología general establecida con anterioridad para el aseguramiento de la calidad podemos utilizar un criterio de ponderación entre calidad, costo y constructabilidad de los materiales para una elección adecuada y óptima en el manejo y en la elección de nuestros materiales obteniendo la calificación más adecuada para el aseguramiento de la calidad.

Mano de obra.

Aunque es importante explotar la nueva tecnología en el orden de alcanzar el liderazgo tecnológico, aun así, en la industria de la construcción el recurso humano será quien hará la diferencia y creará esa ventaja competitiva.

Para tener éxito en la organización, motivación y negociación con la gente, se requieren ciertas habilidades. Aunque mucha gente tiene talento natural, cada

uno puede improvisar su habilidad natural a través de una educación y entrenamiento.

En la industria de la construcción el factor de mano de obra se debe considerar en varios aspectos y a varios niveles que involucra el desarrollo óptimo de un proyecto de vivienda masiva así como cualquier otro tipo proyecto, estos aspectos son:

- Administrativo oficina
- Administrativo de campo
- Operativo supervisión
- Operativo Ejecución
- Operativo subcontratos (albañilería, concreto, cimbra, instalaciones, etc.)

De esta manera se puede obtener un diagrama en el que el administrador juega un papel importante liderando de esta manera la pirámide de responsabilidad, teniendo en cuenta que deberá de tener habilidades técnicas y administrativas.

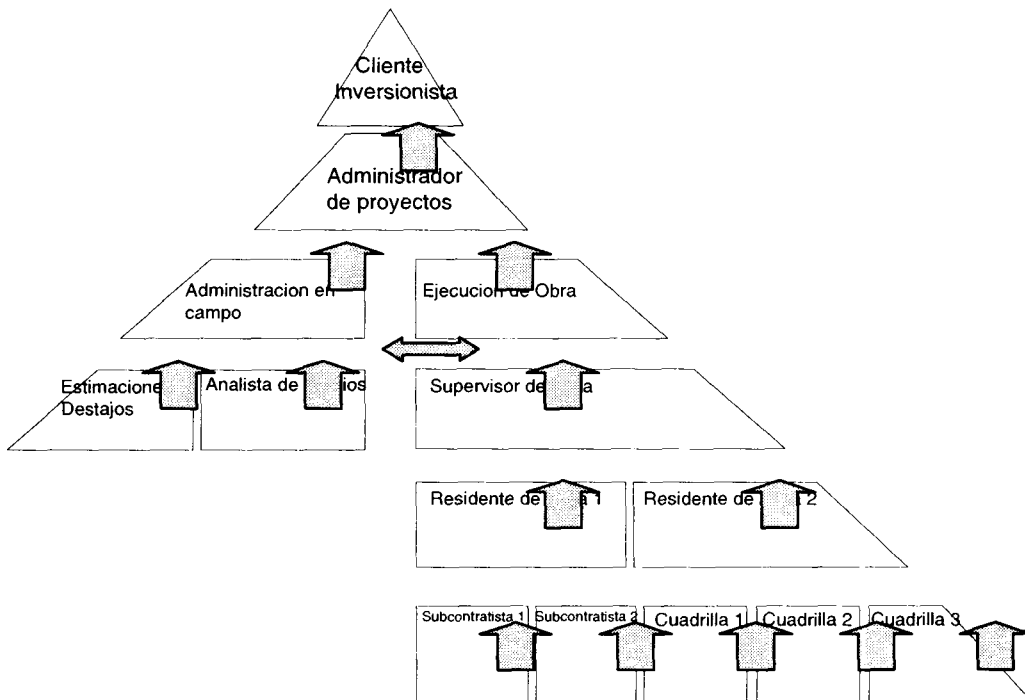


Figura 5.3 Diagrama de Jerarquía mano de obra.

La mano de obra como uno de los factores más importantes para la óptima calidad de un proyecto debe de ser una selección óptima y calificada en todos sus niveles, es decir, el administrador de proyectos, en este caso, debe de tener el criterio para poder elegir desde un adecuado equipo de administración hasta los subcontratistas, los residentes y la mano de obra adecuada para el mejor control y el aseguramiento de la calidad al mayor porcentaje posible. Esto no quiere decir que aquí termina la responsabilidad del control de la calidad en la mano de obra; una vez seleccionado el equipo de trabajo en todos los niveles se deberá controlar a su vez los tres conceptos como lo muestra la figura 1.3, estos serán: la contratación, la supervisión y el control o monitoreo.

