

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA REALIZAR EL CONTROL DE COSTOS
DIRECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS INMOBILIARIOS**

PABLO ANDRÉS PÉREZ LÓPEZ

Trabajo de grado para optar al título de Magister en Ingeniería
con énfasis en Gestión de la Construcción

Director
Luis Fernando Botero Botero
Profesor titular de la Universidad EAFIT
Coordinador del área de construcción



**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
MEDELLÍN
2012**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 30 de abril de 2012

Dedicatoria

A la memoria de mi madre,
A mi padre,
A mis hermanos,
A Juliana.

Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos al profesor Luis Fernando Botero Botero, Profesor Titular de la Universidad EAFIT, director, guía y asesor constante y fundamental para el cumplimiento de los objetivos propuestos en este trabajo de grado.

Gracias a todos los profesionales que atentamente participaron en el diligenciamiento de encuestas, realizadas durante el trabajo de campo de este proyecto, estas fueron básicas para el avance de los resultados y el desarrollo de las conclusiones del trabajo.

Al Tecnólogo en Sistemas y estudiante de Ingeniería de Sistemas, Carlos Humberto Ochoa, por su asesoría en la realización de la hoja de cálculo como herramienta para realizar el presupuesto y el control de costos directos de construcción.

A la Profesora Adriana Guerrero Peña, por su orientación en el diseño muestral de empresas constructoras afiliadas a Camacol¹ Antioquia y de las empresas constructoras de edificaciones inmobiliarias afiliadas a la Cámara de Comercio de Medellín² y a la Cámara de Comercio del Aburrá Sur³.

A la vida por brindarme experiencias, aprendizaje, salud, bienestar y perseverancia que me han permitido seguir adelante.

A mi ángel madre, que no me desampara.

¹ La Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL, es una asociación gremial de carácter nacional, que reúne a nivel nacional empresas y personas naturales relacionadas con la cadena de valor de la construcción (Camacol: 2012).

² La Cámara de comercio de Medellín, es una entidad del departamento de Antioquia, que presta los servicios de registro mercantil, registro de proponentes y registro de entidades. En esta se incluyen los municipios de Medellín, del Suroeste antioqueño, del Norte antioqueño, del Bajo Cauca, del Norte del Valle de Aburrá, del Occidente y otros municipios antioqueños (Cámara de Comercio de Medellín: 2012).

³ La Cámara de Comercio Aburrá Sur, incluye los comerciantes y los industriales de Caldas, Envigado, Itagüí, La Estrella y Sabaneta. La Cámara se encarga, por delegación del Estado, de manejar los registros público mercantil, registro único nacional de proponentes y registro de entidades (Cámara de Comercio Aburrá Sur, 2012).

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	16
INTRODUCCIÓN.....	17
1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	23
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	25
4. MARCO DE REFERENCIA.....	26
4.1 MARCO TEÓRICO.....	26
4.1.1 Gestión de los costos del proyecto.....	26
4.1.2 Estimación de costos.....	28
4.1.3 Preparación del presupuesto de costos.....	29
4.1.4 Costos de construcción.....	31
4.1.5 El presupuesto de construcción.....	33
4.1.5.1 Objetivos de un presupuesto de construcción.....	34
4.1.5.2 Como presupuestar un proyecto de construcción.....	35
4.1.5.3 Características de un presupuesto de construcción.....	36
4.1.5.4 Procedimiento y etapas para elaborar un presupuesto de construcción.....	37
4.1.5.5 Estimación de los presupuestos y costos de construcción.....	40
4.1.5.6 Contenido general de un presupuesto de construcción de edificación y urbanismo.....	56
4.1.5.7 Agrupación de capítulos del presupuesto.....	57
4.1.5.8 Valoración de imprevistos y desperdicios en un presupuesto de construcción.....	64
4.1.5.9 Valoración del equipo, maquinaria y herramienta en un presupuesto de construcción.....	66
4.1.5.10 Conceptos desarrollados en un presupuesto de construcción.....	68
4.1.6 El Presupuesto con relación a la programación de proyectos.....	70
4.1.6.1 Formas de determinar las duraciones de las actividades.....	75
4.1.7 Fundamentos del control.....	76
4.1.7.1 Los controles preventivos y correctivos como modalidades de control organizacional.....	77
4.1.7.2 El control preventivo y correctivo a partir del presupuesto.....	78
4.1.8 El control de costos.....	79
4.1.8.1 Entradas del control de costos.....	80
4.1.8.2 Herramientas y técnicas del control de costos.....	80
4.1.8.3 Salidas del control de costos.....	83
4.1.9 Control de los costos directos de construcción.....	84
4.1.9.1 Control de costos por capítulos del presupuesto.....	89
4.1.9.2 Control de costos por actividades del presupuesto.....	90

4.1.9.3 Control de costos por insumos del presupuesto.....	92
4.1.9.4 Control de costos a partir de la mano de obra.....	93
4.1.9.5 Diseño del control de costos.....	93
4.2 ESTADO DEL ARTE.....	94
4.2.1 Sistemas de seguimiento y su eficacia para el control de costos en la construcción de proyectos.....	96
4.2.2 Bases de datos para la planificación inicial de costos.....	97
4.2.2.1 Planificación de los costos a partir de elementos de diseño.....	99
4.2.2.2 Requisitos para la base de datos de costos inicial.....	100
4.2.3 Elementos esenciales de diseño y gestión de costos.....	101
4.2.3.1 Objetivos, práctica y fase de diseño de la gestión de costos.....	102
4.2.3.2 Fase de diseño de la metodología para el control del presupuesto.....	104
4.2.3.3 El estimador (presupuestador) o ingeniero de costos.....	106
4.2.3.4 El Arquitecto diseñador y su relación con los costos.....	106
4.2.3.5 Consideraciones y responsabilidad del propietario con los costos.....	108
4.2.4 Los diseños de proyectos como parte integral del control de costos.....	109
4.2.5 Importancia de una precisa estimación de costos.....	110
4.2.5.1 Modelo de costos del proyecto.....	111
4.2.5.2 Información sobre los costos actuales del mercado.....	111
4.2.5.3 Revisión de intangibles en los costos del proyecto.....	111
4.2.6 Fortalecimiento del papel del consultor de costos de construcción.....	113
4.2.7 Gestión de costos de construcción.....	115
4.2.7.1 Planificación y gestión de costos de construcción <i>versus</i> estimación de costos.....	119
4.2.7.2 Elementos de ejecución del control en los costos de construcción.....	120
4.2.8 Alternativas de estimación conceptual de costos en proyectos de construcción.....	125
4.2.9 Los costos y la planeación de proyectos.....	136
5. TRABAJO DE CAMPO.....	140
5.1 MÉTODOLÓGIA.....	140
5.1.1 Cuestionario realizado a constructores.....	141
5.1.2 Cálculo y selección de la población finita y del tamaño de la muestra.....	142
6. RESULTADOS.....	158
6.1 DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	158
7 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA REALIZAR EL CONTROL DE COSTOS.....	190
7.1 DESARROLLO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	191
7.1.2 Factores inhibidores del control.....	193
7.2 METODOLÓGIA DE EJECUCIÓN DEL CONTROL DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBRA.....	204
7.3 DISEÑO DE FASES DE CONTROL, DIAGRAMA DE FLUJO, LISTA DE VERIFICACIÓN Y HERRAMIENTA EN MICROSOFT EXCEL PARA REALIZAR EL PRESUPUESTO Y EL CONTROL DE COSTOS DEL PROYECTO.....	209
8. CONCLUSIONES.....	250

9. CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES FINALES.....	254
10. BIBLIOGRAFÍA.....	255
ANEXOS.....	260

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Clasificación <i>AACE Internacional</i> , de los presupuestos, de acuerdo a su propósito y al grado de precisión esperado.....	43
Tabla 2. Matriz de clasificación de costos estimados para los procesos industriales con esfuerzo de preparación del presupuesto.....	45
Tabla 3. Características de la estimación de presupuesto clase 5.....	47
Tabla 4. Características de la estimación de presupuesto clase 4.....	48
Tabla 5. Características de la estimación de presupuesto clase 3.....	49
Tabla 6. Características de la estimación de presupuesto clase 2.....	50
Tabla 7. Características de la estimación de presupuesto clase 1.....	51
Tabla 8. Comparación de las prácticas de clasificación 1.....	52
Tabla 9. Comparación de las prácticas de clasificación 2.....	53
Tabla 10. Comparación de las prácticas de clasificación 3.....	54
Tabla 11. Estimación de lista de entrada y matriz de la madurez.....	55
Tabla 12. Resumen gerencial de los presupuestos de edificación y Urbanismo.....	57
Tabla 13. Contenido general de capítulos en los presupuestos de edificación y urbanismo, propuesta por el autor.....	58
Tabla 14. Contenido general de subcapítulos del presupuesto de edificación y urbanismo, propuesta por el autor.....	59
Tabla 15. Contenido general de capítulos del presupuesto, propuesta por Camacol.....	60
Tabla 16. Correspondencia entre los productos de construcción y entidades de los estándares <i>IFC</i>	61
Tabla 17. Actividades de construcción de acuerdo la estimación de costos en China.....	62
Tabla 18. Aplicación del concepto de varianza en una misma actividad.....	76
Tabla 19. Recibo de consumo de materiales.....	90
Tabla 20. Recibo de almacén.....	90
Tabla 21. Estadísticas de consumo de materiales.....	91
Tabla 22. Control presupuestal.....	91
Tabla 23. Informes de control presupuestal.....	92
Tabla 24. Factores que dificultan el control de costos.....	95
Tabla 25. Factores que dificultan el control del tiempo del proyecto.....	96
Tabla 26. <i>UNIFORMAT II</i> , relación con el <i>MASTERFORMAT</i> (FORMATO MAESTRO).....	121
Tabla 27. Representación de casos propuestos en proyectos, por espacio de aplicación y valor con la metodología de modelado.....	128

Tabla 28. Empresas seleccionadas afiliadas a Cámara de Comercio de Medellín.....	146
Tabla 29. Empresas seleccionadas afiliadas a Cámara de Comercio del Aburrá Sur.....	146
Tabla 30. Empresas seleccionadas afiliadas a Camacol (Antioquia).....	147
Tabla 31. Población finita de constructores afiliados a Cámara de Comercio.....	147
Tabla 32. Población finita de constructores afiliados a Camacol.....	148
Tabla 33. Total de empresas encuestadas.....	151
Tabla 34. Ficha técnica de la encuesta.....	157
Tabla 35. Perfil profesional del encuestado.....	160
Tabla 36. Años de experiencia laboral del encuestado.....	161
Tabla 37. Cantidad proyectos a cargo por encuestado.....	162
Tabla 38. Tipo de proyecto desarrollado.....	165
Tabla 39. Metodología para el control de costos.....	166
Tabla 40. Programa utilizado para realizar el control de costos.....	169
Tabla 41. Uso del presupuesto como herramienta de control.....	170
Tabla 42. Encargados de realizar el control de costos y origen del software.....	172
Tabla 43. Metodología para realizar el control de los costos directos del proyecto.....	174
Tabla 44. Costos adicionales por uso de software externo.....	176
Tabla 45. Uso específico del software para realizar el presupuesto y el control de costos.....	177
Tabla 46. Valor del software.....	179
Tabla 47. Frecuencia de las desviaciones del presupuesto.....	180
Tabla 48. Resultados del índice de importancia relativa (IIR) y factores correspondientes de inhibición del control de costos.....	182
Tabla 49. Resultados del índice de importancia relativa (IIR) y factores correspondientes de inhibición de la programación.....	183
Tabla 50. Medidas atenuantes para la tendencia común de los cambios en el diseño.....	194
Tabla 51. Medidas atenuantes para la tendencia común del presupuesto mal elaborado.....	195
Tabla 52. Medidas atenuantes para la evaluación incorrecta de la duración del tiempo del proyecto.....	198
Tabla 53. Medidas atenuantes para una realización incorrecta o deficiente del programa del proyecto.....	199
Tabla 54. Lista de las medidas de mitigación por falta de cumplimiento de los subcontratistas.....	201
Tabla 55. Lista de las medidas de mitigación para la complejidad de las obras.....	202
Tabla 56. Proceso de control de compras y alquileres.....	206
Tabla 57. Proceso de manejo y control de almacén e inventarios.....	207

Tabla 58. Proceso de administración y control de contratos.....	208
Tabla 59. Proceso de control de tesorería o contabilidad final en obra (pagos finales a proveedores).....	208
Tabla 60. Lista de verificación de los procedimientos del control de costos directos de construcción durante las diferentes fases del proyecto.....	217

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Descripción general de la gestión de los costos del proyecto	28
Figura 2. Diagrama de flujo de procesos de estimación de los costos del proyecto	29
Figura 3. Diagrama de flujo de datos de determinación del presupuesto	30
Figura 4. Base de costo, gastos y financiamiento de costos (curva S)	30
Figura 5. Clasificación y división de la estructura de costos totales de construcción de un proyecto	33
Figura 6. Estructura general de organización del presupuesto	57
Figura 7. Curva de costo directo	73
Figura 8. Curva de costo indirecto	73
Figura 9. Curva del costo del proyecto	73
Figura 10. Control de costos: entradas, herramientas y técnicas y salidas	79
Figura 11. Informe gráfico ilustrativo del rendimiento	82
Figura 12. Índice del rendimiento total (TCPI)	83
Figura 13. Descomposición funcional de elementos	99
Figura 14. Diagrama de flujo del control de presupuesto	104
Figura 15. Elementos esenciales de control de presupuesto	105
Figura 16. Limitaciones de los arquitectos	107
Figura 17. Ahorros potenciales de costos de construcción en relación con la etapa de diseño	120
Figura 18. Representación de casos propuestos en proyectos, por espacio de aplicación con la metodología de modelado	129
Figura 19. Proceso de simulación del proyecto con la simulación de Monte Carlo (MCS)	131
Figura 20. Población finita de empresas para determinar el muestreo	148
Figura 21. Campana de Gauss porcentaje de confiabilidad	153
Figura 22. Tamaño de la muestra representativa de empresas constructoras	156
Figura 23. Perfil profesional del encuestado	161
Figura 24. Años de experiencia laboral del encuestado	162
Figura 25. Años de experiencia <i>versus</i> proyectos a cargo por encuestado	164
Figura 26. Tipo de proyecto desarrollado	165
Figura 27. Proyectos de vivienda desarrollados en el Valle de Aburrá entre los años 2007 y 2011	166
Figura 28. Uso de software	168
Figura 29. Implementación del control de costos	168
Figura 30. Software utilizado	169
Figura 31. Uso del presupuesto como herramienta de control	171
Figura 32. Encargados de realizar el control de costos	172

Figura 33. Forma de adquisición del software.....	172
Figura 34. Metodología de control escogida.....	174
Figura 35. Costos adicionales por uso de software externo.....	176
Figura 36. Software utilizado para realizar el presupuesto.....	178
Figura 37. Software utilizado para realizar el control de costos.....	178
Figura 38. Utilización de software de acuerdo a su costo de uso.....	179
Figura 39. Frecuencia de las desviaciones del presupuesto.....	180
Figura 40. Resultados del índice de importancia relativa (IIR) y factores correspondientes de inhibición del control de costos.....	186
Figura 41. Resultados del índice de importancia relativa (IIR) y factores correspondientes de inhibición del control de costos (68 encuestados).....	187
Figura 42. Resultados del índice de importancia relativa (IIR) y factores correspondientes de inhibición de la programación.....	188
Figura 43. Socialización del presupuesto, el control de costos y la programación de obra en el proyecto.....	189
Figura 44. Calificación nivel de importancia del control de costos directos.....	189
Figura 45. Proceso de desarrollo de las medidas de mitigación y la propuesta metodológica.....	191
Figura 46. Diagrama de flujo de la propuesta metodológica del control de costos directos de construcción en sus diferentes fases.....	215
Figura 47. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto y control de costos - ventana de inicio.....	223
Figura 48. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de resumen gerencial de costos directos de edificación).....	224
Figura 49. Informe de resumen gerencial del presupuesto de costos directos de edificación.....	225
Figura 50. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de resumen gerencial de costos de urbanismo).....	225
Figura 51. Informe de resumen gerencial del presupuesto de costos directos de urbanismo.....	226
Figura 52. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de listado de capítulos).....	227
Figura 53. Informe del listado de capítulos del presupuesto de costos directos de edificación y urbanismo.....	228
Figura 54. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de listado de ítems – actividades).....	228
Figura 55. Informe del listado de ítems del presupuesto de costos directos de edificación.....	229
Figura 56. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de análisis unitarios).....	230
Figura 57. Informe del listado de análisis unitarios del presupuesto de costos directos de edificación.....	231
Figura 58. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de análisis compuestos – subanálisis de precios unitarios).....	232

Figura 59. Informe del listado de análisis compuestos (sub-análisis unitarios) del presupuesto de costos directos de edificación.....	233
Figura 60. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de listado general de insumos).....	233
Figura 61. Informe del listado de insumos del presupuesto de costos directos de edificación.....	234
Figura 62. Herramienta diseñada para realizar el control de costos (ventana de informe del control de costos por capítulos del presupuesto).....	235
Figura 63. Desviaciones del presupuesto inicial.....	236
Figura 64. Herramienta diseñada para realizar el control de costos (ventana de informe del control de costos - grafico curva S).....	236
Figura 65. Herramienta diseñada para realizar el control de costos (ventana de informe del control de costos por actividades del presupuesto).....	237
Figura 66. Herramienta diseñada para realizar el control de costos (ventana de informe del control de costos por insumos del presupuesto).....	238
Figura 67. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto y el control de costos (manual del usuario del presupuesto inicial y revisado).....	239
Figura 68. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto y el control de costos (manual del usuario del control de costos).....	239
Figura 69. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto y el control de costos (informe de invertido por capítulos del presupuesto).....	240
Figura 70. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto y el control de costos (informe de invertido por actividades con su respectivo corte de obra).....	240
Figura 71. Ejemplo gráfico de proyecto vivienda en <i>Autodesk Revit Architecture</i>	241
Figura 72. Selección de materiales para los elementos componentes de la edificación.....	242
Figura 73. Selección y definición de material de cubierta para la edificación.....	248
Figura 74. Cambio de especificación de material de cubierta en teja de barro.....	243
Figura 75. Definición de materiales de fachada.....	243
Figura 76. Reforma de fachada (adición de ventanería, disminución de mampostería, cambio de material de columna).....	244
Figura 77. Ejemplo gráfico de tablas de cuantificación de cantidades y costos de mampostería de proyecto vivienda en <i>Autodesk Revit Architecture</i>	245
Figura 78. Proceso grafico de realización del presupuesto y cubicación de cantidades en <i>Revit Architecture</i> con exportación a <i>Microsoft Excel</i>	247
Figura 79. Exportación de la tabla de cantidades y costos de <i>Revit Architecture</i> a <i>Microsoft Excel</i>	248

RESUMEN

Este trabajo presenta una propuesta metodológica para realizar los procedimientos del control de costos directos en proyectos de construcción inmobiliaria durante sus diferentes fases, menciona herramientas actuales de control presupuestal y prácticas para evaluar los datos obtenidos en la revisión del presupuesto, que facilitan la ejecución de proyectos con costos controlados y confiables. Así mismo, expone como pueden perjudicarse los costos directos de construcción, determinando los factores que afectan los presupuestos, sus proyecciones iniciales y los resultados finalmente obtenidos en el control. Igualmente propone e indica cómo realizar el seguimiento del presupuesto desde etapas iniciales del diseño, durante la ejecución y hasta la liquidación de los proyectos, logrando información oportuna con parámetros fácilmente verificables, que revelen oportunamente desviaciones existentes y permitan tomar acciones preventivas y correctivas sobre riesgos presentados por modificaciones y cambios de diseño, consiguiendo finalmente estimaciones de costos más precisas e identificación acertada de actividades que puedan perjudicar los objetivos económicos de los proyectos.

Palabras clave: control de costos, presupuesto, construcción, inmobiliaria, proyectos

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación identifica los procedimientos utilizados y metodologías deseadas por los profesionales para realizar el control de costos de construcción inmobiliaria en el Valle de Aburrá⁴; define los factores más representativos que afectan que dicho control se pueda efectuar adecuadamente, para lo cual se propone y documenta una metodología de ejecución del control, con el fin de optimizar y aportar procedimientos, basados en los hallazgos que de este estudio se derivaron y en la realidad actual del medio.

El cumplimiento y éxito del control de costos directos de construcción parte del control que se realice conjuntamente con los diseñadores desde la concepción del proyecto, y continua a lo largo del mismo con todo el equipo de trabajo profesional que en el proyecto interviene, utilizando además la principal herramienta para el control de costos como lo es el presupuesto de obra. En el medio, a pesar de la disponibilidad de diferentes técnicas de control y de software para el control de costos de proyectos de construcción, es difícil garantizar el cumplimiento de los objetivos de costos trazados inicialmente, debido a las particularidades de los proyectos mismos, a las diversas herramientas y formas que se utilizan, al contexto diferente en que se realizan y a la falta de definición de un patrón de control y de metodologías estandarizadas y documentadas entre los constructores del medio.

En cuanto a técnicas específicas utilizadas en el medio los trabajos encontrados no han profundizado este aspecto en particular, y tampoco sobre la importancia que tiene como garantía de éxito las estimaciones y el control de costos directos de construcción realizados desde la factibilidad misma de los proyectos inmobiliarios. Si bien, hay bibliografía que propone teorías, métodos y herramientas generales sobre los presupuestos de obra y el control de costos, no se encuentra mucha información que ilustre en la práctica cuando debe comenzar y cuáles son los procedimientos y metodologías específicas a seguir en la aplicación de un control sistemático y organizado durante todo el desarrollo de los proyectos.

En el marco de referencia de este trabajo y más específicamente en su marco teórico se definen los conceptos relacionados con la tarea de estimar o presupuestar un proyecto, variadas opiniones y estándares sobre el presupuesto de obra y el control de costos de construcción, asimismo se indica la necesidad esencial para que la gestión del control de costos comience siempre desde la fase de diseño de un proyecto, iniciando desde la fase conceptual del diseño, siguiendo en la etapa de estudios preliminares y posteriormente continuando en todo el

⁴ Los municipios pertenecientes al Valle de Aburrá, son: Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas.

proceso constructivo hasta su finalización, para garantizar así al propietario o promotor de un proyecto que el presupuesto no sobrepase sus expectativas en ninguna de las etapas de ejecución del mismo.

En el capítulo del estado del arte de este trabajo se exponen investigaciones realizadas en otros países, que han estudiado el tema específico de los controles de costos en los proyectos de construcción. En este capítulo del trabajo se describen objetivos, procedimientos y prácticas para la gestión y control de costos de construcción, indicando desde la fase de diseño la metodología que se debe realizar para el control eficaz del presupuesto, las funciones y responsabilidades del gerente de proyecto, del arquitecto diseñador, del constructor, del presupuestador o estimador, del controlador de costos, y en general, de todo el equipo de trabajo que participa en los proyectos y que particularmente intervienen en el control de los costos directos de construcción.

En la investigación se encontraron artículos internacionales principalmente en revistas científicas, que han tratado el tema del control de costos de construcción, estos generalmente han investigado las causas que han generado sobrecostos de construcción, son menores las investigaciones orientadas a estudiar las metodologías a utilizar en el control y la prevención de los sobrecostos, como lo ha expresado *Hemanta Kumar Doloi* (2011). No obstante, fueron halladas investigaciones que han estudiado las principales características y condiciones que se deben tener en cuenta en el control de costos de construcción en proyectos inmobiliarios.

Opina T. Warren Liao, et al., (2011), que la precisión de la estimación de costos es importante para el éxito de cualquier proyecto. La práctica general actual se basa en la experiencia de los profesionales del sector de la construcción, con la ayuda y asistencia de programas de computador y el uso de métodos de aprendizaje estadístico, como el razonamiento basado en casos o antecedentes de proyectos similares, los cuales son necesarios para el seguimiento y control del proyecto y para medir la desviación real respecto a los avances previstos, con el fin de tomar acciones correctivas para cumplir con el presupuesto y plazos del proyecto.

Igualmente una de las investigaciones más importante hasta el momento en este tema, ha sido principalmente dedicada a la identificación de las causas de los excesos de costos y tiempos y al establecimiento de medidas para disminuir los sobrecostos de construcción *Yakubu Adisa Olawalea y Ming Sun* (2010). Otros estudios sobre la gestión de costos y el control de presupuesto indican, que la capacidad de influir en el costos finales de un proyecto es mayor en la etapa de diseño, sin embargo existe mayor dedicación del control de costos durante la etapa de construcción, es importante establecer que esta actividad es esencial, no solo, durante la ejecución de los proyectos, sino también, que debe llevarse a cabo desde la fase de diseño inicial y planeación de los proyectos *Venkataramani Sundaram* (2008). Del mismo modo expone *Yin Guo-li*, (2010), que para obtener

el éxito en los costos de los proyectos, el seguimiento y su constante control son fundamentales, y que estos consisten en medir su estado, compararlo con el plan previsto, realizar análisis periódico de las desviaciones, y tomar las acciones preventivas y correctivas apropiadas durante todas las fases de construcción.

El diseño de la metodología del presente trabajo parte de la bibliografía consultada, la cual proporciona información que sirvió para construir un modelo de encuesta que finalmente fue diligenciada por 68 profesionales de empresas constructoras, y con la cual se obtuvieron datos y conceptos que sirvieron y fundamentaron la construcción de la propuesta metodológica, para realizar el control de costos directos de construcción inmobiliaria, y que a su vez contribuyeron para determinar los resultados, consideraciones y conclusiones finales de la investigación.

En el capítulo del trabajo de campo de esta investigación, se expone la metodología utilizada en la realización de dicho estudio. Se realiza un análisis inicial de la encuesta realizada a constructores, el cálculo y selección de la población finita y del tamaño de la muestra de la encuesta realizada. En este capítulo se investiga y filtra la información general necesaria de las empresas de construcción inmobiliaria del medio, para utilizarla en el cálculo de una muestra representativa de dichas empresas.

En el capítulo de los resultados del trabajo y a partir de la encuesta realizada, se presentan los conceptos y criterios generalizados de los profesionales en el medio sobre el tema de control de costos, se realiza el diagnóstico y análisis de dichos resultados, conceptos y criterios, obteniendo así los fundamentos necesarios para construir la propuesta metodológica. En este capítulo se logra un mejor conocimiento de la realidad general del medio en el tema de control de costos, a partir de la información aportada por los profesionales del sector de la construcción. Dicha información ayudó a obtener las primeras conclusiones del trabajo y sirvió para proponer, mejorar y complementar las metodologías actualmente utilizadas, con el fin de obtener mayor eficiencia de los estudios técnicos, de los diseños, de las especificaciones y de los presupuestos de los proyectos.

La propuesta metodológica para realizar el control de costos parte de los datos encontrados en las encuestas y el trabajo investigativo general. Esta se construye a partir de identificar las medidas de mitigación para evitar los problemas presentados por un deficiente control de costos. Igualmente se proponen las fases y procedimientos de control durante las diferentes etapas y actividades de un proyecto, acompañados de un diagrama de flujo y una lista de verificación que indican las tareas y la secuencia de los procesos necesarios a realizar en la práctica, identificando la etapa de control, el proceso necesario a controlar, la oportunidad, tiempo o momento de realizarlo, el responsable y el verificador final de tareas, quien coordina en definitiva el cumplimiento cabal de todo el proceso de

control de costos y que en última instancia aprueba o desaprueba la actividad verificada. Asimismo se diseñada una herramienta en Microsoft Excel que facilita la realización del presupuesto de obra y del control de costos, ya que estos se consideran elementos que deben estar oportunamente, bien definidos y alcanzados desde la concepción misma del proyecto para realizar un buen control.

Finalmente en este trabajo se presentan las conclusiones, consideraciones y recomendaciones generales finales que se derivaron de todo el proceso investigativo, las cuales tratan de dar respuestas a incógnitas halladas durante el desarrollo del trabajo y sirven de base para realizar nuevas investigaciones en el tema partiendo de los datos encontrados en este trabajo de grado.

El cumplimiento de los objetivos de este trabajo se da gracias a la asesoría constante del Profesor Luis Fernando Botero Botero, quien con su acompañamiento paciente, sugerencias, oportunos y constantes comentarios, logró dar las indicaciones necesarias para llevar a cabo todo el proceso investigativo, también al aporte que tuvieron los profesionales del sector de la construcción que durante el desarrollo del trabajo de campo de esta investigación compartieron y participaron con su conocimiento del medio y de las labores de control de costos de construcción inmobiliaria, aportando sus valiosas experiencias, conceptos y criterios.

1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En todas las empresas constructoras, independientemente de su tamaño, se deben realizar acciones que permitan minimizar los riesgos económicos asociados con el control de costos directos de construcción, de tal manera que los proyectos que estas ejecuten puedan realizarse manteniendo sus costos controlados. Para esto la planeación de un programa de ejecución del presupuesto con un adecuado control sobre los costos directos de construcción es trascendental para garantizar el éxito integral de construcción de proyectos inmobiliarios.

Este trabajo en particular beneficia a todas las empresas dedicadas a la construcción de proyectos inmobiliarios, y en consecuencia a los profesionales del sector de la construcción dedicados a esta labor. Parte de la importancia y justificación de este trabajo radica en la divulgación y estructuración que se dan de los procedimientos que se deben tener en cuenta para emprender un proyecto de construcción inmobiliaria, lo cual contribuye finalmente al mejoramiento del control de costos y genera mayor certidumbre de los resultados y rendimientos económicos que finalmente se obtienen en los proyectos, optimizando el manejo de los recursos económicos del proyecto. Igualmente proporciona un fundamento sobre los aspectos más relevantes que deben ser tenidos en cuenta para disminuir las causas que perjudican las labores del control de costos directos en cualquier proyecto inmobiliario.

El control de costos es el instrumento, que posibilita tener la información suficiente y necesaria, para conducir el proyecto hasta su realización exitosa. Es importante por lo tanto en un proyecto inmobiliario, controlar los costos directos de construcción, para ello, es necesario utilizar metodologías y técnicas actuales de control, realizadas por personas especializadas en el tema, de tal manera que ejerciendo una revisión detallada de los costos, se pueda mantener los proyectos dentro de los límites previstos en el presupuesto de obra, ya que la toma de decisiones importantes que conducirán al éxito económico del proyecto dependerán en gran parte de un adecuado control de costos directos. Los resultados de este proyecto son entonces importantes finalmente, para todos los profesionales de la construcción que en el medio son responsables de la gerencia de proyectos, de la ejecución y administración del presupuesto, de la realización del control de costos, y se justifica además, porque en él se propone una metodología que busca orientar y facilitar las tareas de control de costos, mostrando las fases y procedimientos necesarios para realizarlo, concientiza a los profesionales del medio de la importancia que representa la labor del control de costos realizado con procedimientos que ofrezcan orden y organización en la secuencia de las tareas necesarias para llevarlo a cabo.