La selección del personal cuando un proyecto es nuevo y la empresa requiere la contratación de nuevo personal necesita llevarse a cabo mediante la precalificación y el criterio suficiente del administrador de proyectos para esta evaluación tanto para el equipo de administración como el equipo de obra.

Algunas habilidades que el administrador debe tomar en cuenta para la determinación individual del personal:

- Que persona puede hacerlo (de acuerdo al puesto requerido): habilidades y competencias
- Que persona puede alcanzarlo
- Comportamiento de una persona: personalidad, actitudes, intelecto.
- Experiencia de la persona: conocimiento y experiencia

Así mismo las habilidades del administrador de proyectos se usarán durante el curso de un proyecto y deberán involucrar:

- Comunicación: usando todos los medios.
- Organización: usando sistemas adecuados y buenas técnicas de administración.
- Planeación: pronósticos y programación lo exacto posible

- Coordinación: por comunicación y entendimiento de todas las partes
- Control: monitoreo y técnicas y formatos de respuesta
- Liderazgo: poner el ejemplo
- Delegar: generar responsabilidades a través de la confianza
- Negociación: trato con los demás
- Motivación: a través de incentivos apropiados
- Iniciativa: por desarrollo[10]

5.4 Control de la calidad en campo

Como hemos visto la calidad de un proyecto abarca todos los aspectos tanto internos de la empresa (mentalidad en el personal interno) como externos a la misma (subcontratos, materiales, ingeniería), sin embargo, una vez que la calidad es uno de los objetivos de la empresa y a su vez será la carta de presentación de la misma, el objetivo será lograr un producto con una calidad que permita tener una satisfacción del usuario final, y que le de a la empresa una alta competitividad en el medio de la construcción de proyectos de vivienda masiva.

Dado que en este tipo de proyectos la calidad de la construcción nunca es abarcada en su totalidad por el personal supervisor así como por los residentes de obra ya que es mayor el personal obrero que el personal de supervisión, el propósito de este trabajo será proporcionar al administrador de proyectos una herramienta que le permita controlar en coordinación con el personal de campo (residentes de obra) la calidad de la obra a un nivel altamente aceptable.

Una vez mas cabe aclarar que la calidad abarca todos los niveles del proyecto pero, la parte final, que en este caso podemos considerar como el producto o la vivienda en si, será la muestra o el resultado en si de todo el equipo de trabajo, es decir, por ejemplo, un material adquirido de alta calidad, si no es ejecutado o puesto con calidad, este perderá la calidad, por lo tanto es necesario destacar que el personal obrero forma una parte importante para la calidad final del

producto, y para que este trabaje con calidad, será necesario supervisarlo adecuadamente y es por eso que el residente de obra es de gran importancia en este proceso el control de la calidad.

Es importante destacar la importancia de la liga directa entre el administrador de proyectos que finalmente será el encargado de verificar el nivel de calidad del proyecto y el residente obra, para esto debemos mentalizarnos que la calidad debe de ser lograda desde un inicio del proyecto o en su defecto, de ir mejorando conforme avanza, para esto se deberán aplicar las medidas correctivas necesarias por ambas partes (administrador y residentes) y todo esto en base a una calificación o ponderación de la calidad del trabajo.

Para esta metodología tendremos que identificar y desarrollar los siguientes pasos:

- Identificación de los conceptos “críticos” a evaluar durante el desarrollo o ejecución
- Establecer una ponderación que nos permita identificar un nivel de calidad mínimo aceptable para los conceptos de la obra.
- Establecer una medición periódica ya sea quincenal o mensual según se acople más al avance de la obra con el fin de calificar solamente dos o tres viviendas de paquetes de cinco.
- Establecer la calificación mínima del nivel de la calidad para poder crear un rango de aceptación.
- Mostrar un indicador de la calidad por los periodos establecidos para cada concepto que nos permita continuar con el avance o en caso de lo contrario aplicar las medidas correctivas necesarias.

Como paso numero 1 habrá que identificar el catalogo de conceptos de una de las casas-habitación del proyecto a estudiar y a su vez establecer que conceptos será necesario evaluar. Aunque la evaluación de la calidad, se debe

de llevar a cabo para todos los conceptos que involucran una obra, en este caso evaluaremos solo los conceptos de mayor volumen o mayor visibilidad.

Como menciona el punto número tres, habrá que establecer ciertos periodos de evaluación, ya que el avance de este tipo de proyectos puede considerarse masivo por la cantidad de personal involucrado y la rapidez de la ejecución de la obra, este último aspecto es identificado como la principal causa de mala calidad en proyecto de este tipo, ahí que recordar que la mayoría de el personal obrero se encuentra contratado por tipo de pago de destajo y entre mayor sea el volumen ejecutado mayores serán los pagos.

Una vez definido esto se tendrá que establecer una calificación para cada uno de los conceptos que integran en este caso una casa habitación y, como cada concepto involucra materiales y conceptos diferentes se tendrán diferentes criterios para cada concepto, de esta manera obtendremos una tabla que integre los conceptos de cada partida siendo estas partidas las siguientes:

CLAVE	PARTIDA
01	PRELIMINARES
02	CIMENTACION
03	ALBANILERIA
04	INSTALACION ELECTRICA
05	INSTALACION HIDROSANITARIA
06	INSTALACION DE GAS
07	ACABADOS

Tabla 5.1 Partidas vivienda interés social

De esta manera cada una de las partidas se desglosa en los conceptos a ser evaluados y calificados y se establece un criterio para cada uno de estos conceptos obteniendo al final una calificación final para cada partida y para vivienda en ejecución.

El objetivo final será la obtención de indicador para cada partida de los cuales se obtendrá un promedio, de esta manera se llevara a cabo para un número de casas determinado y se obtendrá el promedio de las casas evaluadas. Debido a que la ejecución de las casas puede estar en diferentes etapas, la evaluación para cada casa se realizara en diferentes partidas.

Por lo tanto antes de considerar las tablas de evaluación de los conceptos para la obtención de una calificación por partida, será necesarios establecer un criterio de e ponderación o calificación para cada uno de los conceptos críticos a evaluar, esta operación será necesaria ejecutar antes del inicio de cada proyecto y será representada por una tabla similar a la que se muestra en la siguiente tabla:

5.5 Técnicas y formatos para el control de la calidad en un proyecto de vivienda masiva

TABLA DE PONDERACION				
Proyecto:		LOS GIRASOLES		
No. de viviendas:		114		
Ubicación:		Monterrey N.L.		
Fecha de inicio:		--/--		
CONCEPTOS		1	3	5
1 Albañilería				
<i>Losa de cimentacion</i>		Nivel mayor a 1cm	Nivel entre .5 y .99 cm	Nivel entre 0 y .49 cm cm
<i>Data de cimentacion</i>		Ensanchado de frontera mayor a 1cm	Ensanchado de frontera entre .5 y .99 cm	Ensanchado de frontera de 0 a .49 cm
<i>Anclaje de castillos</i>		Barba para anclaje menor de 40 cm	Barba para anclaje entre 40 y 45 cm	Barba para anclaje de 46 a 50 cm
<i>Muro de Block</i>		Plomeo en muros > 1.00 cm	Plomeo en muros de 0.30 a 0.99 cm	Plomeo en muros de 0.00 a 0.29 cm
<i>Nivelante</i>		Pulido semifino para recibir loseta abultado	Pulido semifino para recibir loseta semiabultado	Pulido fino para recibir loseta completamente a nivel
<i>Castillos</i>		Plomeo > 1.00 cm	Plomeo de 0.30 a 0.99 cm	Plomeo de 0.00 a 0.29 cm
<i>Vanos de ventanas</i>		Escuadrado del muro mayor a .3 cm y con block mal cortado	Escuadrado del muro entre a .29 y .05 cm y con block bien cortado semifino	Escuadrado del muro entre a 0 y .04 cm y con block bien cortado finosemifino
<i>Datas de cerramiento</i>		Ensanchado de frontera mayor a 1cm	Ensanchado de frontera entre .5 y .99 cm	Ensanchado de frontera de 0 a .49 cm
<i>Losa de azotea</i>		Nivel mayor a 1cm	Nivel entre .5 y .99 cm	Nivel entre 0 y .49 cm cm
<i>Aplanados</i>		Plomeo > 1.00 cm	Plomeo entre 0.30 a 0.99 cm	Plomeo de 0.00 a 0.29 cm
2 Acabados				
<i>Loseta ceramica</i>		Escuadrado longitudinal mayor de .5 cm	Escuadrado longitudinal entre .2 y .4 cm	Escuadrado longitudinal entre 0 y .1 cm
<i>Azulejo en baños</i>		Escuadrado longitudinal mayor de .5 cm	Escuadrado longitudinal entre .2 y .4 cm	Escuadrado longitudinal entre 0 y .1 cm
<i>Yeso en muros</i>		Plomeo > 1.00 cm	Plomeo entre 0.30 a 0.99 cm	Plomeo de 0.00 a 0.29 cm
<i>Yeso en plafond</i>		Nivel mayor a 1cm	Nivel entre .5 y .99 cm	Nivel entre 0 y .49 cm cm
<i>Pintura en muros</i>		Aplicación poco uniforme	Aplicación semi-uniforme	Aplicación completamente uniforme
<i>Colocacion de ventanas</i>		Nivelada y sellada a un 80%	Nivelada y sellada de un 81 a 90%	Nivelada y sellada de 91 a 100%