Para facilidad de interpretación a los profesionales del medio, en la metodología de control propuesta se presentan las diferentes fases de control de costos

mediante un diagrama de flujo y una lista de verificación, que muestra secuencialmente los procedimientos para mejorar dicho control y poder lograr proyectos económicamente exitosos que logren mantener y respetar los límites propuestos en el presupuesto inicialmente aprobado, mediante las técnicas de control presentadas y a partir del uso de la información que se deriva de la revisión del presupuesto de construcción. La importancia de que dichos procedimientos de control hayan sido escritos radica en que serán la memoria para los profesionales del sector de la construcción, en un medio donde dichos profesionales muchas veces carecen de esta información documentada debido a la falta de investigación, ayudando finalmente para que esto sirva de consulta para la revisión en la práctica de los diferentes procedimientos que deben ser tenidos en cuenta en la tarea periódica de la realización del control de costos directos de construcción en los proyectos inmobiliarios.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En algunos casos en el medio el desarrollo de los controles de costos de construcción se ha basado en la experiencia que los constructores han llegado a desarrollar en proyectos anteriores, es decir a partir de la repetición de prácticas que en ocasiones no son las más acertadas o carecen de los procedimientos adecuados. Es por esto que en algunos casos el control de costos directos se convierte en un proceso poco eficaz, al no contar con las metodologías, técnicas y herramientas de control requeridas.

Los costos directos de construcción constituyen la parte más representativa del costo total de un proyecto inmobiliario, pues estos pueden estar entre el 40% y el 70%⁵ del valor total del proyecto, por lo cual merecen especial atención y control bajo una metodología verificable, fundamentada y segura. El éxito en un proyecto inmobiliario depende en gran medida de un presupuesto de construcción preciso y que esté acorde con los diseños y especificaciones, siendo fundamental para esto la experiencia y el conocimiento de quien lo elabora, la responsabilidad y compromiso del constructor que lo ejecuta, revisa e interpreta, y del encargado de controlarlo.

Son varios los actores que deben conocer y aplicar metodologías y procedimientos adecuados y documentados que garanticen el éxito económico del proyecto durante sus diferentes fases. A partir de esta consideración surgieron entonces las preguntas. ¿Qué aspectos deben considerarse para proponer una metodología ordenada y detallada de control, que ayude a tener mayor certidumbre de los costos directos de construcción antes, durante y hasta la culminación de los proyectos? y ¿Cómo identificar y verificar las variables y parámetros que deben ser estimados y evaluados mediante el uso de diferentes técnicas y herramientas de apoyo para la revisión, dando mayor garantía de éxito económico en los proyectos?.

Es evidente que para los profesionales del sector de la construcción, el éxito económico de cualquiera de sus proyectos depende de tener una alta certidumbre del presupuesto de obra a ejecutar y del control que de este debe hacerse, y esto ha sido una tarea difícil en el medio, debido a la gran cantidad de variaciones que se afrontan durante la construcción de proyectos, originados por falta de diseños definitivos, disponibilidad limitada de recursos económicos, dificultades en los sitios de acceso y condiciones del lugar de trabajo, limitaciones del mercado y de

⁵ Estos porcentajes pueden variar de acuerdo al tipo de construcción, al valor del lote sobre el cual se construirá, a la incidencia de los costos indirectos, de comercialización y financieros, a las tendencias coyunturales del mercado, al precio de venta del proyecto y a las utilidades calculadas para que el proyecto sea exitoso en términos de rentabilidad (Juan Guillermo Consuegra, 2002:205. Oscar Borrero Ochoa, 2008:113. Diter R. Castrillón, Francisco Ochoa, Ricardo Castrillón, 2004:180-186).

oportunidades, complejidad de las obras, insuficientes controles que se realizan y falta de documentación de dichos procedimientos. De acuerdo a lo anteriormente expuesto, fue entonces necesario formular procedimientos documentados que complementen las técnicas actuales de estimación del presupuesto y control de costos en el medio.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo General

Proponer una metodología para realizar el control de los costos directos en la construcción de proyectos inmobiliarios, identificando las variables y parámetros que deben ser estimados y evaluados, teniendo en cuenta las diferentes técnicas y herramientas de apoyo para la revisión, con el fin de garantizar la toma acertada de decisiones gerenciales y el éxito económico en los proyectos inmobiliarios.

Objetivos Específicos

- Consultar criterios y conceptos para realizar el control de costos en los proyectos de construcción inmobiliaria, entre los profesionales del sector de la construcción en Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá⁶.
- Identificar y clasificar la información más importante que se debe estimar al momento de realizar el control de costos directos de construcción, y definir las etapas y procedimientos para su revisión durante las diferentes fases de un proyecto inmobiliario.
- Analizar los aspectos externos e internos a la construcción que puedan influir la estimación del presupuesto de construcción y que puedan afectar la proyección del presupuesto y la precisión del control de costos.
- Determinar las principales causas que originan desviaciones de costos y precisar cuáles son las más comunes durante la construcción de un proyecto inmobiliario.
- Diseñar una herramienta que permita con la aplicación de la metodología propuesta, la realización del presupuesto de construcción y del control de costos de manera práctica.

⁶ El Área Metropolitana de Medellín (oficialmente Área Metropolitana del Valle de Aburrá) es la entidad político administrativa que reúne nueve municipios de la Subregión Valle de Aburrá del Departamento de Antioquia. Su núcleo es Medellín (capital del Departamento) y los otros miembros son: Caldas, La Estrella, Sabaneta, Itagüí, Bello, Copacabana, Girardota, Barbosa (se incluye el municipio de Envigado).

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 Gestión de los costos del proyecto. En los últimos 50 años se ha buscado la estandarización de la gestión de proyectos, debido a esto surgió en los Estados Unidos, el *Project Management Institute, (PMI)*, como la institución reconocida internacionalmente para tal fin. El *PMI*, propone para la gestión de presupuestos y costos de proyectos en general el modelo de análisis de valor ganado⁷ (AVG) (Monsalve, Jaime y Rodríguez Carlos, 2009:1).

Según el *PMI* y su Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, 2008 (*Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide, Fourth Edition, 2008*), la gestión de los costos del proyecto (ver figura 1) incluye los siguientes procesos:

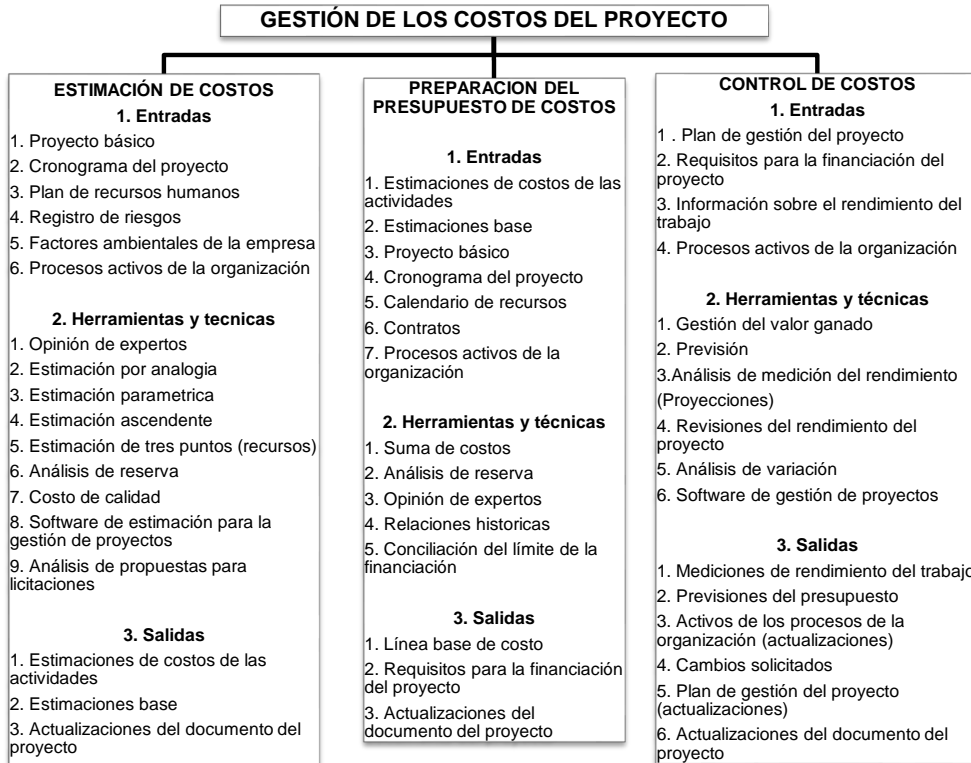
- **La estimación de costos.** Aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.
- **La preparación del presupuesto de costos.** Sumar los costos estimados de actividades individuales con el fin de establecer una línea base de costo.
- **El control de costos.** Influye sobre los factores que crean variaciones del costo y controla los cambios en el presupuesto del proyecto.

En algunos proyectos, especialmente los de menor alcance, la estimación de costos y la preparación del presupuesto de costos están tan estrechamente vinculados que se consideran como un proceso único, que puede ser realizado por una sola persona durante un período de tiempo relativamente corto. La posibilidad de influir sobre el costo es mayor en las primeras etapas del proyecto, y esa es la razón por la cual la definición temprana del alcance es crítica. El trabajo involucrado en la ejecución de los procesos de gestión de los costos del proyecto está precedido de un esfuerzo de planificación por parte del equipo de dirección del proyecto. Este esfuerzo de planificación es parte del proceso, desarrollar el plan de gestión del proyecto, produce un plan de gestión de costos que dispone el formato y establece los criterios para planificar, estructurar, estimar, preparar el presupuesto y controlar los costos del proyecto. (*Project Management Institute, 2008:165*). Según el *PMI* el plan de gestión de costos puede establecer:

⁷ El valor ganado es una técnica que mide el rendimiento de un proyecto desde el inicio hasta el cierre, y pronostica el futuro en base a rendimientos pasados, a través de indicadores, tomando como base la curva S, que es la línea de costos programada, cuya base para su elaboración en proyectos de construcción son las estimaciones de costos y rendimientos expresados a través de los análisis de precios unitarios (APU), por partida de obra. Monsalve Jaime Antonio, Rodríguez Carlos Monroy, (2009:1).

- **Nivel de precisión.** Estimación de costos de actividades ajustadas con establecidas cifras decimales según una precisión prescrita.
- **Unidades de medida.** Definición de las unidades usadas en las mediciones (horas, días, semanas, suma global, etc.), para cada uno de los recursos).
- **Enlaces con los procedimientos de la organización.** La EDT. (Estructura de desglose del trabajo), se usa para la contabilidad del costo del proyecto se denomina cuenta de control (CA). A cada una se le asigna un código vinculado de forma directa con el sistema de contabilidad de la organización ejecutante.
- **Umbrales de control.** Se definen umbrales de variación para los costos u otros indicadores (días por persona, volumen de producto) en puntos de tiempo durante el proyecto, para indicar la cantidad acordada de variación permitida.
- **Reglas de valor ganado.** Son: 1) Definición de las fórmulas de cómputo de gestión del valor ganado para determinar la estimación hasta la conclusión, 2) Establecimiento de criterios de crédito del valor ganado y 3) Definición del nivel de la EDT al cual se realizará el análisis de la técnica del valor ganado.
- **Formatos de informe.** Definición de formatos para los informes de costos.
- **Descripciones del proceso.** Documentación de las descripciones de cada uno de los tres procesos de gestión de costos. El esfuerzo de planificación de la gestión de costos tiene lugar al principio de la misma, para que el rendimiento de los procesos sea eficiente y coordinado. (*Project Management Institute, 2008:166*).

Figura 1. Descripción general de la gestión de los costos del proyecto

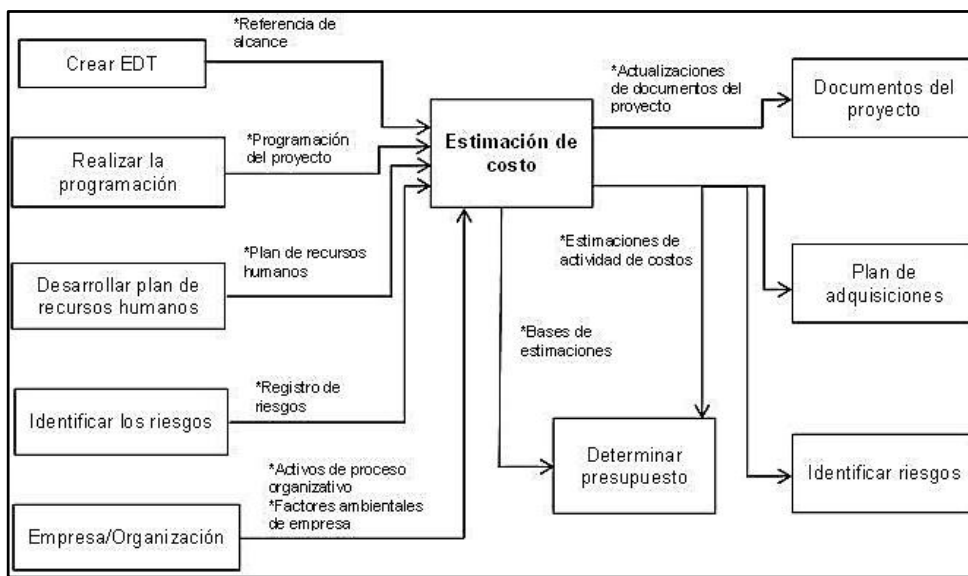


Fuente: elaborada con base en *Project Management Institute, 2008:167*.

4.1.2 Estimación de costos. Esta desarrolla una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar cada actividad, considerando las posibles causas de variación de las estimaciones de costos e incluyendo los riesgos posibles. Se considera si el trabajo adicional durante la fase de diseño tiene el potencial de reducir el costo de la fase de ejecución y de las operaciones de productos y se evalúa si las reducciones de costos esperadas pueden compensar el costo del trabajo adicional de diseño. Estas estimaciones generalmente se expresan en unidades monetarias para facilitar las comparaciones tanto dentro de los proyectos como entre los proyectos. La exactitud de la estimación de un proyecto aumenta a medida que avanza el proyecto a lo largo del ciclo de vida del proyecto, en la fase de iniciación se puede tener una estimación aproximada de orden de magnitud (*ROM*) en el rango de $\pm 50\%$. En una etapa posterior del proyecto y a medida que se tiene más información y detalles adicionales disponibles, las estimaciones pueden reducirse a un rango de $\pm 10\%$. Los costos

de las actividades se estiman mediante una evaluación cuantitativa de todos los recursos que se cargarán al proyecto. La mano de obra, los materiales, los equipos, los servicios y las instalaciones, así como categorías especiales tales como una asignación por inflación o un costo por contingencia (eventual). Si la organización ejecutante no tiene estimadores de costos de proyectos formalmente formados, el equipo del proyecto deberá proporcionar los recursos y la experiencia para llevar a cabo las actividades de estimación de costos del proyecto (ver figura 2). (Project Management Institute, 2008:168).

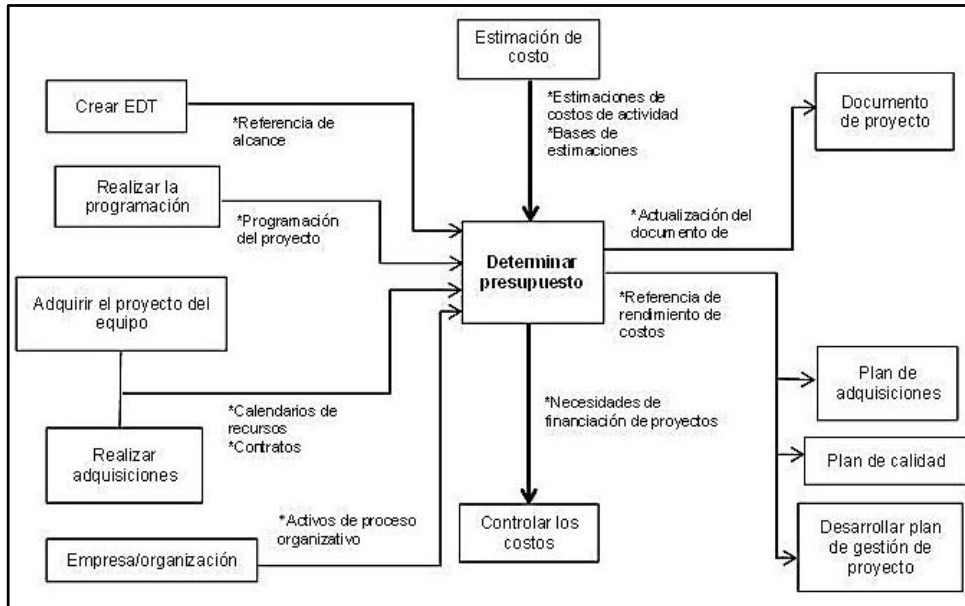
Figura 2. Diagrama de flujo de procesos de estimación de los costos del proyecto



Fuente: elaborada con base en Project Management Institute, 2008:169.

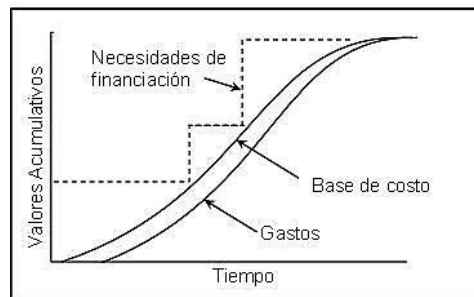
4.1.3 Preparación del presupuesto de costos. Implica sumar los costos estimados de las actividades del cronograma o paquetes de trabajo individuales para establecer una línea base de costo total, a fin de medir el rendimiento y controlar los costos del proyecto (ver figura 3). Las estimaciones de costos de las actividades o de los paquetes de trabajo se preparan con anterioridad a las solicitudes de presupuesto detallado y a la autorización de trabajo con el fin de medir los requisitos de base, gastos y financiamiento de costos (ver figura 4). (Project Management Institute, 2008:174).

Figura 3. Diagrama de flujo de datos de determinación del presupuesto



Fuente: elaborada con base en *Project Management Institute, 2008:175*.

Figura 4. Base de costo, gastos y financiamiento de costos (curva S).



Fuente: elaborada con base en *Project Management Institute, 2008:178*.

4.1.4 Costos de construcción. Estos son los que están relacionados con el proceso productivo y constructivo general de los proyectos de construcción, y donde se ven involucrados los costos de mano de obra, materiales, herramientas, equipos, subcontratos de ejecución de actividades del proyecto, costos comerciales, honorarios profesionales y pago de salarios, entre otros.

“Tradicionalmente se ha establecido una clasificación de costos del sector de la construcción donde se diferencian los costos de obra gestionados directamente por la empresa constructora y los costos del proyecto cuyo manejo corresponde a una de las actividades del gerente del proyecto.

Aunque existen diferentes enfoques en cuanto a su ordenación, es posible clasificarlos inicialmente en dos grandes grupos: a) costos directos de construcción y b) costos indirectos de construcción. Debido a que la forma tradicional de realizar presupuestos en el sector ha incluido los gastos generales como una categoría diferente a las anteriores, se consideran en esta clasificación inicial, aclarando que en algunos casos esto últimos han sido incluidos en los costos directos de construcción”. (Luis Fernando Botero, 2008:161-162).

➤ **Diferentes costos que se presentan en el planeamiento y ejecución de un proyecto inmobiliario:**

➤ **Terreno.** Para el cálculo del costo del terreno, es necesario considerar diferentes variable que condicionan su uso como son, aspectos sociales, intereses de capital, lucro cesante, valor de los estudios de propiedad, titulación e impuestos, topografía, tipo y calidad del suelo, normatividad y usos, definir el más alto y mejor uso del lote (el más rentable), realizar un estudio de mercado, revisar la viabilidad y normatividad del probable proyecto (análisis y modelación del proyecto acompañado de parte grafica), revisar la disponibilidad de redes de servicios públicos y sitios de conexión y las vías obligadas.

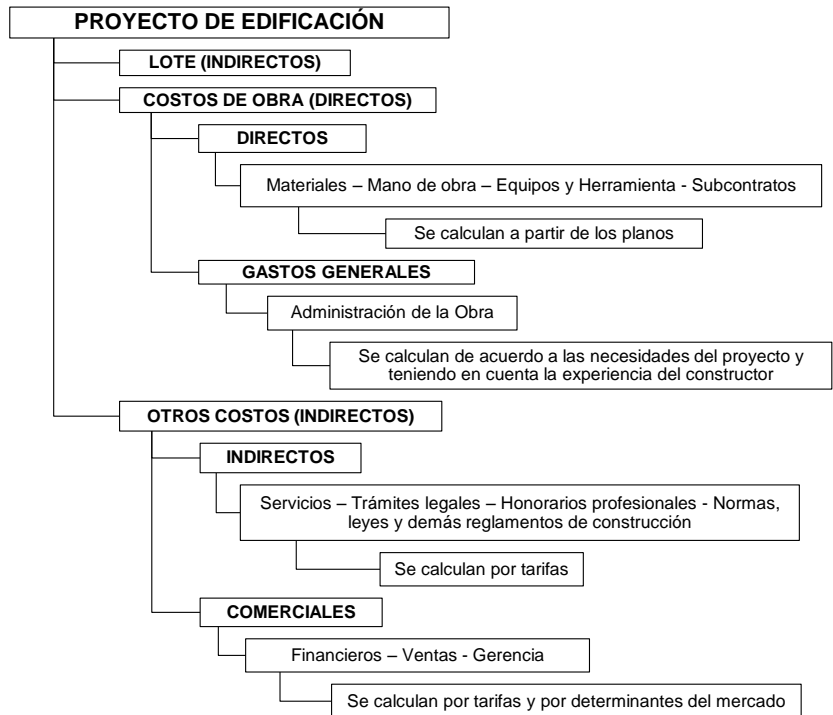
➤ **Gastos de preinversión.** Estos son, el levantamiento topográfico, el estudio de suelos, los estudios de factibilidad técnica, financiera y estudio de impacto ambiental entre otros.

➤ **Honorarios, asesorías, estudios y diseños.** Estos son necesarios para realizar todos los estudios técnicos profesionales previos para la planeación y durante la ejecución del proyecto como son el diseño arquitectónico, estructural, de instalaciones hidráulicas y sanitarias, de instalaciones eléctrica, de instalaciones especiales, instalaciones de gas, elaboración del presupuesto, la programación de obra y del reglamento de propiedad horizontal y los gastos generados por los honorarios de expertos consultores o asesores o de la interventoría del proyecto,

➤ **Gastos de construcción.** Son los que representan el pago de los subcontratos de ejecución de actividades de obra, el pago de la mano de obra, que ejecuta los procesos constructivos, el pago de los equipos, herramientas y materiales necesarios para llevar a cabo todo el proceso constructivo,

- **Gastos generales.** Comprenden los pagos de toda la estructura logística necesaria para la administración de la ejecución del proyecto, como son salarios de los profesionales encargados de administrar directamente el proceso constructivo, dotación de las instalaciones provisionales de la obra, secretaria, vigilancia, mano de obra por administración directa de la empresa constructora, pagos de pensiones y de servicios de salud, entre otros,
 - **Impuestos de construcción.** Son los costos presentados por concepto de alineamiento, permiso de ocupación de vías, licencia de construcción, aprobación del proyecto por parte de la autoridad competente (curaduría y planeación municipal), entre otros,
 - **Derechos de instalación de servicios públicos.** Son los pagos realizados por concepto de instalación de acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, teléfono y gas, a la entidad prestadora de servicios públicos del municipio correspondiente,
 - **Seguros y garantías.** Corresponden estos costos al valor de las pólizas de responsabilidad civil, estabilidad de la obra, seriedad de la propuesta, buen manejo del anticipo, cumplimiento del contrato, pago de prestaciones sociales, y seguros en general que se adquieran para la edificación.
 - **Gastos comerciales.** Son los costos necesarios para la promoción, venta asesorías de ventas y de comercialización del proyecto, publicidad del proyecto, gastos de escrituración y pago de intereses financieros.
- **Los costos de construcción dependiendo de su tipo se pueden dividir en:**
- **Costos directos.** Necesarios para construir cada elemento definido en los planos y especificaciones, como son los materiales, mano de obra, productos manufacturados, equipos y herramienta,
 - **Gastos generales.** Necesarios para administrar y coordinar el proceso como son los salarios u honorarios de profesionales que coordinen y dirijan el proceso de construcción, instalación, equipos, y personal necesario que permita desarrollarlo debidamente,
 - **Costos indirectos.** Son los que se generan por actividades de elaboración de diseños, estudios técnicos, derechos de conexión a redes de servicios públicos, impuestos y trámites legales asociados con la actividad constructora,
 - **Costos comerciales.** Necesarios para comercializar, coordinar y gestionar el proceso de ventas, entre estos se encuentran intereses de capital y sus costos asociados, comisiones y costos relacionados con las ventas, administración, gerencia y promoción del proyecto.

Figura 5. Clasificación y división de la estructura de costos totales de construcción de un proyecto



Fuente: elaborada por el autor.

Si es necesario simplificar la clasificación y división de la estructura de costos con el fin de hacer más práctico su uso, puede realizarse de la siguiente forma: los costos directos de construcción y los gastos generales del personal que directamente se desempeña en la obra forman parte de los costos directos, y los diversos costos indirectos, costos comerciales y el valor del lote se reúnen en los costos indirectos.

4.1.5 El presupuesto de construcción. Para la realización del presupuesto de construcción es necesario, realizar el análisis de los diferentes costos que se involucran en el proceso constructivo de un proyecto. Al tener definidos dichos costos, se puede realizar la valoración de cada uno de los elementos constitutivos necesarios para llevar a cabo la construcción, documentándolos de tal forma que se les dé un orden de acuerdo a las necesidades y especificidades del presupuesto del proyecto, es decir, ordenándolo por actividades, subcapítulos, capítulos o de manera resumida en un presupuesto paramétrico fundamentado en proyectos de similares características. Es necesario para el análisis del valor final

del presupuesto realizar la cuantificación y cubicación de todos los componentes y materiales necesarios y un análisis cualitativo y cuantitativo de los mismos, es decir una análisis que establezca de que componentes y características está compuesto un material o actividad y cuantas unidades de cada componente respectivamente serán necesarias para la ejecución de la construcción.

”En cualquier proyecto de construcción, independientemente de su tipología y magnitud, debe conocerse de manera anticipada su costo. Muchas decisiones, incluso la de llevar a cabo la ejecución del mismo dependen en gran medida de la evaluación económica y financiera del proyecto, proceso que se alimenta de un juicioso análisis de los costos de producción.

El objetivo del presupuesto de obra es, entonces, conocer de manera anticipada el valor de la ejecución del material del proyecto, que incluye consideraciones de múltiples aspectos, como cantidades y precio de materiales, costo de la mano de obra, valor de equipos y herramientas, personal directivo y de soporte, instalaciones provisionales necesarias entre otras.

Presupuestar es un proceso complejo, pues una obra de construcción está compuesta por cientos de piezas suministradas por múltiples proveedores y ensambladas por gran cantidad de especialistas, generalmente durante un largo periodo de tiempo y con influencias de factores externos que lo hacen poco predecible”. (Luis Fernando Botero, 2008:157).

4.1.5.1 Objetivos de un presupuesto de construcción. El objetivo general del presupuesto de construcción, es el de definir con la mayor precisión posible y de manera oportuna el valor que tendrá la realización de la construcción, estableciendo precios a partir de diseños y especificaciones y teniendo en cuenta, la valoración del mismo con precios actuales que el mercado de la zona donde se desarrollara el proyecto ofrece, es decir, la realización de un presupuesto corresponde al estudio detallado de las cantidades necesarias y especificaciones de cada una de las actividades a desarrollar, las cuales dependen de recursos como mano de obra, herramienta, equipo, materiales e insumos a los cuales se les debe asociar precios actualizados y reales, los cuales son importantes y necesarios para realizar un análisis inicial del costo del proyecto y llevar la ejecución al término especificado.

En un proyecto de construcción el presupuesto de costos directos se convierte en la herramienta inicial que sirve para el control y la asesoría para la evaluación económica constante del proyecto. Durante las fases previas a la iniciación del proyecto, y durante la ejecución misma es indispensable contar con dicha información y asesoría permanente para la evaluación y control económico del proyecto, ya que, a partir de la elaboración del presupuesto, puede obtenerse los flujos de fondos del proyecto, la información básica para la consecución de

créditos y financiación, los diferentes análisis de costos necesarios, la elaboración de pliegos de cargos en ofertas mercantiles y contratos, y la asesoría permanente en la evaluación de ofertas.

Según Hernando González, (2011:1) el primero de los objetivos de un proyecto, es determinar de manera anticipada, el valor del mismo con un grado de aproximación aceptablemente bueno y el otro aceptar un seguimiento que a manera de control, permita al interesado conocer paso a paso, de manera oportuna y eficiente, en cada etapa del proceso, la ubicación exacta del valor del proyecto en un momento específico y las desviaciones de costos presentadas. El presupuesto es uno de los estudios preliminares de planificación de proyectos, este puede ser utilizado como herramienta administrativa de control antes y durante su construcción.

4.1.5.2 Como presupuestar un proyecto de construcción. En un proyecto es necesario el estudio de los diseños, de las especificaciones y de las necesidades básicas por parte del equipo de trabajo, con el fin de generar un presupuesto preliminar que pueda servir de base para los estudios de factibilidad y para definir el presupuesto de ejecución. Se debe realizar el cálculo de cantidades de obra para cada una de las actividades establecidas en el presupuesto, de acuerdo con los planos de topografía, arquitectónicos, estructurales y complementarios.

La valoración de un presupuesto se realiza elaborando para cada una de las actividades los análisis de precios unitarios (A.P.U.) correspondientes, que sirven de base para la adjudicación de contratos y subcontratos de obra, indicando la incidencia unitaria de cada uno de los recursos como: materiales, mano de obra y equipos. El presupuesto de obra debe ser realizado con los precios de la fecha en la cual se hace el estimativo correspondiente, la cual debe ser indicada en el presupuesto.

Es importante organizar el presupuesto por capítulos, subcapítulos, actividades, análisis unitarios, subanálisis unitarios, insumos y memorias de cantidades de obra, para poder obtener de este rápidamente la información necesaria. Asimismo es necesario durante el desarrollo del proyecto, realizar las modificaciones y actualizaciones necesarias que se requieran en el proyecto, que correspondan a cambios de diseños y a las variaciones presentadas.