Tabla 5.2 Criterio de ponderación de los conceptos

El punto siguiente será la obtención de la calificación de cada partida para cada casa a evaluar por medición de las siguientes tablas:

Tabla de evaluación de calidad para la partida de albañilería.

PROYECTO		los girasoles	
No. de viviendas		100	
Casa No.		1	
Fecha de Evaluación		01-Ene-04	
ALBAÑILERIA			
Losa de cimentación	5	5	5
Data de cimentación	5	5	5
Anclaje de castillos	5	5	5
Muro de block	5	5	5
Nivelante	5	5	5
Castillos	5	5	5
Vanos de ventana	5	5	5
Datos de cerramiento	5	5	5
Losa de azotea	5	5	5
Aplanchados	5	5	5
CALIFICACION		35	35
MAXIMA CALIFICACION A OBTENER		35	35
Criterio de rangos			
Rechazado o Reconstrucción		Aceptable con mejora futura	
Calidad		Calidad	
<28		29 a 33	34 a 35
<29		30 a 33	35 a 35
<10		11 a 13	14 a 15
<10		11 a 13	14 a 15
<5		6 a 8	9 a 10
<28		29 a 33	34 a 35
<5		6 a 8	9 a 10
<23		24 a 28	29 a 30
<23		24 a 28	29 a 30
<5		6 a 8	9 a 10
225	225		

Tabla 5.3 Matriz de control de la calidad 1

Tabla de evaluación de calidad para la partida de acabados.

ACABADOS		CRITERIO DE RANGOS	
		Rechazado o Reconstrucción	Aceptable con mejora futura
			Calidad
PROYECTO	Los girasoles		
No. de viviendas	100		
Casa No.	1		
Fecha de Evaluación	01-Ene-04		
Despiece y trazo	5	<9	10 a 13
Niveles de mosaico	5	<9	10 a 13
Junteado	5	<14	14 a 15
Plomao	5	16 a 18	19 a 20
Niveles de plafond	5	<2	3 a 4
Tonalidad	5	<2	3 a 4
escuadrado de ventanas	5	<19	20 a 23
Escuadrado de puertas	5	<2	3 a 4
Fileteado	5	<2	3 a 4
CALIFICACION	15		
MAXIMA CALIFICACION A OBTENER	15		
Loseta ceramica	5	<9	10 a 13
Azulejo baños	5	<9	10 a 13
Yeso en muros	5	<14	16 a 18
Yeso en plafond	5	<2	3 a 4
Pintura en muros	5	<2	3 a 4
Acabado exterior	5	<19	20 a 23
Trazo en Plafond	5	<2	3 a 4
Colocacion de ventanas	5	<5	6 a 8
Colocacion de puertas	5	<2	3 a 4
	105		
	105		

Tabla 5.4 Matriz de control de la calidad 2

Podemos observar que cada partida tiene un valor diferente de calificación final debido a los criterios utilizados para cada partida. Una vez que la fecha de corte es realizada para el estudio del nivel de calidad las etapas estarán en diferente

ejecución de partida, sin embargo el objetivo será la obtención de un promedio y suponiendo que todas las partidas fueron calificadas se obtiene la siguiente tabla.

Tabla de ponderación a la primera semana

PROYECTO		los girasoles		Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4	Vivienda 5	PROMEDIO	PONDERACION MAXIMA
No. de viviendas		100								
Casa No.		1								
Fecha de Evaluacion		10-Feb-04								
CLAVE	PARTIDA									
01	PRELIMINARES	190	200	185	190	200	193	200		
02	CIMENTACION	140	148	149	150	148	147	150		
03	ALBANILERIA	220	220	224	224	219	221.4	225		
04	INSTALACION ELECTRICA	129	130	124	126	130	127.8	130		
05	INSTALACION HIDROSANITARIA	145	148	149	150		148	150		
06	INSTALACION DE GAS	220	220	220			220	220		
07	ACABADOS	104	103				103.5	105		
TOTAL									1161	1180

Tabla 5.5 Resumen general de puntaje

Para poder graficar los resultados obtenidos por cortes semanales deberemos establecer un nuevamente un rango aceptable de calidad bajo criterios de la alta gerencia y administrador de proyectos.