Según Juan Guillermo Consuegra, (2002:20-21), presupuestar una obra es un proceso mediante el cual se establece de que está compuesta, es decir, la composición cualitativa, y cuantas unidades de cada componente existen o composición cuantitativa, para, finalmente aplicar precios a cada uno y obtener su valor en un tiempo y lugar determinado, lo cual se hace sometiendo el proyecto a diferentes tipos de análisis, como son:

➤ **Análisis geométrico.** En este se hace el estudio de planos para definir las actividades necesarias, su cantidad, el tipo y la cantidad de elementos, es decir, la cubicación de cantidades de obra con sus respectivos análisis unitarios.

En la cuantificación de cantidades de obra de acuerdo a lo propuesto por Hernando González Forero (2011:11), es preciso que estas sean:

- entendibles, para cualquier persona que desee consultarlas busque de manera sencilla la información necesaria.
- revisables, para poder hacer revisiones, ajustes o actualizaciones y para que sean manejables y medibles en un sistema de control de presupuesto,
- clasificadas, en sectores de proyecto para fácil identificación, revisión y análisis,
- coordinadas, con la modalidad de control presupuestal escogida para el proyecto y las actividades de la programación para el control de programación,
- ordenadas, por capítulos, etapas o por el sistema escogido para controlarlas.

Es necesario tener en cuenta en este análisis y en las actividades necesarias del presupuesto:

- la representatividad de la actividad en el proyecto y tipo de unidad en que será presupuestada,
- el grado de complejidad existente para desarrollar las actividades presupuestadas,
- la unidad de medida,
- la unidad de pago,
- la unidad de venta.

➤ **Análisis estratégico:** en este se define la forma de ejecutar, administrar y coordinar la logística del proceso productivo de construcción, lo cual genera actividades que deben realizarse y tienen un costo pero no están incluidas en planos. En este se involucra la experiencia y el criterio de cada constructor para desarrollar una estrategia de ejecución y organizar los procesos productivos del proyecto.

➤ **Análisis del entorno:** es la definición y valorización de los costos que no provienen de la ejecución física de actividades o de su administración y control, sino de requisitos de ley y requerimientos profesionales, de mercado, de la zona y el sitio donde se va a construir. Juan Guillermo Consuegra (2002:20-21).

4.1.5.3 Características de un presupuesto de construcción. Estas son necesarias para obtener los costos del proyecto y además para facilitar su uso como herramienta permanente de información y control. El presupuesto debe ser:

- **Sectorizado.** Con el fin de establecer costos por sectores de obra, de acuerdo al grado de avance y a las necesidades de control del proyecto.
- **Exacto.** Para dar seguridad y buena aproximación de las actividades presupuestadas, con el fin de obtener alta confiabilidad para realizar el control del mismo.
- **Dinámico y ágil.** Que permita ser ajustado en la medida que se requiera durante la ejecución misma del proyecto, ajustándose fácilmente en cantidades, especificaciones y valores de acuerdo a las necesidades de la construcción.
- **Controlable.** Que permita ejercer un control presupuestal, antes y durante la ejecución del proyecto, de tal manera que evidencie eficazmente y oportunamente las desviaciones o variaciones de costos que el presupuesto pueda presentar. (Hernando González 2011:1-2).

4.1.5.4 Procedimiento y etapas para elaborar un presupuesto de construcción.

- **Consultoría preliminar.** Consiste en el acompañamiento al contratante, propietario o promotor del proyecto durante la etapa de planeación del mismo, y puede hacerse desde el momento de la idea de la edificación a construir o desde el momento en que se concibe el anteproyecto arquitectónico, hasta la definición del proyecto. El objetivo de este acompañamiento es indicar un estimativo global o paramétrico del posible costo del proyecto utilizando para ello los datos generales sobre áreas y especificaciones técnicas y los datos históricos o estadísticos indicados por entidades especializadas o por la información propia de edificaciones construidas con características semejantes a las de la edificación a construir.

Puede ser que el acompañamiento del presupuestador indique al contratante el tipo y magnitud del proyecto que puede ejecutarse con el capital disponible; o cuando se parte de un anteproyecto arquitectónico podrá formular recomendaciones técnicas que introducidas al proyecto lo hagan más eficiente en el aspecto económico sin que se pierdan los objetivos y requerimientos del propietario. Igualmente puede indicar la posibilidad de ejecutar el proyecto por etapas o la necesidad de financiación externa para la construcción de la obra.

Define Hernando González Forero (2011:4-8), que la estimación preliminar, en ocasiones se da antes de la compra del lote de terreno, es un estimativo aproximado, soportado en un esquema básico sin tener un primer anteproyecto arquitectónico y técnico, se realiza con base en algunos estimativos rápidos de experiencia y criterio en los que intervienen los conocimientos previos del sector, de la vocación de usos del terreno, de los valores aproximados de construcción,

del mercado, del producto en ese sector, etc. Generalmente es suministrado como un valor por m² de construcción promedio, discriminado como un valor por m² para edificios especificado por tipologías, como un valor por m² para comercio, como un valor por m² de parqueaderos, o para áreas construidas descubiertas.

➤ **Presupuesto preliminar.** Está enfocado al estudio de prefactibilidad económica, y es necesario para precisar con más detalle los siguientes aspectos:

- normas y decretos municipales y regionales teniendo en cuenta las proyecciones futuras,
- conocimiento del sector, del mercado y de expectativas de proyección futura,
- conocimiento de los conceptos y valores que repercutirán en el diseño, como especificaciones y características de materiales, mano de obra, recursos técnicos y económicos, y demás aspectos que puedan influir en el proyecto.

➤ **Presupuesto a nivel de anteproyecto.** Es normalmente logrado con los planos arquitectónicos generales básicos y con la siguiente información:

- estudio de suelos,
- estudio estructural y de cimentaciones,
- estudio eléctrico,
- estudio hidráulico y sanitario,
- estudios mecánicos,
- estudios de aire acondicionado, ventilación mecánica y calefacción
- impacto y estudio ambiental,
- paisajismo,
- otros estudios,
- especificaciones de los anteriores conceptos enunciados,
- disponibilidad de recursos económicos, mano de obra, materiales y equipos.
- impuestos e intereses de préstamos o financiamiento adquirido,
- flujo de ingreso por ventas, entre otros determinantes especiales.

Este presupuesto sirve para las siguientes aplicaciones:

- solicitud de crédito a la entidad financiera,
- es la base para establecer posibilidades de cambios y ajustes al proyecto definitivo,
- realizar compras de materiales y contratos que requieran gran anticipación,
- es la base para establecer aportes o ingresos de los diferentes recursos,
- es la base para elaborar el presupuesto definitivo del proyecto,
- definir socios y flujos preliminares de caja.

➤ **Presupuesto definitivo.** Este debe contener:

- ajustes y terminación del proyecto arquitectónico con sus respectivos planos y detalles constructivos,
- definición de todos los estudios técnicos,
- ajustes de cantidades de obra y especificaciones,
- actualización de precios,
- aspectos de flujos de recursos tanto de egresos como de ingresos.

Es necesario tener en cuenta en este presupuesto:

- variabilidad de los precios de materiales e insumos,
- variación de precios de acuerdo a la ley de oferta y demanda,
- variación de precios de mano de obra de acuerdo a su disponibilidad, ubicación del proyecto, clima, estrato, cliente, rendimientos, imprevistos,
- modalidad y técnicas de construcción,
- posibles errores aritméticos o de cuantificación.

Este presupuesto es aproximado, pues depende de varios factores que afectan sus precios y cantidades, y es temporal, si sus datos son modificados.

➤ **Ajustes posteriores al presupuesto.** Se realizan a partir del presupuesto definitivo, el cual puede ser ajustado, por cualquiera de las siguientes razones:

- desactualización de precios,
- cambios de especificaciones,
- cambios de cantidades de obra.

➤ **Actualizaciones de presupuesto.** Puede darse por las siguientes razones:

- pérdida de vigencia del presupuesto (sin haberse iniciado construcción)
- actualización justificada por cambios en precios, cantidades, diseños o especificaciones
- pérdida de confianza en el presupuesto como herramienta para control cuando no puede ser utilizado como base para la realización de contratos, debido a que las proyecciones realizadas no corresponden a la actualidad del presupuesto. Es entonces necesario actualizarlo cada vez que sea posible. (Hernando González, 2011:4-8).

➤ **Elaboración del presupuesto.** De la confiabilidad de los datos suministrados en los planos, diseños y especificaciones y del análisis de esta información depende en alto porcentaje la estimación del costo del proyecto. Si el presupuesto se elabora a partir de anteproyectos tendrá un carácter temporal ya que pueden existir cambios de forma, diseño, cantidad o calidad y será necesario ajustarlo. Si el presupuesto se elabora a partir de un proyecto definitivo tendrá el carácter de

valor final o propuesta económica para la construcción de la edificación; pero igualmente podrá estar sujeto a variaciones debidas a reformas en los planos que impliquen mayores cantidades de obras de los ítems ya previstos (obra adicional), por la aparición de ítems no contemplados inicialmente en el proyecto (obra extra), por cambios en las condiciones para desarrollar la obra, por cambios en el programa de trabajo y por variaciones en los precios del mercado por efectos de la inflación, entre otros.

➤ **Definición de los ítems de construcción.** Es la elaboración del listado de actividades obtenido a partir del estudio de los planos y las especificaciones técnicas del proyecto.

➤ **Cálculo de las cantidades de obras o cubicación del proyecto.** Para cada ítem se calcula la cantidad de obra que lo compone, a través de un sistema de medición directa, por el sistema inglés con formatos de cantidades, por el sistema de eje universal (cubicación de cantidades a partir de los ejes de elementos) o por cualquier otro sistema a partir de mediciones realizadas en los planos.

➤ **Evaluación del costo del proyecto.** De acuerdo con el tipo de presupuesto que se esté elaborando se aplica una técnica para evaluar los componentes del proyecto, de tal manera que permita la obtención y revisión del valor total del proyecto.

➤ **Alcances del presupuesto.** A medida que el proyecto avanza se definen con mayor precisión sus características, se contratan los estudios preliminares y definitivos, se decide la fecha de iniciación de la obra y se establece la forma como se ejecutaran los trabajos, y así, el presupuesto se va refinando y aproximando cada vez más al valor real que tendrá la obra.

4.1.5.5 Estimación de los presupuestos y costos de construcción. Existen diversas entidades internacionales que han realizado la clasificación de los presupuestos, de acuerdo a su propósito y al grado de precisión esperado. Una de las que frecuentemente estudia el tema es la *AACE International (The Association for the Advancement of Cost Engineering)*⁸. La *AACE International* (2005:1), define las clases de presupuesto, su grado de precisión y proporciona directrices para la aplicación de los principios generales de clasificación de estimaciones para el costo de un proyecto (estimación de costos que es usada para evaluar, aprobar y emprender proyectos). El sistema de clasificación de

⁸ *AACE Internacional* (la Asociación para la Promoción de la Ingeniería de Costos) fue fundada en 1956 por 59 peritos del costo y los ingenieros de costos durante la reunión de organización de la Asociación Americana de Ingeniería de Costos en la *Universidad de New Hampshire, en Durham, New Hampshire*. Actualmente la sede de la *AACE Internacional*, se encuentra en *Morgantown, West Virginia, EE.UU.*

estimación de costos marca las fases y etapas del proyecto estimando costos junto con una madurez genérica y calidad matriz que puede ser aplicada a través de una gran variedad de industrias. En esta clasificación se proporciona:

- una sección que define conceptos clasificados que se aplican en los procesos industriales,
- tablas que comparan prácticas de clasificación de estimaciones existentes en el proceso industrial, y
- tabla del mapa de la medida y madurez de la estimación de la información obtenida (definición de proyectos entregables) contra la clase de estimaciones.

Esta clasificación busca mejorar las comunicaciones entre todas las partes involucradas, preparando, evaluando, y usando estimación de costos específicamente para procesos industriales⁹.

Se entiende que cada empresa puede tener sus propios proyectos, proceso de estimaciones y terminologías, y puede clasificar estimaciones en formas particulares. La *AACE International*, proporciona una clasificación genérica y generalmente aceptado sistema de clasificación para procesos industriales que pueden ser usados como una base para comparar presupuestos, para que cada usuario de esta clasificación pueda mejorar la evaluación, definición y comunicación de sus propios procesos en relación al costo. La estimación de los costos cubierta por esta clasificación incluye la ingeniería, la producción y la construcción. Esta clasificación está basada en las prácticas de un amplio rango de compañías en los procesos referencias y estándares industriales publicados en el mundo. Las clasificaciones son revisadas por la *AACE International* y por el Comité Internacional de Estimación de Costos (*ASTM International*¹⁰), para identificar características comunes (*AACE International 2005:1*).

➤ **Presupuesto clase 5.** Se denomina “Orden de Magnitud”, porque para elaborarlo solo se requiere experiencia y criterio en el objeto de la obra por ejecutar, sin que existan mayores detalles sobre la misma como planos y especificaciones (0 a 2% según la *AACE International*), ni intervengan muchos cálculos en la cifra que se asigna, dicho presupuesto se hace con base en un

⁹ La *AACE International*, utiliza el termino procesos industriales para incluir empresas involucradas con la fabricación y producción de químicos, petroquímicos e hidrocarburos procesados.

¹⁰ Desde su establecimiento en 1898 en Estados Unidos, La *ASTM International* es una de las organizaciones de desarrollo de normas internacionales más grande del mundo. Anteriormente conocida como la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (*ASTM*), es un líder reconocido a nivel mundial en el desarrollo y la entrega de las normas internacionales de consenso voluntario. Hoy en día, unas 12.000 normas *ASTM* se utilizan en todo el mundo para mejorar la calidad del producto, mejorar la seguridad, facilitar el acceso a los mercados y el comercio, y fomentar la confianza de los consumidores. Más de 30.000 de los mejores expertos técnicos en el mundo y profesionales de negocios que representan a 135 países trabajan con la más avanzada infraestructura electrónica de la *ASTM* para entregar métodos de prueba, especificaciones, guías y prácticas para las industrias y gobiernos de todo el mundo.

análisis rápido y antecedentes de obras anteriores similares para elaborar una aproximación de costo basada en la similitud de un proyecto con otro, esta cifra es un buen punto de partida inicial para formarse una idea del valor aproximado inicial y de la magnitud del trabajo a realizar pero se debe tener prudencia en su resultado final, pues, como lo establece la misma *AACE International*, su grado de imprecisión puede fácilmente alcanzar porcentajes cercanos o superiores al 100% (*AACE International 2005:3*).

➤ **Presupuesto clase 4.** Denominado “Estimado”, en este se aplican cifras más precisas a cantidades de obra preliminares determinadas con diseños y especificaciones iniciales. Este tipo de presupuesto proyecta cifras más aproximadas que las resultantes en el presupuesto tipo 5, pero su grado de imprecisión sigue siendo notable (*AACE International 2005:4*).

➤ **Presupuesto clase 3.** Llamado “Preliminar”, se realiza en el momento en el que están listos los anteproyectos y la ingeniería básica (lo cual puede equivaler a un 40 % de definición del proyecto), en este se pueden refinar los cálculos de las cantidades de obra y elaborar los análisis unitarios principales, su imprecisión no debe superar el 30% del valor definitivo de la obra, por exceso o por defecto (*AACE International 2005:4*).

➤ **Presupuesto clase 2.** La *AACE International*, lo denomina “Definitivo”, este requiere hasta un 70% de definición del proyecto, incluye no solamente los detalles faltantes de obra sino todo lo relativo a su administración y manejo, así como también la utilidad esperada. Este tipo de presupuesto es generalmente el documento de licitación (*AACE International 2005:5*).

➤ **Presupuesto clase 1.** Llamado de “Ejecución”, consiste en un estudio detallado que se utiliza para elaborar las compras y ejecutar la obra con desviaciones que no superan el 10% por encima o el 15% por debajo de los valores reales de la obra, aun cuando, como lo acepta la misma *AACE International*, que el proyecto no tenga sino un 75% de definición. Este presupuesto es una refinación del tipo 2, donde se incluyen precios y cotizaciones que ya han sido negociados con proveedores y se tienen en cuenta plazos y circunstancias específicas de entrega y cantidades reales de obra (*AACE International 2005:5*).

Tabla 1. Clasificación *AACE Internacional*, de los presupuestos, de acuerdo a su propósito y al grado de precisión esperado.

CLASE DE ESTIMACIÓN	NOMBRE	NIVEL DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO Expresados como porcentajes de definición completa	PROPOSITO PARA EL CUAL SE UTILIZA	METODOLOGÍA Método normal de estimación	RANGO DE PRECISIÓN ESPERADA Variación normal de rangos (a) por defecto (por debajo) "Low" o por exceso (por encima) "High"
Clase 5	Orden de magnitud	0% al 2%	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión conceptual • Orden de magnitud • Pre inversión 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos paramétricos • Capacidad factorizada • Analogías • Buen juicio 	L:-20% al -50% H:+30% al +100%
Clase 4	Estimado	1% al 15%	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación conceptual • Estudio de factibilidad • Aprobación preliminar 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos factorizados • Modelos paramétricos 	L:-15% al -30% H: +20% al +50%
Clase 3	Preliminar	10% al 40%	<ul style="list-style-type: none"> • Estimativo para licitar • Iniciar ingeniería básica • Anteproyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos unitarios mayores • Estudios por capítulos 	L:-10%al -20% H:+10% al +30%
Clase 2	Definitivo	30% al 70%	<ul style="list-style-type: none"> • Cotización y licitación • Presupuesto básico 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios detallados de precios • Estudio por actividades 	L:-5% al -15% H:+5% al +20%
Clase 1	Ejecución	50% al 100%	<ul style="list-style-type: none"> • Detallado para compras y ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios finales • Cotizaciones definitivas • Listas de compras 	L:-3% al-10% H:+3%al +15%

Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:2).

➤ **Parametrización del presupuesto.** Según Juan Guillermo Consuegra (2002:25). "Para elaborar los presupuestos del tipo 1, 2 y 3 es necesario tener una adecuada base de información histórica y estadística que permita aplicar cifras conocidas a problemas constructivos con definiciones incompletas". Es necesario la práctica de las empresas constructoras de analizar los presupuestos que han sido exitosos y los que no lo hayan sido tanto, para recopilar y mantener información estadística que sirva para un modelo paramétrico de presupuesto, pues este debe ser un conjunto fundamentado y ordenado de suposiciones que permiten hacer evaluaciones de costo en etapas tempranas del ciclo de vida de un proyecto, cuando no existen muchos detalles acerca de su alcance, su tamaño o

su configuración. La utilización de modelos paramétricos de este tipo requiere alto grado de criterio y experiencia, porque un costo por metro cuadrado puede incluir una cantidad enorme de variables que le impiden ser generalmente aplicable a cualquier edificación. La cantidad misma de construcción, las especificaciones de calidad, el tamaño de las unidades de vivienda y sus componentes, el hecho de que existan sótanos y muchas otras circunstancias impiden utilizar estos modelos indiscriminadamente.

El modelo paramétrico más básico y conocido en Colombia es el de tamaño-tipología-costo, que permite obtener estimativos de costo para una edificación a partir de la tipología del proyecto específico, del área probable de construcción y del costo por metro cuadrado que se puede encontrar entre diferentes empresas privadas que realizan presupuestos de obra y publican dichos datos, como son Camacol y Construdata¹¹ entre otras (Juan Guillermo Consuegra 2002:25).

➤ **Clasificación de costos estimados para procesos industriales indicando el esfuerzo de preparación del presupuesto.**

Según la *AACE International (2005:2)*. Las cinco clases de estimación son presentadas en la tabla 2, en relación con las características identificadas. Solo el nivel del proyecto definido determina la clase estimada. Las otras 4 características son características secundarias que son generalmente relacionadas con el nivel del proyecto definido, las normas características son típicas para procesos industriales pero pueden variar de aplicación en aplicación en los proyectos.

¹¹ Herramienta informática de productividad para la construcción, que utiliza el concepto de información integrada para la planeación y el control de obras.

Tabla 2. Matriz de clasificación de costos estimados para los procesos industriales con esfuerzo de preparación del presupuesto.

CLASE DE ESTIMACIÓN	Características primarias	Características Secundarias			
	NIVEL DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO Expresados como porcentajes de definición completa	FIN DEL USO Normalmente propósito de estimación	METODOLOGÍA Normalmente método de estimación	RANGO DE PRECISIÓN ESPERADA Variación normal de rangos (a) por defecto (por debajo) "Low" o por exceso (por encima) "High"	ESFUERZO DE PREPARACIÓN Normalmente grado de esfuerzo relativo a índices de costos bajos 1(b)
Clase 5	0% al 2%	Concepto de selección	Modelos paramétricos factor de capacidad	L:-20% al -50% H:+30% al +100%	1
Clase 4	1% al 15%	Estudio de factibilidad	Equipos, factor o modelos paramétricos	L:-15% al -30% H: +20% al +50%	2 al 4
Clase 3	10% al 40%	Presupuesto de autorización y control	Unidades semi-detalladas con nivel de conjunto de línea de ítems	L:-10% al -20% H:+10% al +30%	3 al 10
Clase 2	30% al 70%	Control u oferta	Unidad detallada de costos con despliegue forzado	L:-5% al -15% H:+5% al +20%	4 al 20
Clase 1	50% al 100%	Control de estimación u oferta	Unidad de costos detallado con despliegue detallado	L:-3% al -10% H:+3% al +15%	5 al 100

Notas:(a) El estado de procesos tecnológicos y disponibilidad de referencias de aplicación de datos de costos que afectan marcadamente el rango. El +/- representa el valor normal de variación actual de costos del costo estimado después de la aplicación de contingencias (normalmente con un nivel de un 50% de confianza) para dar su alcance. (b) Si el rango del valor del índice es de "1" representa 0.005% de los costos de proyecto, entonces el valor del índice de 100 representa 0.5%. Estimar el esfuerzo de preparación es muy dependiente de la medida del proyecto y de la igualdad de los datos e instrumentos estimados.

Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:2).

- **Características de las clases de estimación.** Según la *AACE International* (2005:3). Estas indican la descripción detallada de las cinco clases de estimación y como se aplican en el proceso industrial en el que se presenta un orden establecido de estimaciones para la mayoría de las valoraciones. Estas descripciones incluyen breves descripciones de cada una de las estimaciones y las características que definen su cálculo. Para cada tabla la información proporcionada es:
 - Descripción. Incluye una corta descripción de la estimación, de la clase del sistema operativo, incluyendo un breve listado de las entradas de estimación calculadas con base al nivel de definición de proyecto.
 - Nivel de la definición del proyecto requerido. Expresa como un porcentaje la definición completa de las industrias del proceso, lo cual se correlaciona con el porcentaje de la ingeniería y el diseño completos.
 - Uso final. Incluye una corta reseña sobre el posible final de esta clase de cálculo.
 - Métodos de estimación. Es una lista de posibles estimaciones que pueden ser empleados para desarrollar una estimación de esta clase.
 - Rango de precisión estimada. Indica la variación típica en los rangos bajo y alto después de la aplicación de la contingencia, y significa una confianza del 90%, de que el costo real se sitúa en los límites de los rangos bajos y altos especificados.
 - Esfuerzo para prepararlo. Esta sección suministra un nivel típico de los esfuerzos para producir una estimación completa del esfuerzo estimado de preparación de una planta tipo de US\$20.000.000, el cual depende en gran medida del tamaño del proyecto, la complejidad del proyecto, las habilidades del estimador, su conocimiento, la disponibilidad de los datos y las herramientas de estimación.
 - Estándar de referencia *ANSI* (1989). Esta es la referencia que equivale a la estimación de la clase de estándares existentes en la *ANSI*.
 - Nombres, términos, expresiones y sinónimos alternativos de estimaciones. Esta sección proporciona nombres de uso común en una estimación de esta clase siendo conocida por nombres alternativos, y que no están respaldados por la práctica recomendada, se señala al usuario de la tabla que un nombre alternativo no siempre se correlaciona con la clase de petición de presupuesto como se indica en la tabla 3.

Tabla 3. Características de la estimación de presupuesto clase 5.

Estimación clase 5	
<p>Descripción: las estimaciones clase 5 son generalmente preparadas con base en mucha información limitada, después de tener amplios rangos. Algunas compañías y organizaciones que tienen seleccionado determinadas precisiones inherentes. Tales estimaciones no pueden ser clasificadas de manera sistemática y convencional debido a que la estimación clase 5, y los requerimientos de su uso final pueden ser muy limitados en la cantidad de tiempo y con pequeños esfuerzos costosos, algunos requieren menos de una hora de preparación. Frecuentemente poco más que el tipo de planta propuesto, la ubicación, y la capacidad que son conocidas en el tiempo de preparación de la estimación.</p> <p>Nivel de definición del proyecto requerido: del 0% al 2% de toda la definición del proyecto.</p> <p>Uso: la estimación clase 5 es preparada por cualquier número de estrategias de planeación de negocios propuestos, pero no limita los estudios de mercadeo, evaluaciones de viabilidad inicial, evaluación de esquemas alternativos, proyección del proyecto, estudio de localización del proyecto, evaluación de recursos y presupuestos necesarios, planificación de capital de largo alcance, etc.</p>	<p>Métodos de estimación usados: la estimación de clase 5 prácticamente siempre usa métodos de estimación estocásticos tales como curvas de costos/capacidad y factores, escalas de operación de factores, factores de <i>Lang</i>, factores de <i>Hand</i>, factores de <i>Chilton</i>, factores de <i>Peters-Timmerhaus</i>, factores de <i>Guthrie</i> y otros parámetros y técnicas de modelado.</p> <p>Rango de Precisión esperada: normalmente el rango de precisión esperada de la 5 clase de estimación esperada son de -20% al -50% en la parte baja, y +30% al +100% en la parte alta, dependiendo de la complejidad tecnológica del proyecto, de la adecuada información referida, y de la inclusión de una adecuada determinación de contingencia, dichos rangos pueden excederse en circunstancias inusuales.</p> <p>Esfuerzos de preparación (para proyectos de US\$20Millones): puede ser entre una hora o menos de 200 horas, dependiendo del proyecto y del método de estimación utilizado.</p> <p>Referencia de estándar ANSI Z94.2-1989: orden de magnitud estimada (normalmente -30% al +50%).</p> <p>Nombres, términos, expresiones y sinónimos alternativos estimados: proporción, estadio de beisbol, cielo azul, estudio de idea, perspectiva de estimación.</p>

Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:3).

Tabla 4. Características de la estimación de presupuesto clase 4.

Estimación clase 4	
<p>Descripción: las estimaciones clase 4 son generalmente elaborados en base a información limitada, pero posteriormente tienen altos rangos de precisión. Son normalmente usados para la proyección de proyectos, determinar su factibilidad, evaluar su concepto, y aprobar el presupuesto preliminar. Normalmente en ingeniería es del 1% al 15% y comprendería en un mínimo lo siguiente: capacidad de la planta, bloque esquemático, disposición indicada, diagramas de flujo para procesos principales del sistema y procesos preliminares de ingeniería y utilidad de equipos.</p> <p>Nivel de definición del proyecto requerido: 1% al 15% de todo el proyecto definido.</p> <p>Uso: las estimaciones clase 4 son elaborados por un numero de propósitos no limitados, como, planificación de estrategias detalladas, desarrollo de negocios, proyección del proyecto en más etapas desarrolladas, análisis alternativo de esquemas, confirmación de economía y técnicas de factibilidad y presupuestos preliminares aprobados o por aprobar para proceder a la siguiente etapa.</p>	<p>Métodos de estimación usados: las estimaciones clase 4 prácticamente siempre usan métodos de estimación estocásticos tales como curvas de costos/capacidad y factores, escalas de operación de factores, factores de <i>Lang</i>, factores de <i>Hand</i>, factores de <i>Chilton</i>, factores de <i>Peters-Timmerhaus</i>, factores de <i>Guthrie</i> y otros parámetros y técnicas de modelado.</p> <p>Rango de Precisión esperada: normalmente el rango de precisión esperada de la 4 clase de estimación esperada es del -15% al -30% en la parte baja, y +20% al +50% en la parte alta, dependiendo de la complejidad tecnológica del proyecto, de la adecuada información referida, y de la inclusión de una adecuada determinación de contingencia, los rangos pueden exceder y ser mostrados en circunstancias inusuales.</p> <p>Esfuerzos de preparación (para proyectos de US\$20Millones): normalmente solo 20 horas o menos de 300 horas, dependiendo del proyecto y el método de estimación utilizado.</p> <p>Referencia de estándar ANSI Z94.2-1989: presupuesto estimada (normalmente -15% al +30%).</p> <p>Nombres, términos, expresiones y sinónimos alternativos estimados: proyección, de arriba hacia abajo, factibilidad, autorización, factor, pre diseño, pre estudio.</p>

Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:4).

Tabla 5. Características de la estimación de presupuesto clase 3.

Estimación clase 3	
<p>Descripción: las estimaciones clase 3 son normalmente preparadas para formar la base de autorización de proyectos, la proporción y fundación. Normalmente, para el control inicial estimado contra todos los costos actuales y recursos que serán monitoreados. Normalmente para ingeniería es de 10% al 40%, comprendiendo como mínimo lo siguiente: procesos de diagrama de flujo, diagramas de flujo de utilidades, instalaciones de tuberías preliminares, y diagramas de instrumentos, desarrollo de dibujos (diseño), y esencialmente procesos de ingeniería completos y lista de equipos.</p> <p>Nivel de definición del proyecto requerido: del 10% al 40% de todo el proyecto.</p> <p>Uso: las estimaciones clase 3 son normalmente elaboradas para apoyar la solicitud de financiación completa del proyecto y se convierte en la primera de las fases del proyecto "control de estimaciones" contra todos los costos actuales y recursos que serán monitoreados para variaciones de proyecto. Son usados con el presupuesto proyectado hasta que sea reemplazado por más estimaciones detalladas. En muchas organizaciones la tercera clase de estimación puede ser la última estimación requerida y bien podría ser la única base de costos y programa de control.</p>	<p>Métodos de estimación usados: las estimaciones clase 3 normalmente involucran más métodos de estimación determinados que estocásticos. Normalmente involucra un gran grado de costos unitarios por ítem, aunque estos pueden en un nivel de detalles del conjunto más bien de componentes individuales y otros métodos estocásticos pueden ser usados para estimaciones en áreas menos significativas del proyecto.</p> <p>Rango de precisión esperada: el rango de precisión típica de la clase 3 se estima de -10% al -20% en la parte baja, +10% al +30% en la parte alta. Dependiendo la complejidad tecnológica del proyecto, información de referencia apropiada y la inclusión de contingencias adecuadas. Podría superar lo mostrado en situaciones inusuales.</p> <p>Esfuerzos de preparación (para proyectos de US\$20Millones): normalmente solo 150 horas o menos de 1500 horas, dependiendo del proyecto y el método de estimación utilizado.</p> <p>Referencia de estándar ANSI Z94.2-1989: presupuesto estimada (normalmente -15% al +30%).</p> <p>Nombres, términos, expresiones y sinónimos alternativos estimados: presupuesto, alcance, sanción, semi-detallado, autorización, control preliminar, concepto de estudio, desarrollo, estimación de la ingeniería básica y objetivo a estimar</p>

Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:4).