Supongamos resultados obtenidos a la fecha de corte de las 2 semanas siguientes de manera alternada y en los cuales se ven involucradas las siguientes 5 viviendas

Tabla de ponderación a la tercera semana

PROYECTO		los girasoles		Vivienda 6	Vivienda 7	Vivienda 8	Vivienda 9	Vivienda 10	PROMEDIO	PONDERACION MAXIMA
No. de viviendas		100								
Casas No.		1-5								
Fecha de Evaluacion		24-Feb-04								
CLAVE	PARTIDA									
01	PRELIMINARES	200	200	192					197.33	200
02	CIMENTACION	150	148	149					149	150
03	ALBANILERIA	220	220	224					221.33	225
04	INSTALACION ELECTRICA	129	126						127.5	130
05	INSTALACION HIDROSANITARIA	145							145	150
06	INSTALACION DE GAS	210							210	220
07	ACABADOS	105							105	105
TOTAL									1155	1180

Tabla 5.6 Resumen general de puntaje

Tabla de ponderación a la quinta semana

PROYECTO		los girasoles									
No. de viviendas		100									
Casas No.		1-5									
Fecha de Evaluacion		03-Mar-04									
CLAVE	PARTIDA	Vivienda 6	Vivienda 7	Vivienda 8	Vivienda 9	Vivienda 10	PROMEDIO	PONDERACION	N MAXIMA		
01	PRELIMINARES	200	200	192	198	197	197.4	200			
02	CIMENTACION	150	148	149	150	149	149.2	150			
03	ALBANILERIA	220	220	224	222	225	222.2	225			
04	INSTALACION ELECTRICA	129	126	130	128	130	128.6	130			
05	INSTALACION HIDROSANITARIA	145	150	150	150	150	149	150			
06	INSTALACION DE GAS	210	220	220	210	220	216	220			
07	ACABADOS	105	104	105	105	105	104.8	105			
							TOTAL	1167	1180		

Dado que la ponderación esta basada en una escala de 1,3,5, se deberá establecer el rango mínimo aceptable de calidad. Ya que la calificación 2.5 será una calificación intermedia, se esta considerando una calificación superior a esta como aceptación mínima que será de “3”, por lo tanto la suma total de los conceptos con una calificación de 3 será la que establecerá el rango mínimo de aceptación de la calidad.

Una vez obtenidos los resultados por semana y establecido el rango mínimo aceptable de calidad, el grafico de indicador de calidad puede representarse en la grafica 5.2 y el control deberá situarse entre el rango establecido.

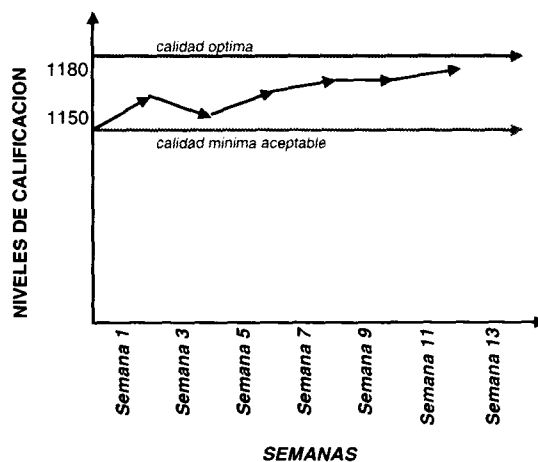


Tabla 5.7 Grafica de balance de la calidad

Capítulo 6

Integración del Tiempo Costo y Calidad para la toma de decisiones en un Proyecto de vivienda masiva.