Tabla 6. Características de la estimación de presupuesto clase 2

Estimación clase 2	
<p>Descripción: las estimaciones clase 2 son generalmente preparadas para un análisis detallado de control de línea de base sobre la cual se controla todos los proyectos de trabajo en términos de costos y control de avance. Para los contratistas, esta clase de cálculos se utiliza a menudo como la "oferta" para establecer el valor estimado del contrato. Por lo general, la ingeniería es de 30% a 70% de avance, y comprenden como mínimo lo siguientes: diagramas de flujo, diagramas de flujo de servicios públicos, diagramas de tuberías e instrumentos, balances de calor y de materiales, plano del terreno final, planos finales de diseño, proceso de ingeniería completa y utilidad de los equipos y programas de motor, las cotizaciones de proveedores, planes detallados de ejecución de proyectos, recursos y planes de fuerza de trabajo, etc.</p> <p>Nivel de definición requerida del proyecto 30% a 70% de definición del proyecto completo.</p> <p>Su uso final: las estimaciones clase 2 se preparan típicamente como línea de base de control detallados de todos los costos reales y los recursos que serán monitoreados por las variaciones en el presupuesto, y forman parte del programa de control de cambios / variaciones.</p>	<p>Métodos de estimación utilizados: las estimaciones clase 2 implican siempre un alto grado de métodos de estimación determinista. En Clase 2 se preparan las estimaciones con gran detalle, y a menudo involucran a decenas de miles de artículos de unidad de la línea de costos. Para aquellos proyectos de las áreas aún por definir, un nivel supuesto de detalle puede ser desarrollado para su uso como elementos de línea en el presupuesto en lugar de confiar en los métodos de factorización.</p> <p>Precisión esperada serie: Rangos de precisión típica de las estimaciones clase 2 son -5% a -15% en la parte baja, y 5% a 20% en la parte alta, en función de la complejidad tecnológica del proyecto, la información de referencia apropiada, y la inclusión de una determinación de contingencia apropiada. Los márgenes podrían sobrepasar las cantidades indicadas en circunstancias inusuales.</p> <p>Esfuerzo de preparación (para proyectos de US\$20Millones): Por lo general, mínimo 300 horas o menos, y ocasionalmente más de 3.000 horas, dependiendo del proyecto y la metodología de cálculo utilizada. Las estimaciones de ofertas suelen requerir más esfuerzo, las estimaciones son utilizadas para efectos de financiación o propósitos de control.</p> <p>Referencia de estándar ANSI Z94.2-1989 Nombre: Estimación definitiva (típicamente -5% a +15%).</p> <p>Nombres alternativos estimación. Términos, expresiones, sinónimos: Control detallado, detalle de la fuerza de trabajo, la fase de ejecución, de control maestro, la ingeniería, la oferta, la oferta, el cambio estimado.</p>

Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:5).

Tabla 7. Características de la estimación de presupuesto clase 1.


Estimación clase 1	
<p>Descripción: las estimaciones clase 1 se preparan para las piezas discretas o secciones del proyecto total y no para generar en este nivel el detalle de todo el proyecto. Las partes del proyecto estimadas en este nivel de detalle por lo general serán utilizadas por los subcontratistas de las ofertas, o por los propietarios de las estimaciones de verificación. La estimación actualizada se refiere a menudo como la estimación actual de control real y se convierte en el nuevo punto de referencia para el control de costo / y el calendario del proyecto. La estimación clase 1, se estima que puede estar preparada para las partes del proyecto que manifiestan de una petición de presupuesto con precio justo o la oferta de comprobar estimación para compararla con un contratista en la estimación de la oferta, o para evaluar los reclamos de controversias. Por lo general, la ingeniería es del 50% al 100%, y comprenden prácticamente toda la ingeniería, diseño y documentación del proyecto y la ejecución del proyecto completo y los planes de puesta en marcha.</p> <p>Nivel de definición requerida del proyecto 50% al 100% de la definición del proyecto completo</p> <p>Su uso final: las estimaciones clase 1 suelen ser preparadas para formar una estimación actual de control que se utilizan como base de control final contra todos los costos reales y los recursos, ya que pueden ser monitoreados por las variaciones en el presupuesto, y formar una parte del cambio / y la variación del programa de control. Pueden ser utilizados para evaluar la comprobación de licitación, para el soporte del proveedor / y el negociaciones con el contratista, o para las evaluaciones de reclamación y de resolución de conflictos.</p>	<p>Métodos de estimación utilizados: las estimaciones clase 1 se basan en el grado más alto de los métodos de cálculo determinista, y requieren una gran cantidad de esfuerzo. En la Clase 1 se preparan las estimaciones con gran detalle, y por lo tanto generalmente se realizan sólo en las zonas más importantes o críticas del proyecto. Todos los artículos en la estimación de costo por unidad son generalmente los artículos de línea de base sobre las cantidades reales de diseño.</p> <p>Precisión esperada serie: <input type="text"/> Rango de precisión típica de la clase 1 son estimaciones de -3% a -10% en la parte baja, y 3% a 15% en la parte alta, en función de la complejidad tecnológica del proyecto, información de referencia apropiada, y la inclusión de una determinación de contingencia adecuada. Se dan márgenes que podrían sobrepasar las cantidades indicadas en circunstancias inusuales.</p> <p>Esfuerzo de preparación (para proyectos de US\$20Millones): la Clase 1 se estima requiere más esfuerzo por crear, son por lo general sólo para las zonas seleccionadas del proyecto, o para fines de licitación. Una clase completa de una estimación puede implicar mínimo 600 horas o menos, y ocasionalmente más de 6.000 horas, dependiendo del proyecto y la estimación y de la metodología utilizada. Las estimaciones de ofertas suelen requerir más esfuerzo, estas estimaciones son utilizadas para efectos de financiación o el control.</p> <p>Referencia de estándar ANSI Z94.2-1989 Nombre: Estimación definitiva (típicamente -5% a +15%)</p> <p>Nombres alternativos estimación. términos, expresiones, sinónimos: Con todo detalle, la liberación, la caída de espera, licitación, precio firme, hasta el fondo, el control final, detallado, detalle de la fuerza de trabajo, Fase de ejecución, de control maestro, precio justo, la estimación definitiva, orden de cambio.</p>

Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:5).

Las tablas 8, 9, y 10, proporcionan una comparación de la estimación de las prácticas de clasificación de las distintas empresas, organizaciones y diferentes fuentes publicadas, con respecto a las clasificaciones de referencia de la *AACE Internacional* (*AACE Internacional 2005:6-7*).

Estas tablas permiten a los diferentes usuarios comparar sus prácticas de clasificación.

Tabla 8. Comparación de las prácticas de clasificación 1.



<i>AACE Internacional</i> clasificación estándar	Norma ANSI Z94.0	<i>Pre - AACE 1972</i>	Asociación de Ingenieros de Costos (Reino Unido) ACoStE	Asociación Noruega de Gestión de Proyectos Asociación (NFP)	Sociedad Americana de Estimadores de Profesionales (ASPE)
Clase 5	Estimación del orden de magnitud -30 / +50	Estimación del orden de magnitud	Orden de magnitud estimación de clase IV -30 / +30	Concesión de estimación	Nivel 1
				Exploración de estimación	
				Estimación de factibilidad	
Clase 4	Presupuesto estimado -15 / +30	Estudio de estimación	Estudio de estimación de la clase III -20 / +20	Autorización de presupuesto	Nivel 2
Clase 3		Estimación preliminar	Presupuesto estimado de clase II -10 / +10	Estimación de control maestro	Nivel 3
Clase 2	Estimación definitiva -5 / +15	Estimación definitiva	Estimación definitiva de la clase I -5 / +5	Estimación actual de control	Nivel 4
Clase 1		Presupuesto detallado			Nivel 5
					Nivel 6


Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:6).

Se identificaron adicionalmente otras entidades que han estado involucradas en el tema de regulación, normalización y manejo del control de costos, con el fin de apoyar la metodología finalmente propuesta, como son la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Costos¹², actualmente llamada Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica, Financiera y de Costos (SMIEFC), compuesta en su mayoría por ingenieros civiles y arquitectos dedicados principalmente a la construcción de

¹² Según Leopoldo Varela "Ingeniería de Costos" es el arte de aplicar conocimientos científicos y empíricos para hacer conjeturas más realistas y estimar el importe de una construcción, así como de su control durante la obra.

edificaciones y vías terrestres, la *American Association of Cost Engineers* de Estados Unidos, que paso a ser la *AACE Internacional*, incluyendo los especialistas de Canadá, en la cual han prevalecido los Ingenieros Químicos, debido a que en Estados Unidos la estimación de costos se dio a partir de los costos de plantas industriales, e internacionalmente se encontró el *International Cost Engineering Council (ICEC)*, que agrupa a sociedades de especialistas de más de 33 naciones de los 5 continentes Leopoldo Varela, (2009:14).


Tabla 9. Comparación de las prácticas de clasificación 2.



AACE clasificación estándar	Principales productos de consumo de la empresa (confidencial)	Principales compañías petroleras (confidencial)	Principales compañías petroleras (confidencial)	Principales compañías petroleras (confidencial)
Clase 5	Clase S Estimación estratégica	Clase V Estimación del orden de magnitud	Clase A Perspectiva de estimación	Clase V
			Clase B Evaluación de estimación	
Clase 4	Clase 1 Estimación conceptual	Clase IV Detección estimado	Clase c Estimación de factibilidad	Clase IV
Clase 3	Clase 2 Semi-estimación detallada	Clase III Estimación de control primario	Clase D Desarrollo de estimación	Clase III
			Clase E Estimación preliminar	
Clase 2	Clase 3 Presupuesto detallado	Clase II Estimación de control maestro	Clase F Estimación de control maestro	Clase II
Clase 1		Clase I Estimación actual	Estimación actual	Clase I

Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:7).

Tabla 10. Comparación de las prácticas de clasificación 3.



<i>AACE International</i> Clasificación Estándar.	<i>J. R. Heizelman</i> de 1988 Transacciones AACE [1].	<i>K.T. Yeo,</i> Ingeniero de Costos, 1989 [2].	<i>Steven & Davis,</i> 1988 Transacciones AACE [3].	<i>P. Behrenbruck,</i> Diario de Tecnología Petrolera, de 1993 [4].
Clase 5	Clase V	Clase V Orden de magnitud	Clase III*	Orden de magnitud
Clase 4	Clase IV	Clase IV Factor de cálculo	Clase II	Estudio de estimación
Clase 3	Clase III	Clase III Oficina de presupuesto		Presupuesto estimado
Clase 2	Clase II	Clase II Estimación definitiva		
Clase 1	Clase I	Clase I Estimación final	Clase I	Control de estimación

Notas:

[1] *John R. Heizelman, ARCO Oil & Gas Co., 1988 AACE Transactions, Paper V3.7*

[2] *K.T. Yeo, The Cost Engineer, Vol. 27, No. 6, 1989*

[3] *Stevens & Davis, BP International Ltd., 1988 AACE Transactions, Paper B4.1 (* Class III is inferred)*

[4] *Peter Behrenbruck, BHP Petroleum Pty., Ltd., article in Petroleum Technology, August 1993*

Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:7).

➤ **Estimación de entrada y matriz de vencimiento.**

La tabla 11, muestra proyecciones de la madurez de la información de entrada del cálculo y entrega, contra los cinco niveles de clasificación de estimación.

Tabla 11. Estimación de lista de entrada y matriz de la madurez.

Datos generales del proyecto:	CLASIFICACIÓN DE LA ESTIMACIÓN				
	CLASE 5	CLASE 4	CLASE 3	CLASE 2	CLASE 1
Descripción del alcance del proyecto	General	Preliminar	Definida	Definida	Definida
Planta de producción / capacidad de planta	Asumida	Preliminar	Definida	Definida	Definida
Ubicación de la planta	General	Aproxi.	Definida	Definida	Definida
Suelos e hidrología	Ninguna	Preliminar	Definida	Definida	Definida
Plan integrado del proyecto	Ninguna	Preliminar	Definida	Definida	Definida
Proyecto de plan maestro	Ninguna	Preliminar	Definida	Definida	Definida
Escalada de estrategia	Ninguna	Preliminar	Definida	Definida	Definida
Estructura de división del trabajo	Ninguna	Preliminar	Definida	Definida	Definida
Proyecto de código de cuentas	Ninguna	Preliminar	Definida	Definida	Definida
Estrategia de contratación	Asumida	Asumida	Preliminar	Definida	Definida
Resultados de Ingeniería:					
Diagramas de bloques de flujo	S/P	P/C	C	C	C
Planos de la parcela		S	P/C	C	C
Diagramas de flujo de procesos (PFDs)		S/P	P/C	C	C
Utilidad de diagramas de flujo (UFDs)		S/P	P/C	C	C
Tuberías y diagramas de instrumentos (P&IDs)		S	P/C	C	C
Calor y material de los saldos		S	P/C	C	C
Proceso de la lista del equipo		S/P	P/C	C	C
Utilidad de la lista del equipo		S/P	P/C	C	C
Dibujo de la Línea eléctrica		S/P	P/C	C	C
Especificaciones y fichas técnicas		S	P/C	C	C
Dibujos de disposición general de equipos		S	P/C	C	C
Lista de piezas de repuesto			S/P	P	C
Dibujos mecánicos de disciplina			S	P	P/C
Planos eléctricos de disciplina			S	P	P/C
Instrumentación / sistema de control de dibujos de normas y métodos			S	P	P/C
Civil / Estructural / Lugar de dibujos de normas y métodos			S	P	P/C

Notas: El grado de cumplimiento está indicado por los siguientes parámetros.

- Ninguno (espacio en blanco): el desarrollo de los productos entregados no se ha iniciado.
- Iniciada (S): el trabajo sobre las entregas se ha iniciado y se limita a bosquejos, esbozo, o un nivel similar de terminación temprana.
- Preliminar (P): El trabajo en la entrega está avanzado provisional, el desarrollo puede estar a punto de finalizar, excepto para la revisión final y aprobación.
- Completo (C) la entrega ha sido revisada y aprobada, según corresponde.

Fuente: elaborada con base en *AACE Internacional*, recomendado de prácticas N°18 R-97 (2005:8).

4.1.5.6 Contenido general de un presupuesto de construcción de edificación y urbanismo.

➤ **Resumen del presupuesto.** En este se encuentra el valor total del presupuesto, el valor total discriminado de costos directos de construcción de edificación y urbanismo, los gastos de administración del proyecto, los imprevistos, el área construida del proyecto en edificación y urbanismo, y el costo por metro cuadrado de edificación y urbanismo (ver tabla 12).

➤ **Información adicional del resumen del presupuesto:**

➤ Empresa, es la razón social de la compañía o persona natural que presenta la propuesta económica.

➤ proyecto (obra), es el nombre del proyecto para el cual se realiza el presupuesto, especificando si es de edificación o de urbanismo,

➤ fecha, es la fecha actual en la que se elabora el presupuesto, y para la cual son vigentes los precios,

➤ Código, es la identificación del ítem, actividad o insumo presupuestado,

➤ unidad de medida, en la cual se computa o mide el ítem e insumos,

➤ descripción, indica el nombre detallado y específico del ítem o actividad,

➤ valor por unidad de medida (m²) de presupuesto, es la referencia del valor de construcción del proyecto presupuestado,

➤ valor total es el valor final o costo total del proyecto presupuestado,

➤ área construida, es el área construida del proyecto presupuestado.

➤ **Resumen por capítulos.** Es el listado de los capítulos componentes del presupuesto, su valor total y su respectivo porcentaje de incidencia en con respecto al valor total del presupuesto.

➤ **Resumen por subcapítulos.** Es el listado de los subcapítulos componentes del presupuesto, con el valor total de cada subcapítulo y respectivo porcentaje de incidencia con respecto al valor total del presupuesto.

➤ **Listado general de actividades (ítems).** Listado de las actividades componentes del presupuesto el valor total de cada actividad y su respectivo porcentaje de incidencia con respecto al valor total del presupuesto.

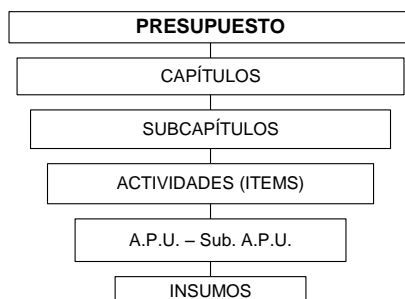
➤ **Listado de análisis de precios unitarios (A.P.U).** En estos se consignan los materiales, la mano de obra, la herramienta y el equipo necesario para presupuestar y ejecutar cada actividad del proyecto.

➤ **Listado de insumos:** es necesario para visualizar y ordenan los componentes específicos en los materiales del presupuesto.

➤ **Listado de subanálisis unitarios (Sub. A.P.U).** En esto se realiza los análisis de materiales compuestos como concretos, morteros, lechadas, etc.

➤ **Anexos (memorias de cantidades de obra).** Necesarios para realizar la revisión de las cantidades su cuantificación y composición cualitativa que soporta el presupuesto realizado, y para revisión de las consideraciones presentes en la elaboración de cada una de las cantidades y consulta de precios del presupuesto.

Figura 6. Estructura general de organización del presupuesto



Fuente: elaborada por el autor.

Tabla 12. Resumen gerencial de los presupuestos de edificación y urbanismo

RESUMEN GERENCIAL DE PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS (EDIFICACIÓN)	RESUMEN GERENCIAL DE PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS (URBANISMO)
PROYECTO: _____	PROYECTO: _____
EMPRESA: _____	EMPRESA: _____
GERENCIA: _____	GERENCIA: _____
CONSTRUCTOR: _____	CONSTRUCTOR: _____
COSTOS DIRECTOS: \$ _____	COSTOS DIRECTOS (U): \$ _____
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN (A): \$ _____	GASTOS DE ADMINISTRACIÓN (A) \$ _____
IMPREVISTOS (I): \$ _____	IMPREVISTOS (I): \$ _____
UTILIDAD (U): "OPCIONAL" \$ _____	UTILIDAD (U): "OPCIONAL" \$ _____
COSTOS TOTALES: \$ _____	COSTOS TOTALES: \$ _____
ÁREA CONSTRUIDA M ² : _____	ÁREA CONSTRUIDA M ² : _____
VALOR/M ² : \$ _____	VALOR/M ² : \$ _____
FECHA: <u>DD/MM/AAAA</u>	FECHA: <u>DD/MM/AAAA</u>

Fuente: elaborada por el autor.

4.1.5.7 Agrupación de capítulos del presupuesto.

A partir de la investigación se pudo establecer entre las empresas constructoras del medio, un criterio general de la organización y agrupación de capítulos y subcapítulos de los presupuestos. Generalmente este corresponde a un orden subordinado y cronológico de la secuencia en la ejecución. Las empresas utilizan las descripciones y códigos tanto de los capítulos como de los subcapítulos que más se acomoden a sus necesidades, y los profesionales de las empresas del medio pueden adaptarse fácilmente a un orden determinado del presupuesto, de acuerdo al proyecto específico que estén ejecutando. A continuación se presentan algunos ejemplos del contenido general del presupuesto de construcción.

Tabla 13. Contenido general de capítulos en los presupuestos de edificación y urbanismo, propuesta por el autor.

LISTADO GENERAL DE CAPÍTULOS DE UN PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS (EDIFICACIÓN)	
Código	Descripción - Capítulos
1	Excavaciones y Llenos (Preliminares)
2	Fundaciones y Muros de Contención
3	Estructura
4	Acero de Refuerzo
5	Mampostería
6	Impermeabilizaciones y Filtros
7	Cubiertas y Cielos falsos
8	Instalaciones Eléctricas
9	Instalaciones Hidráulicas
10	Puertas y Cerraduras
11	Revoques y Pañetes
12	Pisos - Enchapes y Zócalos
13	Carpintería
14	Pinturas y Enlucidos
15	Aparatos Sanitarios
16	Equipos Especiales
17	Obras Exteriores
18	Equipos y Varios
19	Obras Provisionales
20	Gastos Generales (edificación)
21	Imprevistos (edificación)

LISTADO GENERAL DE CAPÍTULOS DE UN PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS (URBANISMO)	
Código	Descripción - Capítulos
22	Excavaciones y Llenos
23	Redes de alcantarillado
24	Accesorios redes de alcantarillado
25	Acueducto
26	Vías y andenes
27	Redes eléctricas exteriores
28	Amoblamiento urbano (juegos infantiles - piscina - dotación urbana - otros)
29	Muros de contención (urbanismo)
30	Otros
31	Gastos generales (urbanismo)
32	Imprevistos (urbanismo)

Fuente: elaborada por el autor.

Tabla 14. Contenido general de subcapítulos del presupuesto de edificación y urbanismo, propuesta por el autor

LISTADO GENERAL DE SUBCAPITULOS DE UN PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS (EDIFICACIÓN)		
Código (Capítulo)	Código (Subcapítulo)	Descripción - Subcapítulos
01	1	Excavaciones (Preliminares)
	2	Llenos (Preliminares)
02	1	Fundaciones
	2	Muros de Contención
03	1	Estructuras
	2	Pisos y Rampas
	3	Formeletería
04	1	Acero - Barras de refuerzo
	2	Mallas de refuerzo
05	1	Muros
	2	Otros elementos de la mampostería
06	1	Impermeabilizaciones
	2	Filtros - Cañuelas - Otros
07	1	Cubiertas
	2	Cielos falsos
08	1	Salidas eléctricas
	2	Instalaciones adicionales (equipos especiales)
	3	Automatización
09	1	Instalaciones Hidrosanitarias
	2	Equipos especiales
	3	Redes de gas
10	1	Puertas
	2	Cerraduras
11	1	Revoques
	2	Pañetes
12	1	Pisos y Enchapes
	2	Zócalos
	3	Otros pisos
13	1	Carpintería Metálica
	2	Carpintería Madera
	3	Carpintería PVC
14	1	Pinturas
	2	Enlucidos (estucos y otros)
15	1	Aparatos Sanitarios
	2	Mezcladores - Griferías - Rejillas
16	1	Equipos especiales
	2	Electrodomesticos
17	1	Obras exteriores
	2	Varios exteriores
18	1	Equipos compra
	2	Equipos alquiler
19	1	Demoliciones
	2	Obras provisionales
20	1	Personal por administración y nómina
	2	Gastos generales varios (edificación)
21	1	Imprevistos (edificación)

Continuación tabla 14

LISTADO GENERAL DE SUBCAPÍTULOS DE UN PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS (URBANISMO)		
Código (Capítulo)	Código (Subcapítulo)	Descripción - Subcapítulos
22	1	Excavaciones (Preliminares)
	2	Llenos (Preliminares)
23	1	Redes de alcantarillado
24	1	Accesorios redes alcantarillado
25	1	Acueducto
26	1	Vías y andenes
27	1	Redes electricas exteriores
28	1	Amoblamiento urbano
	2	Muros de contención
	3	Otros
29	1	Personal por administración y nomina
	2	Gastos generales varios (urbanismo)
30	1	Imprevistos (urbanismo)

Fuente: elaborada por el autor.

Tabla 15. Contenido general de capítulos del presupuesto, propuesta por Camacol

Cod. Capítulo	Descripción
01	Preliminares
02	Subestructura
03	Construcciones livianas en seco
04	Mampostería
05	Recubrimiento de muros
06	Estructuras
07	Cubierta
08	Cielos rasos
09	Pisos y gradas
10	Entrepisos metálicos
11	Instalaciones sanitaria e hidráulica
12	Instalación eléctrica
13	Muebles y aparatos sanitarios
14	Carpintería de madera
15	Carpintería metálica
16	Equipos especiales
17	Cerrajería
19	Pinturas
20	Exteriores

Fuente: elaborada por el autor con base en Camacol¹³.

¹³ Estructura de capítulos de presupuesto suministrada por Camacol Antioquia, 2012.

En China, se estableció un modelo de requisitos de información para la estimación de los costos de construcción, que incluye información sobre aspectos de las actividades, expresados mediante el uso de la *IFC*¹⁴ estándar (ver tabla 16):

Tabla 16. Correspondencia entre los productos de construcción y entidades de los estándares *IFC*

N ° entidad <i>IFC</i>	Actividad del edificio
1IFC	Engramado
2IFC	Columnas
3IFC	Muros
4IFC	Pilas
5IFC	Barandillas, Pasamanos
6IFC	Rampas
7IFC	Escaleras
8IFC	Fundaciones
9IFC	Armaduras, pieza de acero (redes, soportes, armadura, soporte del techo, llave de la columna, rampa)
10IFC	Losas
11IFC	ventanas
12IFC	Puertas
13IFC	Barras de acero
14IFC	Plataforma de acero
15IFC	Rampa de vuelo
16IFC	Escaleras aéreas (metálicas)
17IFC	Aleros
18IFC	Entresuelo, capa de nivelación, la capa superficial, yeso, pintura, revestimiento, capa impermeable, anticorrosivo.

Fuente: elaborado por el autor con base en *Ma Zhiliang, et al., (2011:198)*.

La definición del estándar *IFC* de estimación de costos, sirve para ajustar y obtener información con división de los elementos del proyecto, este método de estimación de costos de construcción es ampliamente utilizado para la ejecución de los presupuestos en China. La lista de propiedades de costos y presupuestos que fijan dichos estándares chinos es la siguiente (ver tabla 17):

¹⁴ *IFC (Industry Foundation Classes)*, modelo de datos para describir cómo se construyen los datos de industria de la construcción. Es una especificación neutral y abierta que no está controlada por un solo grupo de comercializadores. Se trata de un formato de archivo basado en objetos con un modelo de datos desarrollado por *buildingSMART* (Alianza Internacional para la Interoperabilidad, *IAI*), para facilitar la interoperabilidad en la arquitectura, la ingeniería y la construcción (*AEC*), este, es un formato de uso general para *Building Information Modeling (BIM)*. La especificación del modelo *IFC* está registrado por la ISO como ISO / PAS 16739. Su enfoque en la facilidad de interoperabilidad entre plataformas de software en el gobierno danés ayudados además de Finlandia, ha hecho que el uso del formato *IFC*, sea obligatorio para los proyectos de construcción pública exigiendo el uso de software compatible con la *IFC* y el *BIM (Building Information Modeling)* en todos sus proyectos.

Tabla 17. Actividades de construcción de acuerdo la estimación de costos en China

Código	Descripción
1	Excavación manual
2	Excavación mecánica
3	Excavación en roca
4	Movimiento y transporte manual de tierra
5	Movimiento y transporte mecánico de tierra
6	Levantamiento de losa
7	Rellenos y nivelación
8	Llenos compactados
9	Drenajes
10	Extracción de agua por bombeo
11	Extracción de agua en puntos de pozos
12	Pilotes de concreto prefabricado
13	Tablestacas de conducción de acero / dibujo
14	Instalación de pilas de hormigón prefabricado
15	Hormigón colado en sitio
16	Arena-grava preparada y descargada en el lugar de la pila
17	Compactación del limo en suelo de pilas
18	Ladrillos base
19	Cimentación de hormigón en sitio
20	Columna de ladrillo
21	Columna en roca
22	Columna de hormigón en sitio
23	Transporte de hormigón
24	Columna de hormigón prefabricado
25	Transporte de componentes de hormigón prefabricado
26	Instalación de la columna de hormigón prefabricado
27	Columna del de Madera
28	Fabricación de columna en acero
29	Transporte de componentes de metal
30	Instalación de columna de acero
31	Muro en ladrillo
32	Muro hueco (calados)
33	Rellenos de muro
34	Muro en bloques
35	Cerramientos en muro
36	Muros en piedra
37	Muro de hormigón en sitio
38	Viga de hormigón en sitio
39	Viga de hormigón prefabricado
40	Instalación de viga de hormigón prefabricado
41	Viga de madera
42	Fabricación de vigas de acero
43	Instalación de vigas de acero
44	Losa de hormigón en sitio
45	Losa de concreto prefabricado
46	Instalación de losa de hormigón prefabricado
47	Hormigón prefabricado con armadura de techo
48	Instalación de armadura de la cubierta de hormigón prefabricado

Continuación tabla 17

49	Armadura de techo de madera
50	Fabricación de armaduras de acero del techo
51	Instalación de armaduras de acero del techo
52	Barra de acero en el hormigón en sitio
53	Barra de acero en el hormigón prefabricado
54	Estribos
55	Refuerzo en malla
56	Refuerzo pretensado
57	Alambre de acero pretensado / cadena
58	Transporte de barras de acero
59	Escalera de hormigón en sitio
60	Escalera de hormigón prefabricado
61	Escala de acero
62	Guía de corte de hormigón en sitio / pasamanos
63	Pasamanos de otros materiales y barandilla
64	Puerta de cuarterones / contrachapado
65	Puerta vidriera
66	Puerta especial / de fábrica / almacén
67	Puerta de aluminio / acero
68	Puertas de plástico
69	Puerta de acero
70	Ventana de madera
71	Ventana de aluminio / acero inoxidable
72	Ventana de plástico
73	Ventana de acero
74	Fabricación de otros componentes de acero
75	Instalación de otros componentes de acero
76	Componentes prefabricados pequeños y de hormigón en sitio
77	Componentes pequeños en concreto
78	Componentes pequeños de Madera
79	Andamios
80	Capa de entresuelo
81	Nivelación de entresuelo
82	Capa de aislamiento y preservación del calor
83	Superficie monolítica
84	Superficie de servidumbre
85	Techo de tejas
86	Techo de asfalto
87	Techo de membrana polimérica
88	Pintura del techo en cine
89	Impermeabilización en asfalto
90	Membrana de impermeabilización de polímero
91	Pintura de impermeabilizante de cine
92	Mortero de impermeabilización
93	Superficie de anticorrosión monolítica
94	Superficie de anticorrosión de aislamiento
95	Superficie de anticorrosión de servidumbre
96	Recubrimiento anticorrosivo

Continuación tabla 17

97	Enyesado general
98	Enlucido decorativo
99	Pintura aceite sobre la superficie de madera
100	Pintura aceite sobre la superficie de metal
101	Pintura aceite sobre la superficie de yeso
102	Pintura en aerosol
103	Pintura decorativa
104	Papel de colgadura.

Fuente: elaborado por el autor con base en *Ma Zhiliang, et al.*,(2011:203).