6.1 Resumen de las actividades de control

Hasta esta parte hemos visto las diferentes técnicas para obtener información acerca del costo, el tiempo y la calidad, aunque son variadas estas técnicas para la obtención de esta información el objetivo de este trabajo es sugerir una metodología que le facilite al administrador de proyectos presentar a la alta gerencia, al dueño o a los beneficiarios directos del proyecto un indicador de las tres cualidades principales del proyecto que permita identificar el posible desvío de cualquiera de los tres aspectos para efecto de aplicar las medidas correctivas necesarias y realizar los ajustes para encaminar de nuevo la correcta línea del proyecto y obtener un producto que brinde las mejores cualidades al usuario así como permitir al ejecutor llevar a cabo el desarrollo del proyecto al mejor costo y en el tiempo programado.

La integración del TCC es un indicador que permite tomar medidas correctivas a tiempo y evitar una mala continuidad durante el desarrollo, sin embargo las causas de un desvío en cuanto a costo, tiempo y calidad pueden ser tan diversas como tan complejo sea el proyecto. El costo como el aspecto del cual fluye la mayor parte del trabajo, es decir, un motivo altamente *influyente* en el

desarrollo de un trabajo realizado a su correcto tiempo y una calidad exigida y pagada adecuadamente es un factor cuyas desviaciones del presupuesto original pueden causar una mala repartición de flujos y desequilibrar los otros dos aspectos del proyecto.

Sin embargo cuando el costo es administrado de manera correcta y el tiempo y la calidad están por debajo de los niveles requeridos, se deberá atender principalmente al personal encargado directamente en campo y a las exigencias que tengan tanto supervisores y residentes con la mano de obra, y estos a su vez coordinados con el administrador de proyectos.

En esta parte podemos llegar a un análisis resumido de los pasos a seguir en la administración y control del TCC, podremos complementar la grafica 5.1 vista con anterioridad con los pasos principales a seguir para los tres conceptos incluyendo ahora la administración de la calidad.



Figura 6.1 Administración y control del proyecto.

Para cada una de estas partes que integran nuestro control es importante la obtención de un indicador final que permita la toma de decisiones y la corrección del rumbo del proyecto, de manera esquemática la figura 6.2 muestra la intención de la integración de los tres elementos al mismo corte de fecha tomado con anterioridad en el capítulo 4 en la parte de valor ganado.

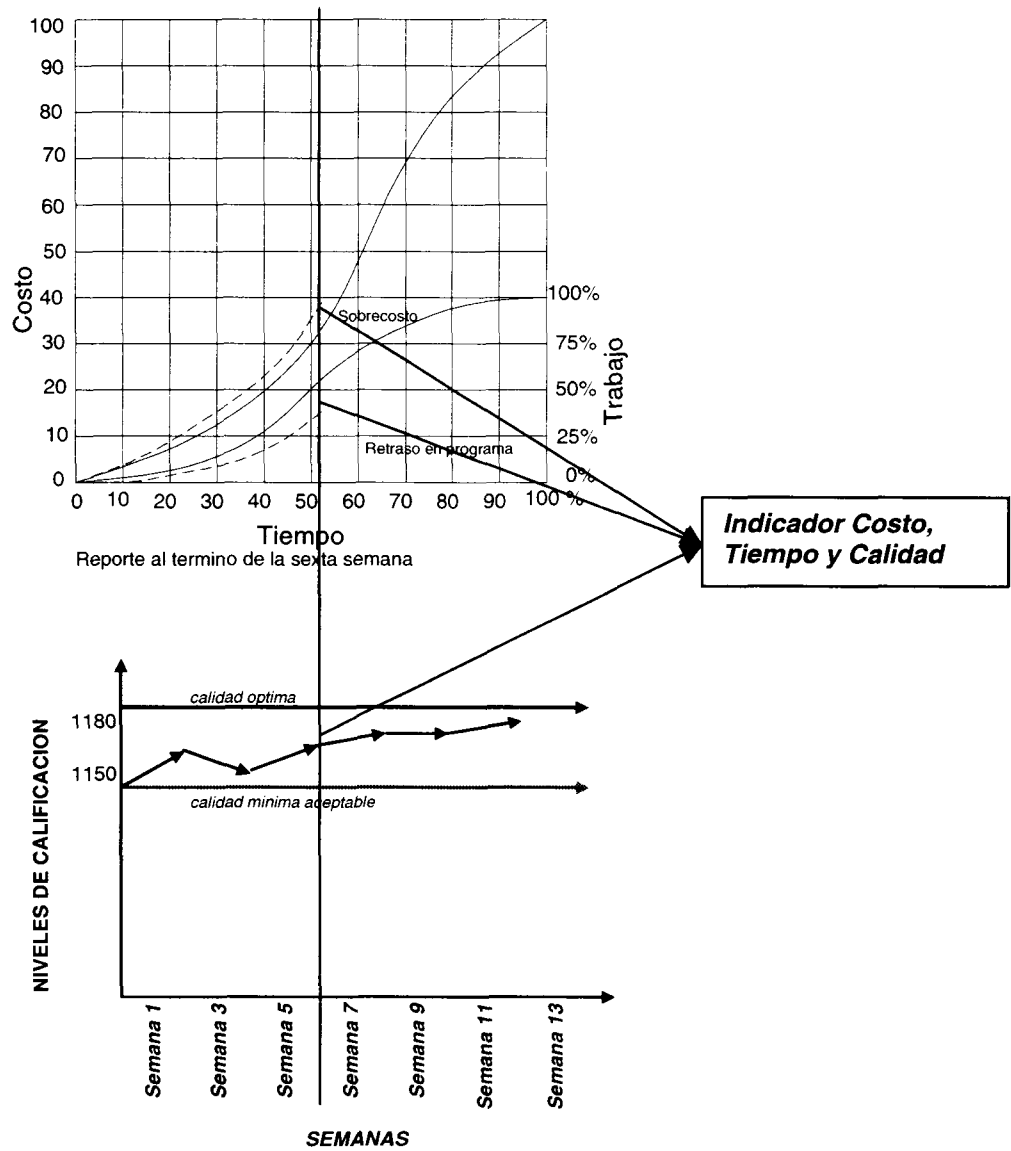


Figura 6.2 Integración de un indicador del costo el tiempo y la calidad.

La idea de presentar esta grafica es mostrar como uniendo todos los métodos vistos de control que a su vez se integran por todas las técnicas de programación revisadas en capítulos anteriores se obtiene de manera final la integración de un indicador que permita tener una noción acertada del avance de un proyecto de vivienda masiva. Cumpliendo este objetivo con las diversas técnicas, el siguiente paso será establecer la propuesta de un formato que será el entregable del proyecto respaldado a su vez por los formatos antes vistos de costo, tiempo y calidad.

La figura 6.3 nos muestra la idea grafica de lo que debe representar la integración de estos tres elementos como un todo y establecer el diagnostico del proyecto a determinada fecha de corte.

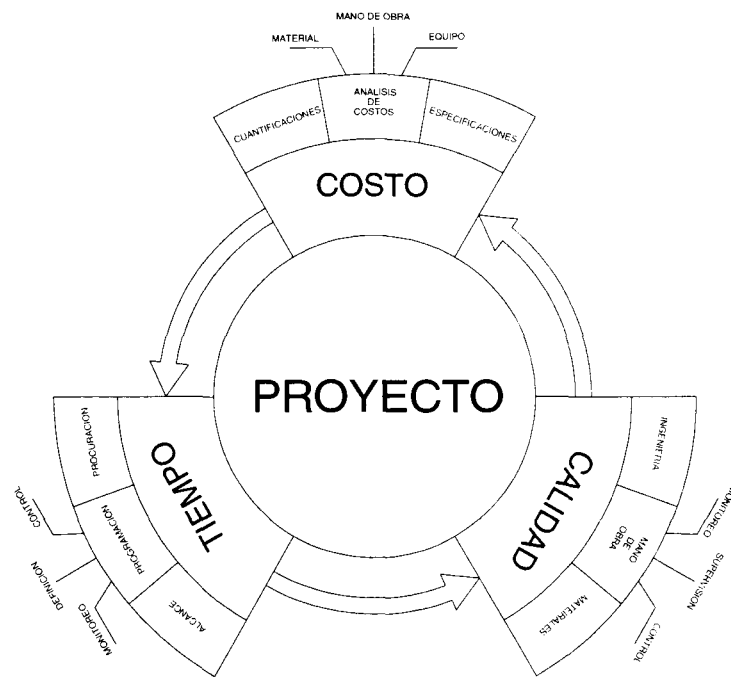


Figura 6.3 Integración de un indicador del costo el tiempo y la calidad.

Por lo tanto el formato de entregable debe mostrar un dato filtrado y claro que permita conocer el estado del proyecto en sus tres aspectos: costo, tiempo y calidad, para la toma de decisiones por parte de la alta gerencia

6.3 Formatos entregables

CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES.