4.1.5.8 Valoración de imprevistos y desperdicios en un presupuesto de construcción.

➤ **Imprevistos.** Según Juan Guillermo Consuegra (2002:128-130). “Presupuestar una obra, es un complejo proceso de planeación, en el cual es imposible garantizar que están previstas todas las situaciones que la afectarán económicamente. La experiencia y el criterio del constructor, reunidas en una correcta técnica presupuestal, pueden minimizar las desviaciones; desde luego, pero a sus propios errores de juicio, es necesario agregar posibles fallas del personal auxiliar; inadecuado conocimiento de las condiciones locales en el sitio de la obra; deficiencias en planos o especificaciones, etc., que terminan produciendo presupuestos inferiores (o superiores, en algunos casos), a los gastos en que realmente debe incurrir la obra”.

Durante la construcción de un proyecto, pueden presentarse también situaciones anormales, como dificultades con el personal o los equipos, condiciones climáticas inesperadas, alteraciones del orden público, deficiencias en el suministro de servicios públicos, que no pueden clasificarse como problemas de fuerza mayor (contra los cuales existen defensas en los contratos y en las leyes), pero ocasionan extra-costos imposibles de prever. Estos factores de incertidumbre, han sido reconocidos por los constructores y se incluyen dentro de un presupuesto bajo el título de imprevistos, con un valor expresado como porcentaje del costo directo. No existen reglas para determinar ese porcentaje y este debe ser calculado de acuerdo a las especificidades del proyecto y al criterio del constructor, quien determina qué tan alto es su grado de incertidumbre o poco confiables los planos y especificaciones que recibió, o insegura su técnica presupuestal. Su valor mínimo, en la generalidad de los presupuestos, fluctúa entre el 3% y el 5% del valor de la obra.

Los imprevistos no deben confundirse con los desperdicios, es decir con un mayor consumo de materiales que se incorpora a cada análisis unitario de acuerdo a las

características del material y de su manejo en el proyecto, ni con los aumentos de costo de materiales y mano de obra, imputable a la inflación. El hecho de que los tres tipos de costos se calculen como un porcentaje no quiere decir que puedan confundirse, pues cada uno, tiene sus propios criterios de cálculo y su propia influencia en el presupuesto.

La *AACE International*, afirma que todo proyecto está sujeto a incertidumbre, porque puede sufrir amenazas que afecten adversamente los resultados, o puede encontrar oportunidades, o eventos que mejoran los resultados. Para hacer frente a las incertidumbres, debe incluirse en los presupuestos una partida para contingencias (imprevistos), la cantidad de presupuesto para enfrentar la posibilidad de dichas contingencias, se destina para darle relativa estabilidad al alcance del proyecto y de los supuestos en los que esté basado su análisis. Para poder determinar el valor de la contingencia, es indispensable contar con profesionales de amplia experiencia, que empleen análisis estadísticos para determinar los imprevistos, sin tener en cuenta en dichos análisis de imprevistos, casos de fuerza mayor, tales como huelgas, terremotos, etc. *El DOE (Department of Energy)* de Estados Unidos agrega, además, que los imprevistos no deben usarse como excusas para eludir la obligación de realizar un buen presupuesto (Juan Guillermo Consuegra 2002:128-130).

➤ **El factor desperdicio.** Expresa Hernando González Forero, (2011:21-23), que en cualquier proceso de fabricación, se debe contar con la incidencia de los desperdicios, la cual depende de diversos factores como:

- el desperdicio normal generado por recortes de un elemento prefabricado (madera, bloque ladrillo tuberías, láminas, etc.),
- originados por negligencia o desconocimiento del personal de obra,
- el que resulta al procesar un material que viene en bruto, por ejemplo al aserrar la madera, o al cernir la arena,
- generados por falta de control de calidad, al tener que repetir o corregir tareas mal ejecutadas,
- por la inadecuada manipulación del material en su transporte, descargue y ubicación en los respectivos sitios,
- por dificultades dadas durante la instalación para recuperar material sobrante,
- por la forma de instalación del material, aumentando por su diseño específico,

La cantidad de desperdicios de cada material puede ser estimable a partir de la experiencia y práctica de una actividad, y con un adecuado control detallado, al comparar la cantidad de pedidos y compras contra los consumos reales de obra.

➤ **La reutilización en obra de algunos insumos.** Algunos materiales de la obra, pueden ser reutilizados, por lo tanto sus costos dependerán mucho de la cantidad de utilidades que se pueda lograr de un mismo insumo.

- Las formaletas pueden ser reutilizadas. Su costo inicial puede ser repartido entre la cantidad de utilizaciones finales.
- La madera que es reutilizada en otros usos, por ejemplo, las tablas de un andamio, utilizadas como formaletas o como camino de las carretillas, como protección de un piso, como cerramiento, etc.
- En obras provisionales como el campamento o los cerramientos, su ladrillo, sus pisos, sus tejas, etc., pueden hacer parte o ser reutilizados total o parcialmente en la misma obra o de otra posterior.
- Estimativos de reutilización promedio de una formaleta de madera, a la cual se le aplica un desmoldante adecuado y se le da un trato cuidadoso:
 - formaleta de tabla ordinaria 2 cm. de espesor = 3 usos
 - formaleta en tabla ordinaria 3 cm. de espesor = 5 usos
 - formaleta en tabla cedro macho 3 cm. de espesor = 15 usos
 - formaleta armada en tableros con tabla ordinaria de 3 cm. de esp. = 15 usos
 - formaleta armada en tableros de cedro macho de 3 cm. = 40 usos (Hernando González Forero 2011:21-23).

4.1.5.9 Valoración del equipo, maquinaria y herramienta en un presupuesto de construcción.

- **Equipo maquinaria y herramienta.** Los equipos, maquinaria y herramienta, cuya utilización sea particular en localización y tiempo para una actividad específica, deben presupuestarse dentro de la misma, como uno de sus componentes de costo (tal como sucede, por ejemplo, con los vibro-compactadores, respecto a la compactación de pisos, en llenos o con los vibradores y las actividades de concretos). Al capítulo de gastos generales, o de equipos y varios, por el contrario, pertenecen los equipos que están al servicio de toda la obra, tales como: andamios, grúas, hidrolavadoras, torre grúas, malacates entre otros. Además, los recursos de maquinarias (trabajo de maquinaria) serán el resultado de la multiplicación de las máquinas por el tiempo que consumen. Ejemplo: horas por retroexcavadora.
- **Costos relacionados con el equipo.** Son los costos relacionados directamente con el equipo necesario para ejecutar la actividad objeto de análisis. Cada actividad tiene los requerimientos específicos de equipos de acuerdo con las condiciones definidas por los planos y especificaciones técnicas, las condiciones propias del sitio donde se llevará a cabo la actividad y las condiciones técnicas propias de la actividad.
- **Equipo pesado.** En el análisis de los costos del equipo pesado se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
 - determinar el tipo y la cantidad de equipo a utilizar en la ejecución de la actividad objeto de análisis,

- investigar en el mercado las condiciones de alquiler del equipo, como son la tarifa de alquiler, el plazo y el tiempo mínimo de disponibilidad y el rendimiento del mismo por unidad de tiempo de alquiler; o su precio con la modalidad de subcontrato de ejecución de unidad a ejecutar en obra,
 - determinar la cantidad de tiempo que se requiere el equipo y el valor del arriendo o compra del mismo utilizando la cantidad de obra a ejecutar, definiendo quien asume el valor de los transportes de los equipos si el arrendador (constructor) o arrendatario (proveedor),
 - definir si es más rentable adquirir el equipo comprado y al finalizar la obra recuperar su valor de salvamento por la venta depreciada como parte del proyecto o arrendarlo,
 - precisar con el proveedor si el valor acordado en arriendo incluye suministro de combustible, pago de operadores, ayudantes, mecánicos, reparaciones y mantenimiento, y tener en cuenta estos costos dentro del análisis de la actividad respectiva.
- **Equipo liviano.** En este se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
- determinar el tipo y la cantidad de equipo requerido para la ejecución de la actividad objeto de análisis,
 - investigar en el mercado el precio del alquiler del equipo y su rendimiento, ya que en estos casos este va ligado al rendimiento de la cuadrilla de mano de obra, debiendo tener una tarifa de alquiler del equipo coherente con su rendimiento,
 - con la cantidad de obra a ejecutar, el tiempo requerido para el equipo y el valor del arriendo, determinar que es más rentable, si comprar el equipo o arrendarlo.
- **Reparaciones y mantenimiento del equipo.** Durante su manipulación los equipos sufren deterioros y su mantenimiento preventivo reduce el costo de reparaciones futuras y la frecuencia de las fallas. Es recomendable considerar una partida en el presupuesto para esta tarea, la cual puede ser calculada mediante la depreciación por la siguiente fórmula:

$$\text{Depreciación (D)} = \frac{\text{Costo}}{\text{Vida útil del equipo}}$$

- **Herramienta menor.** El cálculo de este tipo de elementos (palas, picas, martillos, palustres, etc.) depende de los requerimientos máximos de personal que tenga la obra simultáneamente. Si se cuenta con una programación con barras de cada actividad (Barras de Gantt¹⁵) con sus duraciones de tiempo e indicando,

¹⁵ Es una herramienta gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto en forma de barras horizontales para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

además, el número de cuadrillas necesarias para poder cumplir con dichas actividades, el presupuestador podrá entonces analizar la forma como se desarrolla cada actividad y definir la cantidad de herramienta que utilizara cada cuadrilla, en la práctica (Juan Guillermo Consuegra 2002:114). Basándose en hechos históricos y estadísticos y con el fin de simplificar su cálculo la herramienta menor se ha calculado con base en un análisis por porcentaje estadístico, fundamentado en asignar a cada actividad entre el 5 y el 8% del valor de la mano de obra de dicha actividad en su respectivo A.P.U. como valor para la herramienta menor, lo cual equivale a asignar entre el 5 y el 8% del valor de la mano de obra de todo el presupuesto, si esta es presupuestada totalmente en una actividad independiente como herramienta menor. Es necesario tener en cuenta al momento de presupuestar dichos elementos que su calidad, suficiencia y grado de adecuación afectan la labor de la mano de obra. En síntesis para analizar los costos relacionados con la herramienta menor se pueden considerar aspectos como: un cálculo real o un cálculo por porcentaje estadístico.

4.1.5.10 Conceptos desarrollados en un presupuesto de construcción.

➤ **Actividad.** Una actividad es un procedimiento determinado, necesario y específico para alcanzar uno de los objetivos del proyecto, esta representa trabajo real que se deberá realizar, de tal forma que terminadas todas las actividades, se podrán medir y cuantificar para efectos de control de avance general del proyecto.

Para tener idea de la geometría de la obra, es conveniente que las unidades de medida de las actividades sean coherentes con su forma geométrica, o su dimensión más representativa. Por ejemplo, la actividad losa en concreto, se mide en metros cuadrados (m^2), la actividad columnas, se mide en metros lineales (ml) para columnas esbeltas, o en (m^2) o (m^3), si son columnas pantallas o de grandes secciones, la actividad marcos para puertas, por unidades (Un), lo cual beneficia entender con facilidad el contenido de materiales que existen en la unidad de obra de una actividad.

➤ **Subactividad.** Es el conjunto de los diferentes procesos (operaciones) que, ordenados, relacionados y vinculados en el tiempo, contribuyen a que una actividad sea ejecutada. Normalmente una subactividad está definida por la cuadrilla o persona que la realiza y su medida física la determina la clase de recurso que opera. En la actividad losa, existe la subactividad, colocación de hierro. Esta subactividad es realizada por una cuadrilla especializada y su unidad de medida está dada por kilogramos de hierro (kg). Entonces en la actividad losa (contenedor), está contenida la subactividad colocación hierro (contenido) y en dicha subactividad la cuadrilla especializada¹⁶, colocan una cantidad determinada de kilogramos de hierro.

¹⁶ Cuadrilla compuesta por el personal de las obras de construcción, que son encargados de

➤ **Operación.** Los procesos para ejecutar una subactividad son denominados operaciones. Por ejemplo, en la subactividad vaciado de concreto columnas, ocurren las operaciones: transporte de concreto, vaciado de concreto, vibrado de concreto, entre otras. En estas operaciones existe como característica común el manipular un mismo recurso material.

➤ **Tenor.** Es la relación entre la cantidad " q_n " del recurso material en una tarea n y la cantidad de obra " Q " a ejecutar en la correspondiente actividad. A este tipo de tenor se le designa tn . Es decir: $t_n = q_n / Q$. Los tenores son elementos fundamentales en el control, tanto en la planeación, como en la ejecución de una obra, y sirven para:

➤ revisión de cantidades de obra en la etapa de planeación. Cada vez que se calculan las cantidades de obra de las subactividades, puede encontrarse sus respectivos tenores. Los tenores proporcionan una aproximación de la veracidad de los cálculos, porque de acuerdo a la experiencia se establecen con estos parámetros determinados de los tenores en dichas subactividades,

➤ pedido de materiales en etapa de ejecución, cuando no se han elaborado las cantidades de obra de acuerdo a los planos y diseños, puede encontrarse la cantidad aproximada de un material mediante el empleo de tenores. Por ejemplo, si se conoce con antelación el tenor de acero para una losa (kilogramos acero/metro cuadrado de losa "Kg/m² losa",

➤ para determinar el valor de una actividad. Multiplicando los tenores de los materiales de las subactividades de una actividad, por sus respectivos precios y sumando los resultados, se obtiene el costo unitario teórico por materiales en dicha actividad. (Sergio Arboleda 2007:31).

➤ **Análisis unitarios.** El estudio de costos para la construcción de una actividad, debe definir todos los recursos necesarios como las cantidades de materiales (insumos) que la componen, la mano de obra o cantidad de tiempo que requiere un operario para realizarla y la herramienta y equipo necesarios.

➤ **Insumos.** Son los materiales y materia prima. Presupuestados de acuerdo a la actividad específica que vaya a ser ejecutada.

➤ **Mano de obra.** el costo de la mano de obra, aparece en diversas formas dentro de un presupuesto de construcción, generalmente es el que corresponde a los costos directos y proviene de la ejecución de trabajos de campo por parte del personal de obreros, personal de supervisión y apoyo del proyecto, que se incluyen como gastos generales del mismo y teniendo en cuenta, los valores de salarios, nóminas y costo de mano de obra del mercado de la zona. Para determinar el costo de la mano de obra, cada proyecto presenta sus propias determinantes y especificidades, que el presupuestador debe valorar

transportar, cortar, figurar, colocar y armar el acero en las estructuras de concreto reforzado.

particularmente.

4.1.6 El Presupuesto de construcción con relación a la programación de proyectos.

➤ **El presupuesto y la programación de proyectos en Colombia.** Según Hernando González Forero (2011:91-92), es de esperarse que el simple hecho de realizar una programación, inclusive con algún grado de detalle, implique, que como herramienta de trabajo pueda ser fácilmente utilizada para el control de costos, durante el proceso de ejecución del proyecto.

Es importante hacer énfasis, en la estrecha relación que deben tener el presupuesto y la programación de una misma obra, pues ambos estudios deben estar coordinadamente trabajando para un mismo objetivo, que no es otro que el llevar al proyecto hasta el final, de la manera más exitosa posible. Casi como norma general, existe una estrecha y directa relación entre el valor de una actividad y el tiempo para realizarla, al comprender el concepto de valor vinculado con la optimización de recursos.

Tanto el presupuesto como la programación y los controles, son herramientas concebidas con el único objetivo de sacar adelante, de la mejor manera posible, un proyecto. Cada una de estas herramientas debe ser diseñada y elaborada para que sirva a ese proyecto específico y cumpla con ese único propósito.

Un atraso o adelanto en el tiempo de las actividades de una construcción, repercuten necesariamente en los resultados de avance de otras actividades y de igual manera en los resultados económicos del proyecto. Lo mismo, que una afectación en los recursos de dinero, necesariamente conlleva a que la ejecución de las actividades se afecte inmediatamente. Es evidente, que el atraso en tiempo de una construcción, causa inmediatamente afectación por lo menos en los costos financieros del proyecto, así como una disminución de los recursos económicos del mismo e inmediatamente se refleja en la velocidad de avance de obra. (Hernando González Forero 2011:91-92).

Precisa Hernando González (2011:162), que la gran mayoría de las veces se encuentra que muchos constructores optan por manejar el control de los costos de cada actividad, desde el presupuesto del proyecto, o desde el flujo de caja del mismo. En una programación generalmente se registra una misma actividad, pero localizada en lugares o etapas diferentes de la obra, (por ejemplo, los pañetes de muros, estén programados para cada piso de la edificación) mientras que en el presupuesto, generalmente es un solo ítem que está sumando en cantidad, en valor y en recursos, todos los sitios donde esta actividad se encuentra. Por esto, si se quiere lograr un control presupuestal a través de la programación o del control de programación, es necesario realizar un presupuesto

sectorizado o por etapas, acorde a la programación, lo cual no solo es difícil de lograr, sino que por su volumen seguramente no es práctico en su manejo. (Muchos programas de software especializados tienen esta facilidad).

➤ **Relación entre el presupuesto y la programación de proyectos.** Según Hernando González Forero (2011:92-94), para sacarle el mejor provecho a la relación existente entre el presupuesto y la programación, existen diferentes técnicas que permiten obtener mediante la aplicación de variantes y utilización de diferentes conceptos, mayores ventajas a la utilización y coordinación de los recursos del proyecto. Estas técnicas son:

- optimización de recursos,
- nivelación de recursos,
- aplicación del concepto de varianza.

➤ **Análisis y optimización de los recursos, tiempo y, costos de un proyecto.** Es una relación directa entre la información de los costos de las actividades según el presupuesto, y la duración de las mismas. La selección del plazo adecuado para ejecutar el trabajo, muchas veces el cliente es quien lo establece y obliga con una sanción en dinero, una cláusula penal en un contrato, o presionando el cumplimiento del trabajo dentro de parámetros de duración. Es necesario tener en cuenta que existe una relación directa, entre el valor y el plazo de la actividad para desarrollarla. La suma de las actividades de una obra, está directamente relacionada con la duración de las actividades que conforman la ruta crítica de la programación. Por lo tanto a causa de la premura de las actividades críticas, las que no lo son y tienen holguras, se vuelven actividades críticas, ya que al agilizar el trabajo se elimina la holgura disponible. Cualquier alteración de la programación inicial debe realizarse afectando las actividades críticas, de manera eficiente, si se han de invertir mayores recursos para afectar un programa, debe hacerse en actividades de la ruta crítica del proyecto, si no es así, ese sobre costo posiblemente no afecte de manera favorable el fin buscado. La coordinación entre duraciones previstas en la programación, con valores del presupuesto, consolida eficientemente los estudios previos, como garantía de correcta ejecución.

➤ **Optimización.** Este proceso busca obtener la mayor utilidad, en el menor tiempo posible. Se conoce como Pert-costos, y es un método del que se puede obtener el mismo resultado con procedimientos o diagramas diferentes de ruta crítica. Los pasos a seguir para optimizar un proyecto, son los siguientes:

- realizar la red de ruta crítica y se identifican aquellas actividades que hacen parte de esta, para trabajar en ellas,
- seleccionar aquellas actividades críticas que tienen el menor valor en dinero en relación con su unidad de duración. (Ejemplo: menor valor por día de duración). Con el fin de rebajar duraciones, pero con el menor valor posible. Expone Luis Fernando Botero Botero, (2008:125) "el concepto de pendiente de costo directo se

refiere al costo unitario en el que se incurre, si se desea acelerar en una unidad de tiempo la duración del proyecto y se obtiene mediante la siguiente expresión de cálculo”:

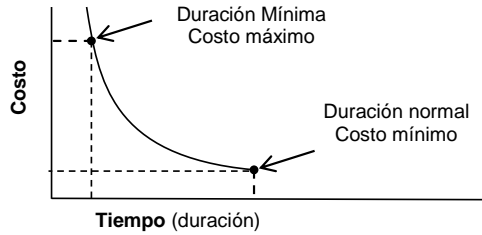
$$\text{Pendiente del costo directo} = \frac{\text{Costo máximo} - \text{Costo mínimo}}{\text{Duración normal} - \text{Duración mínima}}$$

- al reducir esas duraciones parciales, se hace necesario calcular nuevamente la red, con sus datos actualizados de duración y valor, repitiendo el proceso de las nuevas actividades críticas, con el mismo criterio de la selección anterior, hasta encontrar los fines buscados,
 - encontrar las duraciones que en condiciones normales pueden realizarse en menor tiempo,
 - encontrar diferentes posibilidades de precedencia entre las actividades críticas,
 - encontrar otras alternativas de trabajo simultáneo entre ellas o por lo menos traslapes más pequeños, etc.,
 - revisar la técnica o la metodología de la construcción, logrando los objetivos propuestos sin entrar a incrementar los costos del proyecto,
 - buscar diferentes fuentes de recursos humanos, materiales, herramienta, equipos y maquinaria, con el ánimo de lograr sin aumentar sus costos, los objetivos del proyecto. Si no es factible acomodarse a los parámetros restrictivos de plazos y de presupuesto, es necesario revisar el alcance y objetivos del trabajo, pues existe defecto de planeación que debe corregirse, para continuar el proyecto. (Hernando González Forero, 2011:92-94).
- **Curva de los costos directos.** Define Luis Fernando Botero Botero (2008:125), que los costos directos son todos aquellos en los que se incurre para ejecutar la actividad y que de una u otra forma quedan incorporados en el producto. En la construcción, los materiales mano de obra, herramienta y equipos, son considerados como costos directos.

Su comportamiento es inversamente proporcional a la duración de la actividad, es decir si se desea reducir el tiempo de ejecución de una tarea, los costos aumentan, ya que se incurre en la asignación de nuevos recursos (ver figura 7).

El punto de costos mínimos y duración normal, es donde la actividad es realizada con la asignación de un nivel normal de recursos. Generalmente es la duración estimada de la actividad, y a partir de este punto se pueden agregar más recursos a la actividad para rebajar su duración, pero aumentara el costo directo. El punto de costo máximo representa el costo máximo y duración mínima, es llamado también punto de falla o rotura, después del cual no es posible disminuir la duración de la actividad a pesar de asignar más recursos, después de este punto de falla, la curva se convierte en para lela al eje de costos, ya que estos pueden aumentar ilimitadamente. (Luis Fernando Botero Botero (2008:125)

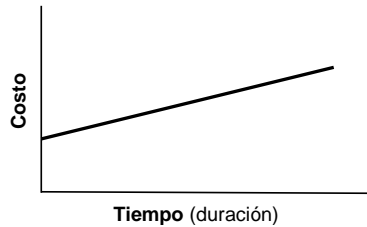
Figura 7. Curva de costo directo



Fuente: Luis Fernando Botero Botero, 2008:125.

➤ **Curva de los costos indirectos.** Expone Luis Fernando Botero Botero (2008:126), que todos aquellos costos asumidos para la ejecución del proyecto y que no se incorporan directamente al mismo, se consideran costos indirectos. La gráfica del costo indirecto tiempo es una función lineal con pendiente positiva, lo cual representa un mayor costo a medida que la duración de la actividad aumenta.

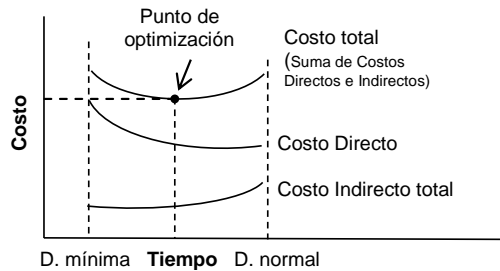
Figura 8. Curva de costo indirecto



Fuente: Luis Fernando Botero Botero, 2008:126.

➤ **Curva de los costos totales y punto de optimización.** Los costos totales corresponden a la sumatoria de los costos directos y los costos indirectos.

Figura 9. Curva del costo del proyecto



Fuente: Luis Fernando Botero Botero, 2008:126.

La parte más baja de la curva de costo total (punto de optimización) corresponde a la solución más óptima del proyecto, es decir, la realización del mismo con el menor costo y tiempo posible.

La obtención del punto óptimo del proyecto se realiza a través de una serie de iteraciones, evaluando el impacto de disminuir la duración de actividades del plan de trabajo en el costo total del proyecto. Debido a que los costos directo e indirecto tienen pendientes contrarias, al disminuir la duración de una actividad (Luis Fernando Botero Botero, 2008:127).

Ejemplo de optimización del costo de una actividad:

Actividad 1. Valor \$15'000.000, y Actividad 2. Valor \$10'000.000, con duraciones de 24 y 22 días respectivamente.

$$\text{Pendiente del costo directo} = \frac{\$15' - \$10'}{24 - 22} = \$2,5'/\text{día}$$

Al pasar de la opción de la actividad 1 a la opción de la actividad 2, se produce un ahorro de \$2'500.000/día y se tiene un ahorro en tiempo de 2 días, esta aceleración es justificable para el proyecto, ya que disminuye el tiempo de ejecución y costo de la actividad. Es necesario el estudio de otras alternativas, ya que probablemente puedan encontrarse otras más favorables. (Hernando González Forero, 2011:92-94).

Expone Hernando González Forero, 2011:105-106, que en la aplicación de un proceso de optimización, se deben tomar las actividades de un proyecto que previamente se han seleccionado dentro de la ruta crítica, además con el criterio de ser las de menor valor en dinero por unidad de tiempo, así:

- seleccionar actividades de la ruta crítica y realizarles proceso de optimización,
 - recalcular la nueva ruta crítica,
 - seleccionar nuevamente actividades de la nueva ruta crítica, para optimizarlas,
 - repetir el proceso de optimización nuevamente. Se debe tener presente, que llevar un proyecto al tiempo mínimo, puede significar un incremento alto de costos.
- **Nivelación de recursos.** Las actividades de la ruta crítica, se deben iniciar, tan pronto su programación así lo permita, o sea que las actividades que no son críticas pueden trabajarse desde su iniciación temprana o adelantada. Esta práctica puede llevar a disponer de los recursos para desarrollarlos en un momento que no se tengan disponibles, o que su consecución se dificulte. Esto puede llevar a la situación de que las actividades que no son críticas, se tornen críticas, dificultando el proceso constructivo. Los enormes inconvenientes que representan estas posibilidades, llevan al estudio de una técnica para nivelar los recursos disponibles, de tal manera que la utilización de los mismos, a lo largo del desarrollo de un proyecto, sea lo más gradual y uniforme posible, evitando picos

de demanda, o puntos de liberación en la misma. Igualmente se pueden nivelar los recursos dinero, mano de obra, equipos y herramientas o cualquier otro recurso, tratando de optimizar la relación costo-tiempo. Esto se define como la manera más rentable de distribuir los recursos disponibles, sin aumentar sus costos ni la duración total del proyecto. (Hernando González Forero, 2011:105-106).

4.1.6.1 Formas de determinar las duraciones de las actividades.

➤ **Sistema probabilístico.** Según Hernando González Forero (2011:109-116). En un primer caso, para un proyecto de investigación, o proyecto de otro tipo, donde no se tengan experiencias anteriores, la asignación de las duraciones, puede realizarse con una fórmula matemática en que intervengan algunas variables como los estimativos de duración pesimista, los estimativos de duración optimista, y los estimativos de duración más probable (probabilística), así:

$$\text{Duración esperada (probabilística)} = \frac{(1 \times \text{duración pesimista} + 1 \times \text{duración optimista} + 4 \times \text{duración probable})}{6}$$

➤ **Sistema determinístico.** Es cuando la duración de las actividades de un proyecto se determinan con base en la experiencia previa, o rendimientos teóricos. En la construcción es el más frecuente, pues normalmente se tiene la experiencia o la posibilidad de asignar duraciones con base en antecedentes de proyectos.

➤ **Valoración de la incertidumbre (varianza).** La varianza de una función, señala la variación de los valores de la misma respecto a los valores medios. Se utiliza para determinar el grado de incertidumbre que puede existir en el cumplimiento de las duraciones preestablecidas de actividades de un proyecto. En la construcción y la planeación de proyectos, se tienen experiencias propias o ajenas, a las cuales se puede recurrir al realizar los estimativos de las mismas, contrario a lo que pasa en un proyecto de investigación sin experiencias preliminares, o cualquier otro proyecto, donde se tenga esa facilidad. La duración de un proyecto es consecuencia de la duración de las actividades que lo componen, las probabilidades de falla o de incumplimiento con el proyecto, no se reducen únicamente a la suma de las probabilidades de cumplimiento individual. Es necesario mostrar el grado de incertidumbre de cada una de las actividades:

$$\text{Varianza } (\delta)^2 = \left[\frac{(\text{duración pesimista} - \text{duración optimista})}{6} \right]^2$$

Tabla 18. Aplicación del concepto de varianza en una misma actividad

Ejemplo No.	Duración optimista	Duración pesimista	Duración más probable	Diferencia	Calculo de varianza
1	9	24	12	15	$(\delta)^2 = [(24 - 9)/6]^2 = 6,25$
2	18	6	12	12	$(\delta)^2 = [(18 - 6)/6]^2 = 4,00$
3	13	5	12	8	$(\delta)^2 = [(13 - 5)/6]^2 = 1,77$

Fuente: Hernando González Forero (2011:115).

Con las duraciones más probables iguales a 12, se tiene, que el ejemplo 3, presenta la menor diferencia entre duraciones pesimista y optimista, su varianza es menor y tiene el menor grado de incertidumbre, por lo tanto, tiene menores posibilidades de incumplimiento. La formulación con un número elevado al cuadrado, corresponde a un dato de área, al obtener su raíz cuadrada, queda transformada en un concepto lineal, llamado desviación estándar (*P*):

$$P = \frac{\text{Duración disponible (-) Duración programada}}{\sqrt{\text{Suma de varianza de las actividades criticas}}}$$

La duración programada no siempre es la disponible para realizar un proyecto, la probabilidad de cumplimiento del programa, está directamente relacionada con el tiempo disponible para cumplirlo. Si la función (*P*) del programa es negativa, quiere decir debajo del 50% de posibilidades estadísticas de cumplir y viceversa.

➤ **Dificultades para la aplicación del concepto de varianza.** La incidencia de factores externos no previstos, como los incumplimientos, las restricciones económicas, las políticas vigentes, los cambios solicitados, los factores climáticos, la escasez de recursos, la ausencia de planeación y control adecuado y la inestabilidad del recursos de mano de obra, equipos, y suministros hacen que las probabilidades de falla aumenten. Hernando González Forero (2011:109-116).

4.1.7 Fundamentos del control. El termino control comprende un proceso mediante el cual se garantiza que los comportamientos y el desempeño se ajusten a los estándares de una organización, entre los que se hallan reglas, procedimientos y objetivos. Para la mayoría de las personas la palabra control tiene una connotación negativa de restricción, imposición, delimitación, vigilancia o manipulación; los controles suelen ser causa de controversias y enfrentamientos políticos en las organizaciones. No obstante los controles son útiles y necesarios para tener mayor certidumbre de los procesos realizados. La planeación es el proceso formal de crear metas, estrategias, tácticas y normas, así como de asignar recursos. Los controles son medidas que permiten garantizar que las decisiones acciones y resultados sean congruentes con esos planes. La planeación supone acciones y resultados deseados. El control ayuda a mantener o encauzar de nuevo conductas y resultados reales.

Los gerentes y empleados de una organización no pueden planear con eficacia si no cuentan con información precisa y oportuna y los controles proporcionan buena parte de esta información esencial. Los planes indican los propósitos para los que sirven los controles. Estos ayudan a asegurar que los planes se instrumenten según lo programado, por lo tanto, la planeación y el control se complementan y refuerzan. (*Hellriegel, Jackson y Slocum, 2002:521*).

La planeación, la organización y la dirección no garantizan el éxito. El control, es el monitoreo del desempeño y la implementación de los cambios necesarios. A través del control, los gerentes pueden asegurarse de que los recursos de una organización son utilizados de acuerdo con los planes y que la organización cumple con metas de calidad y seguridad. El monitoreo es esencial como aspecto de control. Si se tienen dudas acerca de la importancia de esta función, deben revisarse fracasos en el control que hayan causado problemas severos. (*Bateman y Snell, 2009:16*).

Administrar y mantener bajos los costos en una organización o proyecto requiere eficiencia, cumplir las metas utilizando los recursos conscientemente y minimizando el desperdicio. Con las pequeñas cosas puede ahorrarse mucho dinero, pero la reducción de costos involucra sacrificios y control de todas las actividades realizadas desde principio a fin. Una de las razones por las cuales una compañía debe preocuparse por los costos, es porque hoy los consumidores pueden fácilmente comparar los precios en internet y en el mercado en general y si no se pueden recortar los costos a través del control y ofrecer precios atractivos, no se podrá competir en el mercado. (*Bateman y Snell, 2009:16*).

4.1.7.1 Los controles preventivos y correctivos como modalidades de control organizacional.

➤ **Los controles preventivos** son mecanismos destinados a disminuir errores y, por tanto, reducen al mínimo la necesidad de acciones correctivas. En una organización las reglas, reglamentos, normas, procedimientos de selección y los programas de capacitación y desarrollo funcionan principalmente como controles preventivos. Estos dirigen y limitan las acciones de empleados y gerentes por igual, la premisa es que si ambas partes cumplen tales exigencias, es probable que la organización alcance sus metas. Así, los controles preventivos son necesarios para garantizar que las reglas, reglamentos y normas se sigan y funcionen.

➤ **Los controles correctivos** son mecanismos que tienen por objeto reducir o eliminar acciones o resultados indeseables y, por ende, conseguir el apego de los reglamentos y las normas de la organización. Diseñar controles y sistemas de controles organizacionales eficaces no es tarea fácil, pues deben tomarse en

cuenta muchos factores, sin embargo, es probable que la eficacia de los sistemas de control aumente si se relacionan con las metas que se desea perseguir y si son objetivos, completos oportunos, y aceptables. (*Hellriegel, Jackson y Slocum, 2002:521*).

4.1.7.2 El control preventivo y correctivo a partir del presupuesto. El proceso de categorización de los gastos previstos y su vinculación con las metas se conoce como elaboración de presupuestos.

La elaboración de presupuestos persigue tres propósitos básicos:

- contribuir a la planeación eficaz del trabajo,
- apoyar la asignación de recursos y,
- apoyar el control e inspección de la utilización de los recursos durante el periodo cubierto por el presupuesto.

Cuando los gerentes asignan costos en dinero a los recursos que necesitan, a veces advierten que las tareas propuestas no justifican sus costos, por lo cual pueden modificar o abandonar las propuestas.

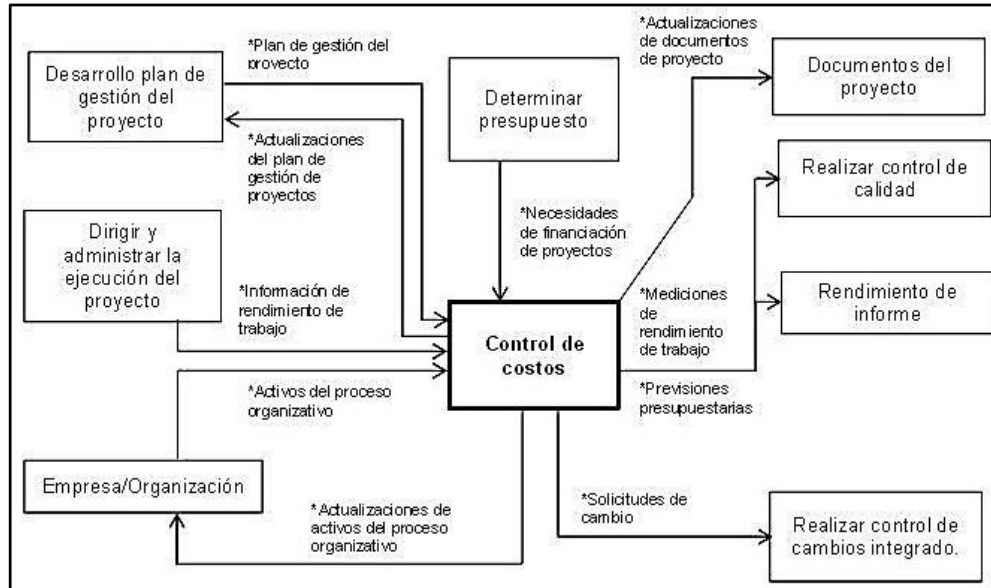
La elaboración de presupuestos de tareas nuevas suele exigir el pronóstico de condiciones y la estimación de costos. Presupuestar tareas establecidas es más fácil, ya que se dispone de datos históricos sobre los costos. En todo caso quienes los elaboran deben ejercer su juicio sobre cuáles son las probabilidades de que algo suceda y la forma en que influirá en la organización. Por lo general, los presupuestos cubren un periodo de tiempo determinado, así, los gerentes pueden rastrear sus progresos en el cumplimiento del presupuesto conforme avanza el tiempo y emprender acciones preventivas en los casos necesarios.

El aspecto de elaboración del control, a partir de los presupuestos, puede ser correctivo o preventivo. Cuando se utiliza como control correctivo, se destaca la identificación de desviaciones respecto del presupuesto. Estas indican la necesidad de identificar y corregir sus causas o de modificar el presupuesto. La eficacia del presupuesto, sobre todo cuando se utiliza como control preventivo, depende de si se concibe como un contrato informal que se ha acordado o como un elemento para coaccionar a los que no se sujetan a su presupuesto. La mayoría de los gerentes y empleados sujetos a presupuestos acepta que la alta dirección los utilice como mecanismos de control. Sin embargo, algunos gerentes y empleados experimentan hacia ellos temor y hostilidad, reacción que suele presentarse en las organizaciones que imponen controles presupuestarios por medio de amenazas y castigos. La selección de los presupuestos y las categorías presupuestales que se emplearan se ven muy influidas por el diseño y la cultura organizacional. (*Hellriegel, Jackson y Slocum, 2002:531*).

4.1.8 El control de costos. El *PMI Project Management Institute (2008:179-188)*, ha propuesto buscar en el control de costos las causas de las variaciones positivas y negativas, para formar parte del control integrado de cambios. Respuestas inapropiadas a variaciones del costo pueden ocasionar problemas de calidad o producir un nivel de riesgo inaceptable en una etapa posterior del proyecto. El control de costos del proyecto debe posibilitar:

- influir sobre los factores que producen cambios en la línea base de costo,
- asegurar que los cambios solicitados sean acordados,
- gestionar los cambios reales cuando y a medida que se produzcan,
- asegurar que los posibles sobrecostos no excedan la financiación autorizada periódica y total para el proyecto,
- realizar el seguimiento del rendimiento del costo para detectar y entender las variaciones respecto a la línea base de costo,
- registrar todos los cambios pertinentes con precisión en la línea base de costo,
- evitar que se incluyan cambios incorrectos, inadecuados o no aprobados en el costo o en el uso de recursos informados,
- informar los cambios aprobados a los interesados pertinentes,
- actuar para mantener los sobrecostos esperados dentro de límites aceptables.

Figura 10. Control de costos: entradas, herramientas y técnicas y salidas



Fuente: elaborada con base en *Project Management Institute, 2008:180*.

4.1.8.1 Entradas del control de costos.

- **Línea base de costo**
- **Requisitos para la financiación del proyecto**
- **Informes de rendimiento.** Del costo y de los recursos como resultado del avance real del trabajo.
- **Información sobre el rendimiento del trabajo.** La cual pertenece al estado y costo de las actividades del proyecto que se están realizando como:
 - productos entregables que se han completado y no se han completado
 - costos autorizados e incurridos,
 - estimaciones hasta la conclusión de las actividades del cronograma,
 - porcentaje físicamente completado de las actividades del cronograma.
- **Solicitudes de cambio aprobadas.** Pueden incluir modificaciones en el contrato, en el alcance del proyecto, en la línea base de costo o en el plan de gestión de costos.
- **Plan de gestión del proyecto.** En el proceso de control de costos se tiene en cuenta su componente en el plan de gestión de costos y demás planes secundarios.

4.1.8.2 Herramientas y técnicas del control de costos.

- **Sistema de control de cambios del costo.** Se documenta en el plan de gestión de costos, y define los procedimientos por los cuales la línea base de costo puede ser modificada. Incluye formularios, documentación, sistemas de seguimiento y niveles de aprobación necesarios para autorizar los cambios.
- **Análisis de medición del rendimiento.** Ayudan a evaluar la magnitud de todas las variaciones que invariablemente se producirán. La técnica del valor ganado (*EVT*) compara el valor acumulativo del costo presupuestado del trabajo realizado (ganado) en la cantidad original del presupuesto asignada con el costo presupuestado del trabajo planificado (programado) y con el costo real del trabajo realizado (real). Es especialmente útil para el control de costos, la gestión de recursos y la producción, determina la causa de una variación, su magnitud, definiendo si la variación requiere una acción correctiva. La técnica del valor ganado usa la línea base de costo incluida en el plan de gestión del proyecto para evaluar el avance del proyecto y la magnitud de cualquier variación que se produzca. Esta técnica implica desarrollar:

- **Valor planificado (PV).** Costo presupuestado del trabajo programado para ser completado de una actividad o componente de la EDT hasta un momento determinado.
- **Valor ganado (EV).** Cantidad presupuestada para el trabajo realmente completado de la actividad del cronograma o el componente de la EDT durante un período de tiempo determinado. Este método de medición del rendimiento integra medidas del alcance del proyecto, del costo (o recursos) y del cronograma para ayudar al equipo de dirección del proyecto a evaluarlo.
- **Costo real (AC).** Costo total incurrido en la realización del trabajo de la actividad del cronograma o el componente de la EDT durante un período de tiempo determinado. Corresponde en definición y cobertura con lo presupuestado para el PV y el EV (horas directas, costos directos, costos indirectos).

Los valores *PV*, *EV* y *AC* se usan en combinación para proporcionar medidas de rendimiento del trabajo que se está llevando a cabo o no de acuerdo con lo planificado, en un momento determinado. Las medidas más comúnmente usadas son la variación del costo (*CV*) y la variación del cronograma (*SV*).

➤ **Variación del costo (CV).** Es el valor ganado (*EV*) menos el costo real (*AC*). La variación del costo al final del proyecto será la diferencia entre el presupuesto hasta la conclusión (finalmente ejecutado) (*BAC*) y la cantidad realmente gastada. Fórmula: $CV = EV - AC$.

➤ **Variación del cronograma (SV).** Es el valor ganado (*EV*) menos el valor planificado (*PV*). Será igual a cero cuando se complete el proyecto, ya que se habrán ganado todos los valores planificados. Fórmula: $SV = EV - PV$. Los valores, *CV* y *SV*, pueden ser indicadores de eficiencia que reflejan el rendimiento del costo y del cronograma.

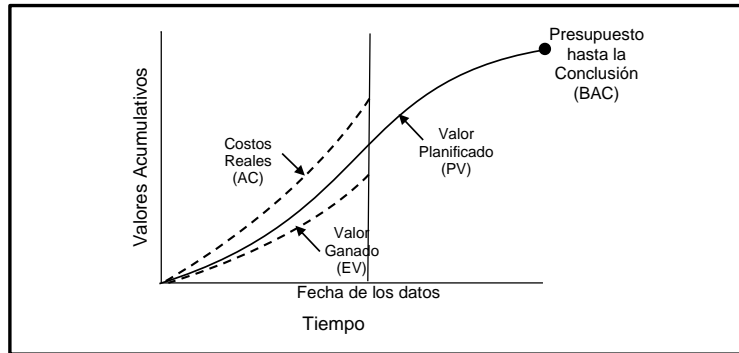
➤ **Índice de rendimiento del costo (CPI).** Para las estimaciones un valor *CPI* inferior a 1.0 indica un sobre costo y un valor *CPI* superior a 1.0 indica un costo inferior. El *CPI* es igual a la razón entre el *EV* y el *AC*. Siendo el indicador de eficiencia de costos más comúnmente usado. Fórmula: $CPI = EV/AC$

➤ **CPI acumulativo (CPIC).** Utilizado para predecir los costos del proyecto a la conclusión. Es igual a la suma de los valores ganados periódicos (*EVC*) dividida por la suma de los costos reales individuales (*ACC*). Fórmula: $CPIC = EVC/ACC$.

➤ **Índice de rendimiento del cronograma (SPI).** Se utiliza, además del estado del cronograma, para predecir la fecha de conclusión, y a veces se utiliza en combinación con el *CPI* para predecir las estimaciones de conclusión del proyecto. El *SPI* es igual a la razón entre el *EV* y el *PV*. Fórmula: $SPI = EV/PV$.

La Figura 11, usa curvas S para presentar datos del *EV* acumulado de un proyecto que excede el presupuesto y se atrasado con respecto al plan de trabajo.

Figura 11. Informe gráfico ilustrativo del rendimiento



Fuente: elaborada con base en *Project Management Institute, 2008:183*.

➤ **Proyecciones.** Consisten en realizar estimaciones o predicciones de las condiciones en el futuro del proyecto basándose en la información y los conocimientos disponibles en el momento de la proyección.

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Primera línea: 0 cm, Con viñetas + Nivel: 1 + Alineación: 0.63 cm + Sangría: 1.27 cm

➤ **Revisiones del rendimiento del proyecto.** Comparan el rendimiento del costo a lo largo del tiempo, las actividades del cronograma o los paquetes de trabajo que sobrepasan o son inferiores al presupuesto (valor planificado), los hitos vencidos y los alcanzados, se usan en combinación con una o más de las siguientes técnicas de informe del rendimiento:

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Primera línea: 0 cm, Con viñetas + Nivel: 1 + Alineación: 0.63 cm + Sangría: 1.27 cm

➤ análisis de variación, compara el rendimiento real del proyecto con el rendimiento planificado o esperado,

➤ análisis de tendencias, examina el rendimiento del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si está mejorando o se está deteriorando,

➤ técnica del valor ganado, compara el rendimiento planificado con el rendimiento real.

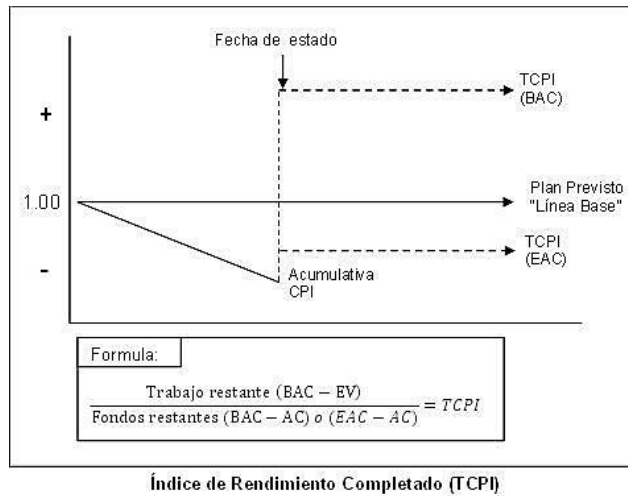
➤ **Software de gestión de proyectos.** Como las hojas de cálculo, se usan para supervisar el PV frente al AC, y para predecir los efectos de los cambios.

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Primera línea: 0 cm, Con viñetas + Nivel: 1 + Alineación: 0.63 cm + Sangría: 1.27 cm

➤ **Gestión de variación.** El plan de gestión de costos describe cómo se gestionan las variaciones de costos.

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Primera línea: 0 cm, Con viñetas + Nivel: 1 + Alineación: 0.63 cm + Sangría: 1.27 cm

Figura 12. Índice del rendimiento total (TCPI)



Fuente: elaborada con base en *Project Management Institute, 2008:186*.

4.1.8.3 Salidas del control de costos.

- **Mediciones del rendimiento.** Los valores de *CV*, *SV*, *CPI* y *SPI* calculados para los componentes de la EDT, en especial los paquetes de trabajo y las cuentas de control, se documentan y comunican.
- **Conclusión proyectada.** Se documenta bien un valor de estimación a la conclusión (*EAC*) calculado o bien un valor de *EAC* proporcionado por la organización ejecutante, y se documenta bien un valor de estimación hasta la conclusión (*ETC*) calculado o bien un valor de *ETC* proporcionados ambos por la organización ejecutante, y se comunica este valor a los interesados.
- **Cambios solicitados.** El análisis del rendimiento del proyecto puede generar una solicitud de cambio, estos pueden requerir un aumento o una disminución del presupuesto, para su revisión se procesan y disponen a través del control integrado de cambios.
- **Acciones correctivas recomendadas.** Es todo aquello que se hace para alinear el rendimiento futuro esperado del proyecto con el plan de gestión del proyecto. En la gestión de costos implica ajustar los presupuestos al cronograma.

➤ **Activos de los procesos de la organización (actualizaciones).** Las lecciones aprendidas se documentan a fin de que pasen a formar parte de las bases de datos históricas tanto del proyecto como de la organización ejecutante.

➤ **Plan de gestión del proyecto (actualizaciones).** Son sus componentes, las estimaciones de costos de las actividades, los paquetes de trabajo o de planificación, la línea base de costo, el plan de gestión de costos y los documentos del presupuesto del proyecto (*Project Management Institute, 2008:179-188*).

4.1.9 Control de los costos directos de construcción.

Es difícil que un proyecto resulte en todos sus aspectos totalmente de acuerdo al plan previsto, y mucho menos cuando el plan se ha diseñado con cierto detalle, un plan de partida (plan modelo) representa un modelo de la metodología de trabajo, y las diferencias que el plan presente, pueden ser consideradas como cuestiones que lesionan dicho plan modelo. Un plan puede representar un documento del contrato, es decir, un acuerdo entre dos partes sobre cómo un proyecto debe ejecutarse, y en este caso específico como se llevara a cabo el control de costos directos de construcción. Las diferencias presentas en el último plan antes de iniciar el proyecto representarían las interrupciones en el acuerdo entre las partes, que pueden ser o no motivo de preocupación para los participantes en el proyecto. Las desviaciones presentadas entre el plan y la realidad del proyecto afectan el rendimiento del control y generan la incertidumbre en el proceso de construcción, lo cual conlleva a poner en duda el logro de los principales objetivos del control del proyecto; sin embargo, las mayores diferencias pueden exigir una revisión y control del modelo futuro de trabajo para asegurar que se acerque el plan inicial a la realidad. En el caso de que el plan presentado represente un acuerdo de trabajo, la revisión puede indicar que los objetivos principales del control del proyecto deben ser cumplidos a lo largo del proyecto, y deberán ser constantes y oportunos durante todo su proceso, informando a tiempo las alteraciones que se presenten tanto en el método como en los objetivos propuestos del proyecto.

- **El control clásico del proyecto consta de tres etapas fundamentales:**
- la medición del estado del proyecto,
 - comparación de las medidas obtenidas con lo deseado, para tratar de mejorar el estado del proyecto,
 - La adopción de medidas correctivas para que el proyecto vuelva a su estado deseado o para reducir al mínimo la pérdida.

Lo ideal es que el proyecto sea estable, pero si no es así, se debe poder responder rápidamente a los cambios que en él se presenten, siendo relativamente tranquilos con las actividades que no generen mayor sobrecosto, pues estas pueden ocupar tiempo valioso del controlador de costos para medir errores en las actividades más representativas o costosas de un presupuesto de

construcción como son: el movimiento de tierra, la estructura, el acero, las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, los equipos especiales y los gastos generales entre otras, ya que los desfases de las actividades más representativas (costosas) han demostrado reducir al máximo el rendimiento del control de costos, por lo tanto deben ser las mayormente tenidas en cuenta para controlar.

➤ **En la construcción del proyecto, las etapas generales del control son:**

- elaborar un plan inicial de control,
- poner en práctica dicho plan,
- monitorear y perfeccionar constantemente el plan aprobado.
- presentar informes reales y oportunos de los parámetros de control y sus variaciones,
- tomar rápidamente las medidas correctivas, preventivas, predictivas o de organización necesarias.

Las cuatro primeras etapas constituyen la parte de supervisión del proceso, dicha supervisión proporciona información cuantitativa sobre qué acción de control se puede establecer. Hay que tener en cuenta que cuando se toman medidas de control, se debe tener gran exactitud, generalmente, esto sólo puede ser comprobado con la presentación de informes, que deben ser evaluados rápidamente para determinar el grado de aceptación de dicha información cuantitativa.

La acción de control se exige a partir de la gestión, dicha acción de control debe ser un producto de información detallada y formal, disponible para que el gerente del proyecto tome decisiones acertadas respecto a los costos.

Acerca del control de costos, Francisco Correa y Cía. Ltda¹⁷, expone, que en materia económica el control de costos es una de las más importantes actividades en los proyectos de construcción para proteger y prevenir eventuales crisis económicas, pues, de su buen funcionamiento depende el éxito económico de cualquier proyecto de construcción. Es necesario realizar el trabajo de control simultáneamente con todo el equipo técnico que participa en el proyecto, ya que de esta manera, y a partir de la realización periódica (mensual) de un resumen del comportamiento económico de la obra, pueden identificarse los siguientes aspectos:

- El presupuesto de construcción de la obra, y el presupuesto proyectado con las respectivas variaciones que sufra el proyecto en su desarrollo, detallando los cambios en las cantidades y en los precios unitarios de cada una de las actividades.

¹⁷ Empresa que brinda asesoría integral en administración y control de obras civiles.

- La inversión acumulada a la fecha, diferenciada por recursos en: materiales, mano de obra y subcontratos, totalizada para cada una de las actividades, mostrando la cantidad total invertida y el valor unitario promedio obtenido hasta la fecha de corte.
- El presupuesto de las cantidades faltantes por construir en la fecha de corte, valorizado a los precios actuales de los materiales, de acuerdo con el comportamiento de la obra.
- La determinación del costo final de la obra, como resultado de sumar la inversión calculada a la fecha y el presupuesto del faltante por construir.
- Los índices de desviación correspondientes, tanto para las modificaciones al presupuesto, como para la inversión y el costo total de la obra.
- El listado general de saldos del almacén de acuerdo con las entradas y salidas de cada ítem.
- El estado general de anticipos y retenidos para cada uno de los subcontratistas del proyecto.
- La información anterior debe presentarse al nivel de detalle que se requiera para su análisis. Es necesario además tener un listado general en donde se indique el valor de las actas de cobro de obra ejecutada por el constructor, las cifras pendientes de pago, de cobro y los pagos directos que efectúe la gerencia del proyecto. (Francisco Correa y Cía. Ltda. en www.paco.com.co. 2011).

Explica Hernando González Forero (2011:145), que cada especialidad de control solo hace parte de un todo, con una unidad de criterio, con una única y efectiva estrategia y con un solo objetivo, que en últimas es simplemente llevar el proyecto a su culminación exitosa en todos y cada uno de los objetivos propuestos. Se deben diseñar todos los controles del proyecto, para que trabajen aunada y coordinadamente, de tal manera que sean herramientas eficientes y oportunas, encaminadas a entregarle al gerente del proyecto o a quien tenga la responsabilidad de tomar decisiones, la información necesaria para que lo haga de la manera más acertada y en el momento oportuno. En la realización de los diferentes controles simplemente se están aplicando técnicas diferentes para cada caso, siempre que estas técnicas sean tan eficientes, como lo permitan los conocimientos, experiencia y especialmente la actitud de quien los maneja y los utiliza.

Según Leopoldo Varela (2009:186), “lo fundamental del control de costos de obra es que cada obra tiene características que le hacen requerir controlar un subconjunto específico de materiales “relevantes”. Si alguna obra justifica o exige poner una planta de concreto, los insumos relevantes a controlar contable y

físicamente serán arena, grava, cemento y aditivos. Pero si otra aunque muy parecida, justifique o exija concreto premezclado, el insumo relevante no será la arena, grava y cemento sino el concreto. Por esto cuando se contrata una obra, lo primero que hay que hacer es reunir al contador general, contador de obra, ingeniero de costos, superintendente y residentes, para establecer el catálogo de cuentas específico para la obra por iniciar”.

Expone *Yin Guo-li*, (2010:56-59), que en los Estados Unidos, en el control del presupuesto y del tiempo en los proyectos se han evaluado algunas dificultades que los directores de proyectos han tenido para vigilar y controlar sus proyectos. Puntualiza que el ciclo de control del proyecto consiste en medir el estado del proyecto, compararlo con el plan previsto, realizar análisis de las desviaciones, y aplicar las acciones correctivas apropiadas. Cuando un proyecto llega a la fase de construcción, el seguimiento y su control son fundamentales para obtener el éxito del proyecto. El seguimiento del proyecto se realiza para establecer la necesidad de tomar medidas correctivas, para luego tomar las medidas preventivas, predictivas y correctivas necesarias, a través del seguimiento de las actividades, el equipo del proyecto debe analizar las desviaciones y decidir qué hacer.

Los gerentes de proyectos requieren establecer el tiempo y el logro de objetivos de costos, el gerente junto con su equipo de trabajo debe establecer una práctica de gestión eficiente, incluyendo la estructura de presentación de informes, evaluación de los progresos, y sistemas de comunicación. La responsabilidad de los trabajadores y la autoridad sobre los costos deben ser definidas en la estructura de información, se deben identificar los riesgos y deben ser monitoreados y controlados. El éxito del proyecto está fuertemente ligado a la comunicación eficaz, la cual facilita el trabajo en equipo y la resolución de problemas. El control de costos de un proyecto incluye gastos de personal, costo de materiales y costos por retrasos en la programación, para controlar estos costos, los gerentes deben establecer un sistema de control de costos teniendo en cuenta:

- las responsabilidades de los integrantes del equipo de trabajo,
- la asignación de la administración y el análisis de datos financieros,
- el aseguramiento de todos los gastos, que estos estén debidamente asignados teniendo en cuenta las imputaciones en el presupuesto del proyecto,
- el aseguramiento de que todos los costos sean destinados realmente en las actividades del proyecto,
- la autorización y el pago oportuno a los contratistas, el cuidado del gasto del presupuesto en el proyecto,
- la atención debida por los factores clave que causan cambios en el presupuesto,
- el control real de cambios de costos que se produzcan,
- el monitoreo del desempeño de costos para la detección de las variaciones, el registro de todos los cambios necesarios con precisión en la línea base de costo,

- la prevención de incluir cambios incorrectos, no autorizados en la base de costos,
- la determinación de las variaciones positivas y negativas del presupuesto,
- la integración con todos los procesos de control (espacio de aplicación, cambios, el itinerario y programación en la presentación de informes).

Como los proyectos son dinámicos, y en ocasiones los gerentes de proyectos conocen con anterioridad que el proyecto saldrá desviado al final por falta de supervisión, la mejor acción a tomar en estas circunstancias, es conocer con anterioridad las desviaciones y proyectarlas en el tiempo para determinar el valor real del proyecto al finalizarlo. Un sistema de control de cambios eficaz debe establecerse garantizando que el procedimiento de cambio sea fácil de ejecutarse por el personal del proyecto, por lo cual se hace necesario:

- el seguimiento de los cambios probables, asegurándose de que el cambio sea beneficioso para el proyecto, este debe ser revisado por personas experimentadas antes de ser aprobados,
- los cambios deben tener lugar una vez que sean aprobados y realizarles un buen seguimiento para comprobar si funcionan como se esperaba,
- todos los cambios en el proyecto deben registrarse en la documentación del proyecto (*Yin Guo-li*, 2010:56-59).

➤ **El propósito de controlar.** Acerca de esto Juan Guillermo Consuegra (2002:215-218), comenta, que no basta con poseer diferentes alternativas de control y especificaciones detalladas mientras no exista el concepto claro de que el presupuesto es una herramienta de control que debe respetarse para garantizar un óptimo control de costos.

Los involucrados en los proyectos de construcción se deben convencer de que el presupuesto refleja razonablemente el costo en el cual puede fluctuar el proyecto, ya que este incluye los materiales, el personal, los equipos y herramientas y el tiempo que se calcula necesario para terminar el proyecto.

Así como existen en los proyectos planos geométricos que contienen los diseños y se deben respetar en su ejecución, el presupuesto debe tener el carácter de plano y herramienta económica a seguir en la contratación y las compras, lo cual significa que debe elaborarse con el mismo cuidado que los diseños para que pueda tener una credibilidad similar en la obra.

➤ **Necesidad y niveles de control.** Existe una forma de control que busca responder por cada uno de los componentes como materiales, mano de obra, herramientas y equipos, que intervienen en cada actividad de cada capítulo de una obra. Esta forma de control suministra mayor cantidad de información y permite el máximo nivel de análisis, de tal manera que cualquier desviación puede rastrearse, controlarse y explicarse adecuadamente, existen obras y presupuestos

que no requieren tal grado de detalle, ya sea porque sus alcances no lo exigen, por falta de un programa para realizar el control de costos, del personal necesario, o insuficiente preparación y capacidad para llevar adelante este tipo de controles.

Las empresas deben definir cuál es el nivel de control en función de sus propias capacidades y necesidades, entendiendo y aceptando que los mayores niveles de detalle en el registro producen siempre un mayor costo para realizar el control, pero también proporciona datos y elementos de juicio más certeros para realizar los diferentes análisis y la toma de decisiones.

➤ **Concepto integral de control en la construcción.** Para que un control pueda desarrollarse adecuadamente, es necesario que todos los involucrados en el manejo de la información de la obra sean conscientes de la necesidad de mantener procesos de control que suministren en tiempo real los hechos ocurridos en la ejecución de la obra que puedan servir para alimentar el control de costos, de tal manera, que se facilite proyectar oportunamente las cantidades faltantes para poder comparar oportuna y constantemente el presupuesto ejecutado contra las previsiones presupuestales, para esto es necesario:

➤ Que los procesos administrativos de obra como pedidos, compras, recibo y despacho de materiales, equipos, herramientas y contratación entre otros, se verifiquen oportunamente para poder determinar cómo serán desarrolladas las actividades y que información producen para utilidad del control.