El control del costo, el tiempo y la calidad en una constructora o inmobiliaria dedicada a la vivienda masiva sea esta de interés social o de vivienda media es una disciplina que implica un esfuerzo coordinado, planeado y ejecutado de manera responsable por un equipo empresarial consiente de tener una mejora continua en el desarrollo de sus proyectos y de ofrecer un producto digno de los usuarios finales y permitiéndoles a estos una garantía de calidad que les de tranquilidad de que han obtenido un producto que les puede durar para toda la vida.

Así mismo una vez que el cliente está satisfecho de la vivienda adquirida, la constructora desarrolladora obtiene un beneficio que le permite un control en la etapa anterior de sus procesos internos en los cuales el costo el tiempo y la calidad le dan le proporcionan un indicador que de una manera fácil le permitan corregir el rumbo del proyecto para la obtención de su proyecto al mejor costo, al tiempo programado y con la calidad que le dará la categoría de una empresa con una capacidad de ejecución planeada, organizada y controlada adecuadamente.

Dado que el éxito de este proceso es satisfactorio para cualquier empresa y dedicada a cualquier tipo de proyectos, su aplicación en particular para los proyectos de vivienda masiva requiere una peculiar aplicación ya que algunos de los métodos antes vistos que se aplican a eventos seriados y requieren de una programación y un control repetitivo solo aplica para proyectos con esta naturaleza del proyectos.

Las herramientas presentadas en capítulos anteriores de costo y calidad muestran una metodología a seguir necesaria para mantener un nivel óptimo en estos dos aspectos. El costo de un proyecto de vivienda masiva se involucra en este trabajo desde su fase inicial, es decir, desde considerar la adquisición del terreno hasta entrar al presupuesto detallado, esto a manera de crear una guía

en la que el constructor vea los factores importantes a desarrollar para determinar si el proyecto es factible desde la adquisición del terreno y ver si es competitivo con otros proyectos similares. Finalmente los cuatro elementos administrativos muestran un correcto seguimiento para la administración del costo siendo estos: la planeación del recurso, el estimado del costo, la presupuestación y el control del costo.

Desde el punto de vista de la calidad, la metodología propuesta en este trabajo incluye una serie de formatos de fácil manejo para el administrador, que permitirá a la alta gerencia obtener el indicador deseado de la calidad del proyecto para evitar o retomar el rumbo correcto del proyecto en caso necesario.

En la parte de programación es necesario que, aunque las técnicas mencionadas son diversas, cabe enfatizar que los métodos de: programación rítmica, y gráficos de velocidad son recomendados por su fácil uso y acoplamiento a los proyectos de vivienda seriada, esto no significa que los otros procesos sean sustituidos ya que el administrador puede aplicar la metodología necesaria a su conveniencia o tipología del proyecto.

El indicador TCC es de gran importancia para todos los proyectos en general, su aplicación es poco común o en la mayoría de los casos de uso particular para cada concepto, por lo tanto una propuesta que queda abierta para continuación de esta tesis será la creación de un software que logre integrar el control del costo, el tiempo y la calidad con el fin de promover una metodología aun mas eficaz y de mayor facilidad de manejo para las tres cualidades mas importantes de un proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Carlos Suárez Salazar. Costo y Tiempo en Edificación. Editorial Limusa.
- [2] Zairi, Mohamed "Administración de la calidad total para Ingenieros" 1993. Editorial Panorama.
- [3] Construction Industry Institute "Scope Definition and Control" Bureau of Engineering Research, the university of Texas at Austin.
- [8] Alejandro Camacho Mascareño. Aplicación de la técnica "Line of Balance" (L.O.B.) en la Administración de proyectos de construcción repetitiva (vivienda en serie).
- [6] Documentos del censo nacional de población 2000 "Censo Nacional de Población"
- [7] A guide to the Project Management body of Knowledge (PMBOK Guide) Edition 2000
- [9] Vincent K. Omachonu, Joel E. Ross. "Principios de la calidad total" Editorial Diana.
- [10] The chartered Institute of building. "codigo de practica para la administración de proyectos para construcción y desarrollo" Ed. Longman
- [11] Alfred P. McNulty. "Management of small construction projects" McGraw Gill book Company.
- [12] Garold B. Oberlender. "Project Management for Engineering and Construction". Ed. McGraw Hill international Editions.
- [13] Dr. Salvador García Rodríguez "Soporte temático de valor ganado y tecnologías de la edificación, datos infonavit para la calidad de un proyecto"
- [14] Ing. Carlos Francisco Matienzo. Apuntes de la clase Administración de Proyectos
- [15] Ruiz Alarcón "planificación y control de proyectos"