➤ Que los procesos se documenten y sean relacionados en tiempo real, estén disponibles y puedan ser consultados en cualquier momento para todos los involucrados en el proceso de control.

➤ Que exista un derrotero para realizar los controles, las consultas y el mantenimiento completo y constante de información integral.

➤ Que exista un sistema de alarma preventivo para avisar en tiempo real sobre los límites establecidos para controlar (Juan Guillermo Consuegra, 2002:215-218).

➤ Fijar qué factores y procedimientos de campo y oficina determinan la realización de una adecuada metodología para el control de costos de construcción, que pueda garantizar el éxito económico en proyectos inmobiliarios.

➤ **4.1.9.1 Control de costos por capítulos del presupuesto.** Hernando González (2011:146-147), se refiere a este, como al más sencillo, menos eficiente y menos confiable método de control. Se restan los egresos que sucedan durante la construcción a su correspondiente capítulo de presupuesto, esto permite hacer proyecciones aproximadas al valor final del capítulo y del proyecto.

- **Ventajas del control a partir de capítulos.**
- fácil y económico procedimiento en el costo que involucra su realización.
- **Desventajas del control a partir de capítulos.**
- no genera la confiabilidad que requiere una inversión importante,
- no se detectan los sobrecostos de algunos conceptos individuales,
- no se detectan sobrecostos por mayor consumo o desperdicio de material

4.1.9.2 Control de costos por actividades del presupuesto. Según Hernando González (2011:147-149), este sistema permite detectar el valor de las actividades del presupuesto de construcción, realizando para cada una un análisis unitario real, basado en los consumos reales de material y de mano de obra.

➤ **El registro de los materiales.** Debe manejarse por personas con el criterio para su manejo eficiente, especificando el destino final de los materiales que salen del almacén de la obra, su cantidad y unidad de medida. Diligenciado el recibo de consumo con materiales e ítems, se realiza el recibo de almacén, registrando el valor real de compra del material que salga del almacén. Es necesario, realizar las entradas y salidas diarias de almacén, manteniendo actualizado el kardex, esto facilita el proceso de elaboración del control presupuestal y cierres de actividades.

Tabla 19. Recibo de consumo de materiales

RECIBO DE CONSUMO		NUMERO: _____		
Obra: _____		Sector: _____		
ITEM: _____		Nombre: _____		
Fecha	Material	Un.	Cant.	Sector
Firma: _____				

Fuente: Hernando González Forero (2011:148).

Tabla 20. Recibo de almacén

RECIBO DE ALMACÉN					
Obra: _____					
ITEM: _____					
Nombre: _____					
Fecha	Material	Un.	Cant.	Vr. Unitario	Vr. Total
Firma: _____					

Fuente: Hernando González Forero (2011:149).

➤ **Control de insumos en el patio de la obra.** Existen materiales que no salen desde el almacén de la obra, y no son controlables por el almacenista, como son los materiales que ingresan directamente los subcontratistas y materiales que no entran físicamente al almacén, ya que su almacenamiento es exterior (ejemplo: ladrillos – bloques – material de playa). Es necesario realizar la entrada y salida de estos materiales indicándolo en el kardex, actualizando el inventario de dichos materiales. Para la cuantificación de estos se recurre a la proporción de ellos que para cada ítem menciona su correspondiente análisis unitario y de acuerdo a los diseños de mezclas (Hernando González 2011:149-150), es conveniente hacer a dichos materiales un seguimiento por lo menos una vez por semana en el patio donde están siendo almacenados.

➤ **Formato para el control por actividades.** Con cualquier formato, se puede calcular el estimativo causado registrando sus resultados. Cuando se trate de subcontratos, los anticipos además de ser considerados como tales, deben ser cargados y amortizados a la cuenta de anticipos respectiva, que debe ser afectada cuando se realice pagos por ese concepto (Hernando González, 2011:151-154).

Tabla 21. Estadísticas de consumo de materiales

ESTADISTICA DE CONSUMO								
Obra: _____								
ITEM (Actividad): _____				Nombre: _____				
Fecha	Detalle	Cant. De obra		Vr. Materiales		Vr. M. de obra		Valor Unit.
		Sem.	Acum.	Sem.	Acum.	Sem.	Acum.	

Fuente: Hernando González Forero (2011:151).

➤ **Cálculo del valor unitario de cada uno de los ítems.** Para obtener el resultado de valor unitario de cada ítem, se calculan con base en los valores acumulados de cada uno y de la cantidad de obra realizada (relación entre el valor de la actividad y su cantidad ejecutada).

Tabla 22. Control presupuestal

CONTROL PRESUPUESTAL										
OBRA: _____										
FECHA: _____										
ÍTEM - CAPITULO	UN	PRESUPUESTO INICIAL			OBRA EJECUTADA			Saldo Presupuesto	Estimación de Terminación	Estimación Total
		Cant.	V. Unit.	V. Total	Cant.	V. Unit.	V. Total			

Fuente: Hernando González Forero (2011:152).

Para el control se utiliza un formato igual o similar de acuerdo con estos criterios:

➤ las primeras cinco columnas corresponden al presupuesto inicial de la obra,

➤ las columnas de obra ejecutada, se pueden dejar sin llenar, para compararlas solamente con la obra realizada, si se decide colocarles un valor para comparar todo el presupuesto, estimar saldos o realizar proyecciones, se pueden llenar con la información del presupuesto inicial o con la información con la que se calcula la proyección, y cuando surjan nuevos datos, se actualiza en la columna respectiva.

➤ **Ventajas de este tipo de control.**

- obtención de información completa, del precio real de cada actividad o ítem,
- obtención fácil del costo real de cada actividad importante del presupuesto,
- facilidad estimación a valor futuro del presupuesto, parcial o total,
- fácil detección de mayores consumos de material, por desperdicios, errores en los estimativos iniciales o por robos del mismo,
- fácil proyección del valor final, a partir de corregir o cambiar especificación,
- conocer el valor final de obra, para estimar de igual manera el precio de venta.

➤ **Desventajas de este tipo de control.**

- implica personal con experiencia y buena dedicación en tiempo, es un sistema que implica costos relativamente altos, aunque su resultado final es beneficioso,
- no es adecuado para controlar al detalle todos los ítems del presupuesto, ya que al seleccionar los controlables, necesariamente se excluyen otros,
- los desperdicios altos, las pérdidas o los hurtos de material no son fácilmente detectables, pues existen algunas actividades que no se controlan,
- pueden excederse las compras de un material, pero no ubicarse su causa exacta (Hernando González, 2011:154).

4.1.9.3 Control de costos por insumos del presupuesto. Según Hernando González (2011:155-162), este sistema controla los insumos o componentes unitarios del proyecto, generalmente comparando las cantidades de compras inicialmente estimadas, contra las realmente compradas. Una hoja electrónica facilita este tipo de control. La tabla 23, contiene la información del control presupuestal por insumos.

Tabla 23. Informes de control presupuestal

DATOS DEL INFORME:										
IDENTIFICACION DE LOS INSUMOS		INFORMACION PRESUPUESTO ORIGINAL					MOVIMIENTO DEL MES ACTUAL			
No. Ref.	CAPITULOS INSUMOS-CONCEPTOS	PRESUPUESTO INICIAL				INICIO % PRESUP.	CONSUMO DE MAYO			ACUMULADO ANTERIOR CANCELADO
		Un.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. TOTAL ORIGINAL		CANT.	VR.UNITAR.	TOTAL	
									JULIO	JUNIO
DATOS DEL INFORME:										
ESTADO DEL MES ACTUAL			DATOS DE OTROS INFORMES				CIFRAS INFORMATIVAS			
ACUMULADO CANCELADO	VALORES POR CANCELAR	ACUMULADO CAUSADO	INCIDENCIA EN PORCENTAJE				DIFERENCIA CON EL RESUPUESTO ORIGINAL	CANTIDAD FALTANTE	CONTRATOS YA REALIZADOS	Informativo
			CONTABILIDAD		PROGRAMACION					
			TOTALES		AVANCES					
JULIO	JULIO	JULIO	PAGADO	CAUSADOS	ESTIMADO	TOTAL				

Continuación tabla 23

DATOS DEL INFORME:								
PREOYECCION AL FUTURO				CONCEPTOS SI/NO ASEGURADOS				
% INCREM. ESTIM. (+/-)	FALTANTE PROYECTADO ESTIMADO	PRESUPUESTO FINAL PROYECTADO	%INCREMENTO	PRESUPUESTO FINAL PROYECTADO				OBSERVACIONES DE CADA CONCEPTO
				PORC. %	VR. TOTAL ASEGURADO	PORC. %	VR. TOTAL NO ASEGUR.	

Fuente: Hernando González Forero (2011:156-157).

4.1.9.4 Control de costos a partir de la mano de obra. Donde se encuentra buena disponibilidad de mano de obra especializada, se da el hecho de que a medida que cambian las actividades salen los obreros especializados en la actividad que termina y entran otros para trabajar en una nueva actividad. Cuando hay abundancia relativa de mano de obra, se da muy poco el proceso de optimización y nivelación de ese recurso, y el control se reduce simplemente al pago por obra realizada, con medición semanal o quincenal, el cual es manejable desde el control presupuestal (Hernando González, 2011:162-163).

- **El registro de la mano de obra.** El valor de la mano de obra, que hace parte de la información se trabaja de acuerdo con la modalidad de su contratación:
 - si la contratación es por obra ejecutada y recibida por medición, se lleva el valor causado de acuerdo con el consumo en cada uno de los ítems,
 - si la manera de pagarla es por sueldo (por administración), entonces se registra el pago periódico del concepto y la reserva prestacional del caso,
 - si se realiza por jornal con prestaciones sociales y se producen bonificaciones, se deben registrar para efectos del control Hernando González (2011:151-152).

➤ **Ajuste y modificación de un programa de trabajo.** Manifiesta Hernando González (2011:164-165), que debe existir mucho dinamismo y posibilidades de cambio durante la ejecución de la obra, de tal manera que permita:

- revisarlo y discutirlo con miras a su rápido ajuste y actualización, ,
- establecer un criterio para realizar los cambios plenamente justificados,
- asignar y ajustar nuevamente los recursos disponibles del proyecto,
- valorar consecuencias de cambios, en tiempo, dinero e incidencia en recursos,
- producir muy rápidamente el nuevo control,
- ponerlo a funcionar rápidamente para continuar controlándolo,
- tomar experiencias, identificar y valorar las fallas para el futuro.

4.1.9.5 Diseño del control de costos. Las características básicas de diseño de un control de costos deben ser principalmente las siguientes:

- estar de acuerdo a las necesidades, objetivos finales y éxito del proyecto,
- ser ágil y flexible, de tal manera que permita ajustes y modificaciones,

- ser económico, que su costo de operación sea menor a sus beneficios.
- ser preventivo, que puedan aplicarse correctivos para no perjudicar el proyecto,
- ser un trabajo positivo y productivo, que su resultado tienda al mejoramiento del proyecto, y no a críticas negativas y dañinas de personas o hechos.
- debe producir informes sencillos de entender, en gráficas o en cifras,
- estar enfatizado en mayor grado a las obras o actividades críticas,
- basarse en hechos reales, evitando suposiciones o apreciaciones particulares,
- la información debe ser en lo posible recogida por quien realiza el informe,
- sus informes deben ser rápidos y oportunos, facilitando ajustes y correcciones,
- ejecutarse por conocedores del control, de los objetivos y características del proyecto, en lo posible por quien realiza el presupuesto y el sistema de control,
- quien realiza el control, no debe tener intereses como contratista, residente o cualquier vínculo similar, para esperar condiciones de objetividad en los informes,
- coordinación y relación con otros controles, como el de programación, flujos, egresos de dinero, recursos y contables. (Hernando González, 2011:165-166).

4.2 ESTADO DEL ARTE

En el medio a pesar de la disponibilidad de diferentes técnicas de control y de software para el control de costos en proyectos de construcción, es difícil garantizar el cumplimiento de los objetivos de costos de los proyectos, debido a las particularidades de los mismos, a las diversas herramientas y formas que se utilizan, al contexto diferente en que se realizan y a la falta de una implementación de metodologías estandarizadas y documentadas entre los constructores. Sobre el tema, en cuanto a técnicas específicas utilizadas en el medio los trabajos encontrados no han profundizado este aspecto en particular, y mucho menos sobre la importancia que tiene como garantía de éxito las estimaciones de costos directos realizadas desde la factibilidad misma de los proyectos inmobiliarios. Si bien, hay bibliografía que propone teorías, métodos y herramientas generales sobre el control de costos, no se encuentran trabajos que ilustren los procedimientos y metodologías específicas a seguir en la aplicación de un control sistemático y organizado durante el desarrollo de los proyectos.

En otros países se encuentran temas científicos actuales, principalmente revistas y documentos internacionales que han tratado las generalidades en el tema del control de costos de construcción; estos han investigado las causas que han generado sobrecostos de construcción y las principales características y condiciones que se deben tener en cuenta en el control. Sin embargo la investigación ha sido principalmente dedicada a la identificación de las causas y factores de excesos de costos y tiempo. Son menores las investigaciones orientadas a estudiar los factores causantes de sobrecostos y las metodologías a utilizar en el control de dichos factores, como lo ha expresado *Hemanta Kumar Doloi* (2011). No obstante se han encontrado trabajos relacionados que respaldan la investigación realizada, entre los que se encuentra el artículo científico *el control*

de costos y tiempo en la construcción de proyectos: factores inhibidores y medidas de mitigación en la práctica de la construcción (*cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice construction*. Yakubu Adisa Olawalea; Ming Sun, 2010). En dicha investigación fueron realizadas encuestas a 250 organizaciones de la construcción en el Reino Unido, y entrevistas con el personal profesional más experimentado de 15 de estas organizaciones, generando resultados que ayudaron a establecer medidas para mitigar en la práctica los sobrecostos de construcción. Por primera vez se identificaron y calificaron con un índice de importancia relativa (IIR)¹⁸, los factores que dificultan que el control de costos y del programa de los proyectos se realice eficientemente (ver tablas 24 y 25). La investigación recomienda desarrollar medidas de mitigación preventivas, predictivas, correctivas y de organización, para ser utilizadas como una lista de verificación de buenas prácticas, ayudando así a reducir los problemas generados por dichos factores.

Tabla 24. Factores que dificultan el control de costos

N°	IIR	FACTOR
1	0,94	Cambios en el diseño
2	0,89	Riesgos e incertidumbres asociadas a los proyectos
3	0,86	Inexacta evaluación del tiempo y duración del proyecto
4	0,82	Incumplimiento de los subcontratistas y proveedores escogidos
5	0,81	La complejidad de las obras
6	0,81	El conflicto entre las diferentes partes (representantes) del proyecto
7	0,80	Las discrepancias en la documentación de los contratos
8	0,80	Desacuerdos en el contrato y en la interpretación de las especificaciones
9	0,79	La inflación de los precios (aumento gradual de precios)
10	0,78	Inadecuada programación de la financiación y pago por obras finalizadas
11	0,77	Falta de experiencia y formación adecuada del gerente del proyecto
12	0,69	Escasa mano de obra calificada
13	0,68	Condiciones meteorológicas imprevisibles
14	0,65	La dependencia de materiales importados
15	0,62	La falta de un software y metodología de control adecuada
16	0,59	Inestables tasas de interés
17	0,58	Fluctuación de la moneda o del tipo de cambio de moneda extranjera
18	0,58	Débil regulación y control o falta de estas
19	0,55	Fraudes y/o corrupción en el proyecto
20	0,48	Políticas gubernamentales inestables

Nota estos factores son relacionados de mayor a menor, según la calificación obtenida, y de acuerdo al nivel de perjuicio que representan para el control de costos.

Fuente: Yakubu Adisa Olawalea; Ming Sun, 2010.

¹⁸ El Índice de importancia relativa (IIR), es un índice que califica el factor de inhibición en una escala de 0.0 a 1.0, de acuerdo al nivel de prohibición que dicho factor genera para que el control sea eficientemente realizado en los proyectos.

Tabla 25. Factores que dificultan el control del tiempo del proyecto

N°	IIR	FACTOR
1	0,94	Cambios en el diseño
2	0,86	Inexacta evaluación del tiempo y duración del proyecto
3	0,86	La complejidad de las obras
4	0,85	Riesgos e incertidumbres asociadas a los proyectos
5	0,85	Incumplimiento de los subcontratistas y proveedores escogidos
6	0,78	Falta de experiencia y formación adecuada del gerente del proyecto
7	0,77	Las discrepancias en la documentación de los contratos
8	0,74	Escasa mano de obra calificada
9	0,74	El conflicto entre las diferentes partes (representantes) del proyecto
10	0,74	Condiciones meteorológicas imprevisibles
11	0,73	Inadecuada programación de la financiación y pago por obras finalizadas
12	0,71	Desacuerdos en el contrato y en la interpretación de las especificaciones
13	0,66	La dependencia de materiales importados
14	0,61	La falta de un software y metodología de control adecuada
15	0,58	La inflación de los precios (aumento gradual de precios)
16	0,55	Débil regulación y control o falta de estas
17	0,50	Fraudes y/o corrupción en el proyecto
18	0,47	Políticas gubernamentales inestables
19	0,46	Inestables tasas de interés
20	0,45	Fluctuación de la moneda o del tipo de cambio de moneda extranjera

Nota estos factores son relacionados de mayor a menor, según la calificación obtenida, y de acuerdo al nivel de perjuicio que representan para el control del tiempo de la programación.

Fuente: *Yakubu Adisa Olawalea; Ming Sun, 2010.*

A continuación se presentan otras investigaciones relacionadas con el tema de control de costos de construcción, las cuales son expuestas en orden temático, y tratando de mantener una exposición cronológica de las mismas.

4.2.1 Sistemas de seguimiento y su eficacia para el control de costos en la construcción de proyectos. (*Monitoring systems and their effectiveness for project cost control in construction*). Esta investigación muestra la eficacia de algunos sistemas de control de uso común, en la detección de desviaciones del rendimiento y costos previstos. Expone *Saad H. Al-Jibouri, (2003:145)*, que algunos sistemas de uso común se utilizan para dar garantías de seguimiento y eficiencia en los proyectos y son utilizados en el control y la detección de desviaciones del costo previsto y de rendimiento sirviendo para indicar:

- principales parámetros técnicos del proyecto,
- variaciones en la aplicación de métodos,
- relaciones basadas en las actividades técnicas

En un proyecto, los planes son por lo general elaborados para garantizar que el trabajo se lleve a cabo con la calidad deseada, en el tiempo permitido, y de acuerdo al presupuesto. Sin embargo las diferencias respecto al plan inicial, producen sucesos comunes que perjudican la construcción. Estas diferencias son

esperadas debido a la naturaleza de la construcción, al trabajo y a las incertidumbres asociadas con ella, en el caso de que las diferencias entre el plan y el rendimiento en el trabajo real sean representativas, la acción de control normalmente se requiere para tratar de llevar el rendimiento real, de acuerdo al estado deseado del plan.

Sobre la marcha, el proyecto requiere ser supervisado y comparado a medida que avanza el trabajo, con el fin de poder identificar y medir las diferencias; las mediciones son limitadas en número, debido a costos relacionados con la recolección de datos. Existe para esto una serie de sistemas que se utilizan tradicionalmente en la construcción para supervisar e informar sobre los avances de la obra, algunos de ellos se basan en la información relacionada con las actividades, mientras que otros se basan en formas de trabajo, a pesar de que todos estos sistemas se utilizan para producir las medidas financieras de rendimiento del proyecto. Es necesario y con anterioridad a estos sistemas desarrollar un modelo de proyecto realista que simule la evolución del proyecto y genere la información pertinente a estos sistemas de vigilancia, con factores que influyan en el costo y el rendimiento del proyecto (Saad H. Al-Jibouri, 2003:145).

4.2.2 Bases de datos para la planificación inicial de costos. (*Database for elemental cost planning*), esta investigación se enfoca en la planificación de costos de proyectos de construcción en el Reino Unido. *Martin Joe* (2004:IT.02.1), presenta los medios para controlar el proceso de diseño y para satisfacer las necesidades del presupuesto del cliente. Menciona que la clave para la planificación de los costos, es utilizar el concepto de elementos, donde, un elemento se define como parte de un edificio que cumple una función específica o funciones independientes de su diseño, especificación o construcción. Cuando los detalles de diseño están incompletos en las primeras etapas de un proyecto, los costos iniciales de edificios similares dan una expectativa clara del costo desde el inicio. Los costos probables de los elementos del nuevo proyecto, permiten que el planificador de costos (presupuestador y controlador de costos de construcción), indiquen los supuestos en que se ha basado en la estimación o presupuesto inicial y que elementos han sido asumidos. El costo inicial de los ítems de construcción proporciona al usuario que consulta el presupuesto, las mejores fuentes de datos y ofrece el marco inmediato desde donde este debe trabajar. El primer paso en la compilación de un nuevo plan de costos de construcción, es examinar la base de datos existente con el fin de acceder a procedimientos históricos de proyectos. Una base de datos confiable puede proporcionar datos comparativos eficaces, a partir de una muestra de proyectos modelos tomados como referencia. Dicho análisis inicial debe contener:

- datos particulares del cliente,
- detalles del proyecto,

- localización del proyecto,
- procesos y tipos de contratación,
- descripción del sitio de localización,
- áreas de circulación utilizables (zonas comunes, zonas privadas, zonas cubiertas y descubiertas),
- unidades funcionales de construcción,
- desglose de los gastos iniciales,
- cantidades de elementos por unidad,
- breve descripción inicial,
- dibujos, planos y diagramas de cálculo de cantidades geométricas de elementos.

La planificación de costos de proyectos de construcción permite al experto en costos junto con el equipo de diseño, obtener el diseño de un edificio con base en un costo inicial del proyecto, en lugar de un costo inicial de proyecto después de que el diseño haya sido completado.

El control de los costos sólo puede ser alcanzado por las acciones de todo el equipo del proyecto, incluido el cliente o promotor. Es vital para esto, el papel del experto en costos, utilizando técnicas de planificación de costos, para facilitar los fines trazados y lograr los requisitos del cliente dentro del presupuesto acordado. La planificación de costos permite que estos se asignen a las funciones de un proyecto a partir de una lista estándar de "elementos". Una vez que se acuerda el plan de gastos, el costo total de un proyecto puede ser controlado manteniendo los costos dentro del presupuesto inicial estimado. Cabe destacar que el control de costos sólo puede lograrse por la acción conjunta del equipo del proyecto.

Cuando no exista la suficiente información sobre diseños y especificaciones y, por lo tanto, se hayan hecho suposiciones con información asumida, es importante en el ajuste de las estimaciones iniciales para el desarrollo del proyecto, realizar una lista de control de los factores que pueden afectar los niveles de precios como:

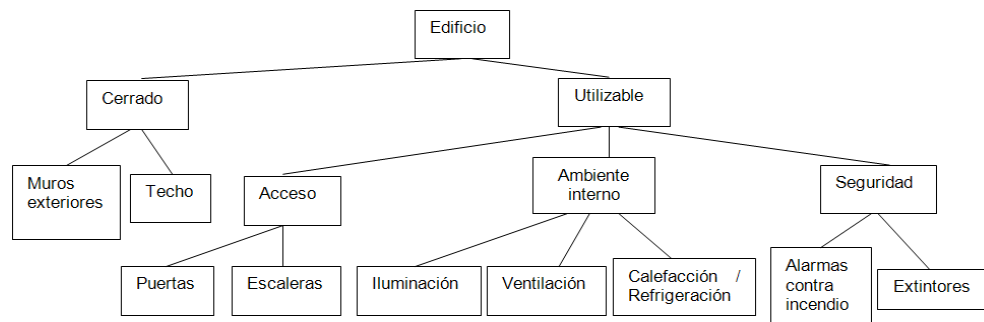
- ubicación del proyecto,
- uso y necesidades del proyecto,
- tamaños (áreas de niveles y de unidades funcionales),
- fecha límite de entrega,
- nivel de especificación,
- reproducciones de diseño (en este caso, edificios existentes que sean similares al concepto del cliente),
- número de plantas,
- requisitos especiales de altura de pisos,
- requisitos de ingeniería especializada,
- publicidad,
- condiciones de acceso al sitio,

- limitaciones probables de la planificación,
- riesgos y problemas en las condiciones del suelo,
- ocupación actual del sitio,
- problemas con los servicios públicos futuros o existentes,

Es posible armar con la información correcta un plan de gastos inicial sobre la base de proyectos anteriores, que muestren claramente la base sobre la cual ha sido calculado el costo de proyectos nuevos. Con detalles de los requisitos del cliente y el esquema de diseño disponible se puede desarrollar un plan de gastos. Por lo general, cuando el cliente se compromete con el diseño detallado y la construcción, el plan de gastos inicial se convierte en el presupuesto. El control del diseño durante el desarrollo del presupuesto es un proceso de conciliación de costos y de modificaciones de diseño. Un plan de gastos presentado en forma de elementos de diseño facilita dicho proceso.

4.2.2.1 Planificación de los costos a partir de elementos de diseño. La clave para la planificación de costos es el concepto de elementos. Los diseñadores tienden a pensar en términos de funciones y de los medios por los que se pueden realizar esas funciones. Estos, ven como una función, la separación del ambiente interno del edificio, del ambiente exterior, y utilizan los muros y el techo (cubierta) para realizar esta tarea. Con los elementos de diseño para efectos de las estimaciones de costo inicial, si la cubierta es de madera y tejas de barro o de concreto carece de importancia. La principal preocupación en este caso para realizar el presupuesto inicial, es saber cuánto puede costar el elemento, para poder incluirlo en un edificio de un tipo determinado.

Figura 13. Descomposición funcional de elementos



Fuente: Elaborado con base en *Joe Martin*, (2004:IT. 02.2).

Un elemento se define como parte de un edificio que cumple una función específica o funciones con independencia de su diseño, especificación o construcción. Dado que potencialmente todos los edificios poseen estos elementos, el proceso de diseño consiste en diseñar dichos elementos a fin de

garantizar un mejor ajuste a las necesidades de los usuarios funcionales, a la planificación de costos y a que las técnicas de la ingeniería de valor¹⁹ sigan este proceso de diseño, utilizado para optimizar las soluciones de diseño en función de las necesidades del cliente.

Los siguientes factores pueden ser utilizados para estructurar la información:

- inicio de las estimaciones de costos,
- requisitos de los empleados para realizar las estimaciones,
- planes de costos,
- especificaciones de funcionamiento,
- función de los modelos de costos de ingeniería de valor,
- planos en capas *CAD*,
- análisis de costos y riesgos,
- análisis de costos y ciclo de vida,
- análisis de contrato de costos,
- bases de preparación de costos,
- bases de cálculo,
- evaluación de las propuestas de licitación,
- pagos parciales,
- planificación de costos,
- estado de encuestas del mercado sobre diferentes precios de elementos.

4.2.2.2 Requisitos para la base de datos de costos inicial. El establecimiento de un archivo de estudio de costos con información sobre presupuestos y costos de obras es una parte integral para la planificación de los mismos.

¹⁹ La ingeniería de valor es una técnica multifuncional que se emplea en las etapas fundamentales en el proceso de diseño de un instrumento o producto y sirve para identificar y eliminar el valor añadido innecesario que no suma calidad. Ayuda a mejorar el aspecto, duración o características deseadas por los clientes a un instrumento (producto). Se emplea principalmente para la reducción de costos de los instrumentos diseñados.

Esta herramienta es utilizada para valorar el método de diseño y para la certificación del ISO 9000, se lleva a cabo en una secuencia lógica de sus elementos:

- Selección del producto: sub-montaje o componente que se ha de estudiar.
- Definición de la función: de cada artículo.
- Recopilación de información: costos, cantidades, necesidades del cliente, etc.
- Especulación: de alternativas.
- Evaluación: de alternativas.
- Verificación: de alternativas.
- Puesta en práctica: como propuesta de cambio de producto.

La ingeniería de valor, centrada en artículos de costo elevado o en aquellos otros de escaso beneficio, baja calidad o problemáticos y basada en equipos multifuncionales de cinco a seis personas, ha demostrado que es muy eficaz al agrupar al personal de diseño y de producción (Pérez, J.S.; Juárez, J.L.; Pérez, J.L.).

Cuando en las primeras etapas de un proyecto los detalles de diseño están incompletos, los costos iniciales con base en costos de edificios similares dan una visión desde el principio de los costos probables de los elementos del nuevo proyecto y permiten que el planificador de costos indique los supuestos en que se ha basado la estimación. Es importante respetar las definiciones de los elementos para que el usuario final del presupuesto pueda estar seguro de que los costos de diferentes proyectos tomados como referencia se han realizado de forma similar.

En la clasificación de un nuevo plan de costos, el primer paso, debe ser examinar la base de datos existente con el fin de acceder a planes históricos similares al sistema propuesto. Estadísticamente los planes de costos más precisos se producen si estos se basan en la información de una serie de proyectos que son similares al nuevo sistema, en lugar de tener un único e idéntico plan. El uso de varios datos de proyectos evita la situación en la que los cambios de precios de un proyecto son mayores, que las ventajas de la similitud del diseño. Las mejores fuentes de datos de sobrecostos históricos son sistemas en los que personalmente ha estado involucrado el interventor y presupuestador, pues su participación personal significa que cualquier diferencia de precios será conocida con anticipación.

El análisis básico que se realiza debe contener:

- información del cliente,
- detalles del proyecto,
- ubicación,
- proceso de contratación,
- tipo de contrato,
- descripción del sitio, acceso, áreas y condiciones del terreno,
- áreas de circulación utilizables y espacios auxiliares,
- unidades funcionales para la construcción,
- desglose elemental de costos,
- cantidades y unidades de elementos,
- breves especificaciones iniciales,
- planos de plantas y fachadas (*Martin Joe, 2004:IT.02.1-IT.02.3*).

4.2.3 Elementos esenciales de diseño y gestión de costos. (*Essentials of design phase cost management and budget control*). En esta investigación se establece la relevancia de la gestión de costos y del control de presupuesto durante toda la fase de diseño del proyecto. *Venkataramani Sundaram (2008:24-28)*, expresa que la gestión de costos y el control de presupuesto son esenciales en toda fase de diseño de un proyecto. Estas se inician desde la fase conceptual del diseño y siguen la etapa de licitación para garantizar al propietario de que no predomine un presupuesto del proyecto excedido. Es evidente que la capacidad de influir en los costos finales de un proyecto es mayor durante la fase de diseño

que durante la fase de construcción, sin embargo, hay una mayor orientación y práctica de las tareas del control de costos durante la fase de construcción que durante la fase de diseño. El paso del avance del diseño, de lo conceptual a la fase de ejecución es un proceso dinámico, que requiere mayor atención durante el diseño para establecer el ajuste del presupuesto desde el inicio, así mismo se requiere crear conciencia de esta práctica de costos por todos los miembros del equipo que participan en la fase de diseño, como son el arquitecto, el constructor, y el propietario.

El control del presupuesto se puede lograr mediante el establecimiento de una metodología organizada y siguiendo un enfoque de diseño de costos. Es importante la participación de un equipo profesional de diseño proactivo, en el que los miembros del equipo están comprometidos y entienden sus funciones y responsabilidades, lo cual debe ser apoyado por una técnica precisa de estimación de costos del proyecto.

La capacidad de monitorear el alcance de un proyecto y los costos durante el proceso de diseño son de gran importancia para los propietarios, pues estos esperan que el equipo de diseño administre los costos de una manera precisa y cuidadosa.

El cumplimiento del presupuesto es una necesidad para el éxito del proyecto. Esto es posible si las variaciones del presupuesto se identifican a tiempo y se informan los cambios llevados a cabo en momentos importantes del diseño. El establecimiento de una gestión eficiente y un programa de control del presupuesto, desde la etapa conceptual del diseño hasta la fase de ejecución garantizan no tener un presupuesto incumplido, para que el proyecto se complemente con el alcance de los objetivos propuestos por el propietario del proyecto.

La gestión de costos y el seguimiento del presupuesto durante la fase de diseño no son difíciles, y es una meta que debe establecerse en todos los proyectos, además debe ser fácil adaptarse a los cambios durante el diseño inicial para que el costo de tales cambios sea menor en comparación con los costos presentados en etapas posteriores de ejecución del proyecto. Para el logro de dichos objetivos se debe tener en cuenta:

- la orientación y estructuración de una metodología de costos organizada,
- tener claridad sobre las funciones y responsabilidades de cada uno de los miembros del equipo,
- poder conservar el uso de buenas técnicas de estimación de costos.

4.2.3.1 Objetivos, práctica y fase de diseño de la de gestión de costos. Los objetivos característicos de la gestión de costos y de la fase de diseño sirven para:

- la estimación adecuada y precisa de un presupuesto,
- asegurarse de que las ofertas presentadas por contratistas estén dentro del presupuesto,
- asegurar la ordenación del presupuesto y el cumplimiento de los requerimientos del propietario,
- reducir al mínimo los riesgos por causa de los sobrecostos.

Durante la fase de diseño la gestión de costos requiere conciencia orientada de todos los miembros del equipo de diseño a los costos de manera permanente. Todos los miembros del equipo de diseño deben desempeñar una tarea proactiva en la definición y el control de los costos del proyecto, y hacer del uso del control de costos como una herramienta más del diseño para reducir al mínimo el riesgo de sobrecostos. Esta práctica debe constar de los siguientes elementos:

- alto compromiso de los miembros del equipo de diseño con los costos, el presupuesto del proyecto y la construcción,
- establecimiento de un modelo de costos para el cálculo del mismo, para que los costos puedan darse con buenos resultados y las variaciones sean fácilmente identificadas para apoyar la toma de decisiones,
- gestión de costos para cumplir las expectativas del propietario.
- Seguimiento y control en el proyecto,
- considerar los factores de costo en el establecimiento de especificaciones del proyecto,
- evaluación de los gastos durante el desarrollo del proyecto, como un parámetro importante de diseño,
- evaluar adecuadamente los parámetros y consecuencias de decisiones que impliquen cambios en el presupuesto,
- búsqueda de alternativas de concepto y diseño, como base para el desarrollo de un menor costo,
- uso de ingeniería de valor y análisis de valor para mejorar el valor del producto, reduciendo al mínimo los costos,
- revisión de las etapas de construcción, para asegurar que el proyecto sea entregado dentro de parámetros realistas y costos predeterminados,
- documentación y archivo de reuniones de comités de obra, de revisión y confirmación de las decisiones de diseño.

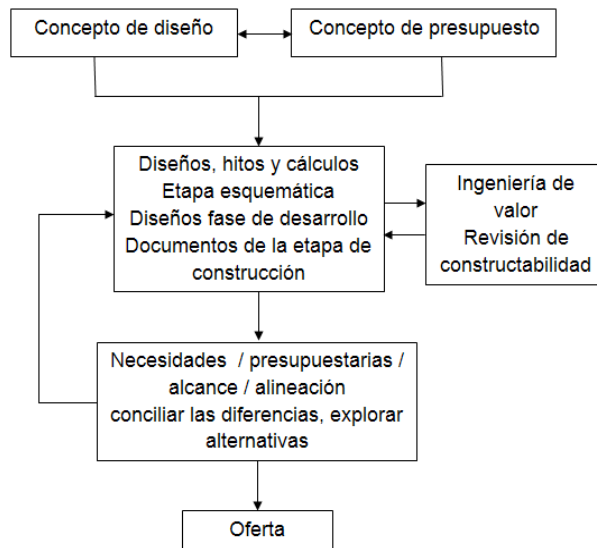
Con la aplicación de este enfoque se promueve obtener como resultado los siguientes beneficios:

- estimaciones más precisas para mejorar la toma de decisiones,
- un mejor control de costos del presupuesto,
- mejora del control de cambios y menor probabilidad de detrimento del alcance deseado,
- identificación oportuna de las áreas y las tareas riesgosas para el presupuesto.

4.2.3.2 Fase de diseño de la metodología para el control del presupuesto.

En un desarrollo por etapas de diseño que incluya hitos como el desarrollo del diseño, diseño del proceso de construcción, revisión de la constructibilidad²⁰, necesidades presupuestarias e implementación de documentos de oferta, es necesario preparar el costo estimado por etapas verificando el presupuesto en cada etapa del desarrollo del diseño. La figura 14, muestra un ejemplo del diagrama de flujo de control del presupuesto. El presupuesto del proyecto se perfecciona a lo largo de las diferentes fases de preparación del diseño hasta la entrega de diseños finales para la construcción.

Figura 14. Diagrama de flujo del control de presupuesto



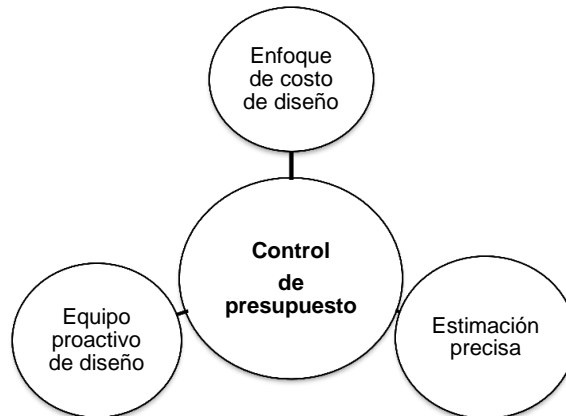
Fuente: Elaborado con base en *Sundaram Venkataramani*, (2008:25).

²⁰ El CIRIA (Centro Interactivo de Recursos de Información y Aprendizaje) contribuye a posicionar a la UDLAP "Universidad de las Américas Puebla México" en la formación de profesionales e investigadores para aprovechar los recursos de información y ambientes de colaboración más avanzados para compartir y generar conocimiento. En 1983 definió la constructibilidad (constructabilidad), como "La metodología que proporciona al diseño del edificio la facilidad de construcción, estando sujeta a todos los requerimientos necesarios para llevarla a cabo". Definición basada en la relación entre el diseño y la construcción que reconoce la trascendencia de la toma de decisión en la etapa de proyecto. Casi simultáneamente, en Estados Unidos, el *CII* (*Construction Industry Institute*), propuso una definición con un campo de aplicación más amplio que la dada por El CIRIA, definiéndola como un sistema para conseguir una óptima integración del conocimiento y experiencia constructivos en las operaciones de planificación, ingeniería y construcción, orientado a tratar las particularidades de la obra y las restricciones del entorno con la finalidad de alcanzar los objetivos del proyecto.

Es importante para todos los elementos esenciales del control del presupuesto (ver figura 15), que su campo de aplicación esté claramente definido y su desarrollo sea a lo largo de cada fase. Los pasos recomendados son los siguientes:

- entender el alcance del proyecto y los detalles de referencia,
- preparar una estimación actualizada en todas las etapas de diseño (desarrollo esquemático, diseño y fase de diseños para construcción),
- realizar un seguimiento de la estimación del presupuesto actualizado para evitar cualquier diferencia o variación,
- revisar el presupuesto, la ordenación de alcances para el proyecto nuevo y en ejecución, y si hay aprobación de fondos adicionales, justificar el aumento de dichos costos para el propietario,
- identificar las desviaciones o el deterioro del alcance,
- coordinar con el equipo de diseño y tener un equilibrio racional entre el alcance, la calidad y el costo para mantener el proyecto dentro del presupuesto,
- asegurar que las diferencias entre los costos de diseños anteriores y actuales sean conciliadas,
- asegurar que los cambios innecesarios y costos adicionales sean revisados antes de proceder con la etapa de diseño final.

Figura 15. Elementos esenciales de control de presupuesto



Fuente: Elaborado con base en *Sundaram Venkataramani*, (2008:26).

Para la fase de diseño es necesario tener claras las funciones y responsabilidades del estimador (presupuestador), del arquitecto (diseñador) y del propietario o promotor del proyecto, para una eficaz y eficiente gestión de costos y control del presupuesto (*Venkataramani Sundaram*, 2008:24-28).

4.2.3.3 El estimador (presupuestador) o ingeniero de costos.

Según Leopoldo Varela Alonso, (2009:17), el ingeniero de costos es un concepto y visión más amplia de la función de hacer análisis de costos, es lo que se conoce como la administración total de costos, la cual también incluye en forma más extensa el conocimiento y aplicación de materias, tales como la ingeniería económica, contabilidad, finanzas, control de proyectos y optimización, entre otros. El buen analista o ingeniero de costos, es aquél que ha acumulado suficiente experiencia tanto en obra como en oficina y posee un instinto particular para hacer estimaciones acertadas. Una característica que lo distingue es que sabe muy bien distinguir, delimitar y concentrarse sobre lo que es relevante.

Expresa *Venkataramani Sundaram* (2008:25), que el estimador (presupuestador) debe:

- darse cuenta de que realiza una tarea importante en el proceso de control del presupuesto,
- coordinar tareas con el equipo de diseño, durante la fase de diseño, y darse cuenta de que su función no termina en solo la producción de un presupuesto específico inicial. Es importante que involucre los principios del proceso de diseño, especialmente cuando las decisiones fundamentales de diseño se están tomando, pues en ese momento las cosas pueden ser redefinidas sin mayor dificultad,
- supervisar continuamente las decisiones de diseño que afectan el costo, e informar al equipo de diseño de los efectos de tales decisiones a la mayor brevedad posible,
- hacer lo posible para entender el alcance y la intención del diseño con el fin de prever las consecuencias financieras, en lugar de simplemente y finalmente reaccionar a un diseño final,
- ser capaz de proporcionar la mejor información previa a la construcción, al equipo de diseño. Este debe transmitir al equipo de diseño, que además de los factores de diseño, el costo final se rige por otras variables tales como el aumento de precios de insumos, aumento de precios de subcontratistas, aumento de salarios del personal administrativo de obra y el entorno de la construcción, entre otras variables.

4.2.3.4 El Arquitecto diseñador y su relación con los costos.

Explica *Venkataramani Sundaram* (2008:25-26), que durante la etapa esquemática del proyecto, el arquitecto debe cumplir con tres aspectos fundamentales mostrados en la figura 16, como son: la calidad o efecto arquitectónico, el costo y el espacio o requisitos de tamaño.

Figura 16. Limitaciones de los arquitectos



Fuente: Elaborado con base en *Sundaram Venkataramani*, (2008:27).

El arquitecto diseñador debe ayudar al dueño en la elección de las prioridades y toma de las acciones correctivas. Si el costo es la principal preocupación, el arquitecto debe revisar sus diseños para minimizar los costos y ayudar a los clientes en la mejor determinación de las prioridades de costo, calidad y espacio.

Si el propietario o empresa promotora tienen un presupuesto predeterminado y el costo es la principal preocupación, el arquitecto debe procurar por que el dueño entienda la importancia de la cantidad de espacio y su calidad para satisfacer el presupuesto. Durante la etapa de elaboración del proyecto, el arquitecto puede hacer modificaciones a los materiales, al tamaño, a la configuración y al efecto arquitectónico. Comités de presupuesto que involucren un equipo multidisciplinar para examinar todas las características del proyecto, aseguran que las funciones necesarias de los propietarios sean siempre las más rentables; este ejercicio no debe resultar en la reducción de la calidad o del efecto arquitectónico para ahorrar dinero, en esta etapa, el arquitecto y el propietario deben estar seguros del costo, antes de invertir tiempo y esfuerzos, para poder tener documentos (planos y especificaciones) bien definidos en la etapa de construcción.

Durante la etapa de planos y especificaciones de construcción, el arquitecto debe asegurarse de que dichos documentos de construcción sean claros, coherentes y tener presente que además de reflejar el diseño, los planos y especificaciones también determinan el costo final.

Debe realizarse una revisión de constructibilidad del diseño y especificaciones, además identificar y corregir conflictos entre diseños, repeticiones u omisiones en el pliego de condiciones, antes de que en el proceso de contratos se den las ofertas competitivas, ya que esto evita cambios posteriores.

El empleo de alternativas de diseño debe reducirse al mínimo, El arquitecto debe sugerir arquitectos auxiliares sólo como una medida de mejora para el alcance del proyecto, y en la medida de lo posible debe garantizar que el diseño base se logre con los requerimientos del proyecto y con el presupuesto disponible, los diseños y especificaciones deben ser suficientemente claros para la fijación de precios y ofertas, y así poder ser competitivos.

El arquitecto puede formular condiciones o adendas aclaratorias del alcance de la documentación, para cualquier consulta y para poder tener las respuestas a las preguntas que puedan surgir de una reunión previa. Después de emitir la información final de diseño, la exposición de diversas adiciones puede desmejorar la confianza en el diseño, y la documentación complementaria necesitara la revisión en el presupuesto. Es conveniente que el arquitecto diseñador vigile cuidadosamente la información adicional que pueda generarse, ya que esta puede implicar tiempos adicionales de ejecución y sobrecostos considerables del proyecto (*Venkataramani Sundaram*, 2008:25-26).

4.2.3.5 Consideraciones y responsabilidad del propietario con los costos.

Explica *Owen Grant* (2009:11), que para obtener los mejores resultados, la responsabilidad de control de costos en última instancia, debe tenerla el propietario. La delegación de su responsabilidad mediante la asignación de trabajos a un contratista general o gerente de construcción es asumir riesgos considerables para el proyecto. Es esencial, por lo tanto, que un propietario tenga la responsabilidad primaria para el presupuesto general y el control de costos. La forma más directa para que el dueño pueda hacer esto es contratar a un consultor independiente experimentado y calificado en costos de construcción con el fin de cuidar y proteger mejor sus intereses financieros. Este consultor debe ser alguien que no tenga interés personal en el diseño y la construcción, ni la fabricación o el suministro de materiales o sistemas de construcción. Debe formular un plan de gastos desde la etapa más temprana posible del proyecto, sobre una base de datos objetivos, con el proyecto real, reunidos a partir de una combinación de la evaluación comparativa, el estudio de mercado local, y la experiencia de consultores.

El plan de gastos del proyecto debe ser monitoreado continuamente, a medida que este avanza a través de las etapas de diseño. Las decisiones de diseño individuales se deben evaluar a medida que surjan impactos y se creen consecuencias desfavorables en el costo previsto del proyecto.

Los promotores del proyecto deben dar la debida atención y revisión al curso de los factores de inflación y de subida de precios. La gestión de costos debe realizarse con todas las solicitudes de pago y reclamaciones examinadas a fondo, antes de la aprobación de las cuentas finales. Los promotores y los propietarios deben mantener el control total de su presupuesto, con el fin de que sus proyectos tengan éxito y se cumplan los márgenes de utilidad. Mediante la implementación de un enfoque formal y estructurado para el proceso de gestión de costos de construcción y fortaleciendo el papel del consultor de costos de construcción que acompaña a los promotores, el promotor obtiene la mejor oportunidad para lograr el mejor valor posible para su proyecto (*Owen Grant*, 2009:11).

Expresa *Venkataramani Sundaram* (2008:26-28), que el propietario forma parte importante del equipo de diseño y que sus decisiones tienen un impacto considerable en el valor final del proyecto. El propietario debe tener en cuenta las siguientes consideraciones antes de definir el valor final del proyecto:

- Mantener el proyecto sin documentos confusos.
- Seguir las condiciones aceptadas en los contratos, evitando la imposición de requisitos irrazonables.
- No limitar la competencia, por el uso excesivo de restricciones y de requisitos de licitación, así como la insistencia de seguir con proveedores y subcontratistas designados que no favorezcan al proyecto.
- Comprobar acuerdos sobre los imprevistos y consideraciones de riesgo, por ejemplo, trabajos que sean difíciles de cuantificar, eliminando el riesgo para el contratista y verificando que el dueño pague sólo por el trabajo efectivamente realizado.

4.2.4 Los diseños de proyectos como parte integral del control de costos.

Owen Grant (2009:11), expresa que en todo el mundo las crisis financieras atacan en algún momento la industria de la construcción, los proyectos quedan paralizados, o cancelados por completo, ya que los promotores y los inversionistas se ajustan a la tarea cada vez más difícil de conseguir financiamiento para la construcción. Si bien hay muchos aspectos negativos significativos atribuidos a estas situaciones, también existe la posibilidad de contar con un consultor profesional de costos de construcción para potencializar formas innovadoras de gestionar y mantener los costos de la construcción y mantener satisfechos a los promotores del proyecto. En una situación ideal, el equipo de diseñadores y promotores deben utilizar la información de costos como parte integral del diseño y de la toma de decisiones dentro de un plan de gastos pre-determinado para que el proyecto evolucione sin contratiempos. El equipo de diseño debe basarse en el costo de las decisiones de diseño a medida que estas se llevan a cabo; el consultor de costos de construcción debe facilitar un continuo asesoramiento imparcial para el desarrollo de un plan viable, junto con un enfoque formal imparcial para gestión de gastos, ya que es el único medio seguro de gestión de los costos de construcción por el cual se obtiene ahorro de tiempo y costos. La gestión de costos de construcción tiene como objetivo garantizar que los recursos se utilicen en la construcción de la forma más ventajosa posible y los promotores de proyecto son cada vez más insistentes para que los proyectos sean diseñados y construidos obteniendo mayores utilidades.

Como los edificios que se construyen son cada vez más avanzados tecnológicamente y los clientes más exigentes en sus expectativas, se hace necesario mejorar y perfeccionar las herramientas de control de costos de construcción. El alza de precios, las restricciones de capital, y las altas tasas de interés, han obligado a los promotores a exigir a sus asesores profesionales para

que acepten el costo como un elemento de diseño, y esperar que los costos sean razonablemente estables a través de todas las partes del edificio, y poder predecir con mayor exactitud el control de costos.

Un promotor de proyecto desea en última instancia que el edificio esté bien construido en cuestión de calidad, programación y costo, es decir con atributos inmejorables, terminado a tiempo y dentro del presupuesto. La práctica tradicionalmente utilizada para esto es la estimación, lo cual a veces es contraproducente, ya que la realización de rápidas estimaciones, sirven solo para proporcionar al propietario una evaluación parcial de los costos en puntos específicos del proceso de diseño. El equipo de diseño debe intentar que el presupuesto alcance para el final de cada fase de diseño establecido, y que el edificio quede dentro del presupuesto inicialmente fijado. (*Owen Grant, 2009:11*).

4.2.5 Importancia de una precisa estimación de costos. Expone *Venkataramani Sundaram (2008:26-28)*, que buenas técnicas de estimación dar por resultado una mayor precisión. Es importante que los estimadores, o consultores externos, hagan todo lo posible para realizar presupuestos realistas y dentro de las tolerancias permitidas. La estimación en la fase de diseño es fundamental, ya que sirve como base para el presupuesto del propietario y para la evaluación de las ofertas de los contratistas del proyecto. La preparación adecuada de estimaciones refleja todos los requisitos de planos y especificaciones. Una buena estimación ayuda al desarrollo de datos históricos para estimar el costo futuro en proyectos similares. Es importante que la estimación elimine los errores comunes de la fase de diseño y proporcione al propietario y al equipo de diseño un buen grado de precisión y confianza en el control del presupuesto.

Estimadores conocidos del propietario pueden basar sus estimaciones de sobrecostos en proyectos similares, durante la estimación estos consiguen obtener cotizaciones confiables y precios que se basan en medios actuales y métodos de construcción anteriormente utilizados por el propietario del proyecto. La exactitud y validez de una estimación puede ser mejorada a partir de promover:

- un buen modelo de costos,
- la precisión del punto de partida para los precios del proyecto,
- la realización de investigaciones en el sitio del proyecto,
- la revisión de todos los activos intangibles, riesgos e imprevistos del proyecto,
- el examen periódico de la estimación de costos con el equipo de diseño y el propietario,
- la comprensión de la programación del proyecto en sus diferentes etapas, etc.,
- el listado de alternativas incluidas en la estimación,
- la documentación de la estimación, las hipótesis, las fuentes de información y otros datos o elementos utilizados en el desarrollo de la estimación en cada etapa

de diseño.

4.2.5.1 Modelo de costos del proyecto. Un modelo de costos es un desglose organizado del presupuesto del proyecto en partes lógicas e identificables. Generalmente, los modelos de costos pueden ser definidos por zonas, sistemas constructivos, divisiones, especificaciones o fuentes de financiación.

El desarrollo de modelos de costos mediante una combinación de categorías puede ayudar a analizar el proyecto de diversas maneras, lo cual proporciona una perspectiva adecuada en esfuerzos generales de administración de costos. Estos modelos pueden dividir el presupuesto en componentes pequeños, y en caso de incumplimiento del presupuesto, es más fácil para el director del proyecto su identificación, lo cual ayuda a orientar las medidas de control en zonas o sistemas donde se puedan presentar sobrecostos, esto evita la reducción de costos en zonas equivocadas y compensa el presupuesto y el alcance del proyecto.

4.2.5.2 Información sobre los costos actuales del mercado. La precisión depende de un método de fijación de precios y un buen comienzo para los costos del proyecto no debe ser difícil dada la gran variedad de software y técnicas disponibles en la actualidad en el mercado. La precisión en los precios se puede lograr, si hay una buena base de datos y aportes de otras fuentes. La entrada puede provenir de una variedad de fuentes como los subcontratistas, proveedores y anteriores publicaciones oficiales de precios y bases de datos de software. Sin embargo la fuente más importante de precios, es la propia experiencia y criterio del estimador. Es bueno para esto desarrollar mecanismos de retroalimentación con las organizaciones de trabajadores, distribuidores, proveedores de equipos, empresas de alquiler y subcontratistas para obtener la información sobre los costos actuales. También es importante que la evolución de los precios se desarrolle a partir de las adjudicaciones de contratos recientes y se utilicen para proyectar las tendencias futuras de costos en proyectos futuros. En cualquier momento durante la etapa de desarrollo del diseño, el estimador debe evitar quedarse solo con los costos inicialmente estimados, debe indagar la actualidad de los mismos constantemente.

4.2.5.3 Revisión de intangibles en los costos del proyecto. El estimador y el controlador de costos deben revisar todos los intangibles, que pueden afectar el proyecto, tales como el clima, el mercado, la economía, y otros requisitos especiales que pueden afectar sustancialmente el costo final del proyecto. Deben tener en cuenta factores que puedan afectar los precios de oferta, tales como: cantidad de trabajo, ubicación del proyecto, la accesibilidad, las limitaciones de accesibilidad debido al tráfico existente, la fuente y disponibilidad de materiales, la mano de obra y subcontratistas, el trabajo en horas extras o turnos doble, y el

periodo del año en que el trabajo se ejecutara. Es necesario que el estimador y quien controla los costos, prepararen un programa específico de flujo de fondos para el proyecto, considerando el efecto del tiempo en los costos de construcción, y teniendo en cuenta las siguientes consideraciones especiales de costos:

➤ **Las contingencias**, Venkataramani Sundaram (2008), establece que la contingencia o imprevistos en el presupuesto del proyecto representan el grado de riesgo dentro de la estimación. La valoración de una contingencia es un porcentaje del costo de la construcción celebrado para representar la integridad del diseño realizado. Al principio del diseño la contingencia de un proyecto es mayor, a medida que avanza el diseño y el alcance del trabajo se define con mayor precisión, dicha contingencia tiende a reducirse. La contingencia en la construcción representa el grado de condiciones desconocidas, las cuales son mayores en caso de reformas en edificios antiguos, edificios en lugares complicados, o en proyectos complejos.

➤ **Los subsidios, impuestos, intereses financieros y préstamos**, son similares e igual de delicados que las contingencias, siempre deben controlarse, ya que representan parte del gasto financiero que puede afectar los costos de construcción, pues muchas veces se destinan a fondos de reserva para eventos que no están claramente definidos, lo cual es bastante frecuente antes de las fases de diseño y cuando la incertidumbre económica del proyecto es mayor.

➤ **El controlador de costos**, debe apoyar la gestión en la ejecución del presupuesto, una adecuada evaluación del riesgo, junto con medidas de control eficaces en toda la fase de diseño, que puedan garantizar buenos cálculos del presupuesto. Para esto es importante tener en cuenta las condiciones del mercado y otros factores internos, así como los factores externos de las posibles contingencias.

Con base en la ley de Pareto²¹, y aplicándola a la construcción y al control de costos en proyectos de construcción inmobiliaria se expone, que el 20 % de la

²¹ Según La ley del 80/20, (conocida en Estados Unidos como la "ley de relevancia" o "Ley de trivialidad"), la cual es una regla determinada por Vilfredo Pareto, basada en observaciones, donde apreció que el 20% de la población poseía el 80% de las riquezas, y comenzó a extrapolar esta relación a otros ámbitos: diciendo que el 20% de las empresas generan el 80% de los beneficios, y el 20% de los trabajadores generan el 80% del trabajo, etc. En la actualidad la ley de Pareto cuenta con múltiples aplicaciones en diferentes entornos como pueden ser la informática, el control de calidad, el marketing, la investigación, y los recursos humanos entre otros. Con la finalidad de mejorar la eficiencia, basándose en el principio que el 20% de los esfuerzos generan el 80% de los resultados, en los costos de construcción, se tiene entonces, que un 20% de las actividades representan el 80% del costo total de la obra (lo relevante), mientras que el 80% de los ítems son menos significativos y sólo aportan el 20% del costo.

obra se gasta el 80 % del esfuerzo. Un controlador de costos debe tratar de evitar pasar demasiado tiempo en el 20 por ciento de los elementos que contribuyen al menor costo. El estimador (presupuestador) debe identificar los factores de costo y priorizar sus esfuerzos, es decir para los insumos de bajo costo, un precio unitario modelo o una estimación aproximada sobre la base de experiencias anteriores será suficiente y las actividades más representativas en los costos deberán ser las de mayor control y cuidado en la determinación de su costo.

La aplicación de los conocimientos prácticos en los controles económicos debe ser utilizada para aumentar el rendimiento y utilidades de una empresa. No se debe obviar que el objetivo de la ley de Pareto es aumentar la eficiencia y disminuir el trabajo, y en el medio cualquier empresario o gerente de proyecto con ayuda de un poco de observación de la realidad de un negocio o proyecto puede determinar dicha relación 20-80.

➤ **El estimador (presupuestador)**, es quien debe darse cuenta, que el precio pagado por impuestos y demás gravámenes de fondos asignados para el proyecto, no deben influir en los costos estimados. Cuando la estimación de la fase final de diseño sea definida, el estimador, debe evitar la manipulación de la información de costos con el fin de satisfacer los intereses del propietario. Los objetivos de la gestión de costos y el control de presupuesto durante la fase de diseño se pueden lograr con un esfuerzo comprometido del equipo de diseño, y las variaciones pueden ser fácilmente seguidas teniendo un enfoque sistemático de los miembros del equipo, los cuales deben actuar de manera responsable y sensible frente al presupuesto, y siguiendo las técnicas de estimación del costo. Se debe buscar un diseño de costos que ordene y articule el presupuesto, su ambiente de aplicación, los requisitos de diseño, y problemas asociados, tales como el retraso de la adjudicación, rechazo de ofertas, rediseños y nueva publicidad del proyecto (*Venkataramani Sundaram, 2008:26-28*).

4.2.6 Fortalecimiento del papel del consultor de costos de construcción. (*Enhancing the role of the construction cost consultant*), *Owen Grant, (2009:11)*, describe la importancia que tiene un consultor de costos siempre presente en los proyectos de construcción, que este evaluando constantemente los costos del mismo. Este investigador ha comentado que el equipo de diseñadores y promotores debe utilizar la información de costos como parte integral del diseño, tomar decisiones y contar con el diseño del proyecto dentro de un plan de gastos pre-determinado para que los proyectos evolucionen. El equipo de diseño debe apoyarse en el consultor de costos de construcción para proporcionar un continuo asesoramiento imparcial sobre el costo de las decisiones de diseño a medida que estas se toman. Es necesario el desarrollo de un plan viable de costos, junto con un enfoque formal imparcial de gestión de gastos, como medio seguro para la gestión y control de costos de construcción, lo cual proporciona ahorro de tiempo y dinero.

La gestión de costos de construcción tiene como objetivo garantizar que los recursos se utilicen en la construcción de la forma más ventajosa posible para un proyecto en particular. En tiempos de costos de construcción cada vez mayores y con la gradual disminución de créditos, la mayoría de los promotores de proyectos son, cada vez más insistentes en que los proyectos sean diseñados y construidos para el máximo valor de su dinero, y como los edificios son cada vez más avanzados tecnológicamente y los clientes más exigentes en sus expectativas, se hace necesario mejorar y perfeccionar las herramientas de control de costos de construcción, con el fin de alcanzar las metas trazadas. El alza de precios, las restricciones del uso de capital, y las altas tasas de interés, han generado que los promotores de proyectos exijan a sus asesores profesionales aceptar el costo como un elemento de diseño, y esperar que los costos sean razonablemente equilibrados a través de todas las partes de la edificación para predecir con exactitud el control de costos.

Un promotor en última instancia quiere que el edificio esté bien construido en términos de calidad, costo y tiempo, es decir, que esté terminado a tiempo y dentro del presupuesto. La práctica tradicional para llegar a este término es la estimación inicial, y la mayoría de veces es equivocada, ya que el uso de estimaciones iniciales sin el grado de detalle necesario sólo sirve para proporcionar al propietario una evaluación de los costos de diseño en algunos puntos individuales de su proceso.

Frecuentemente el equipo de diseño deja sin estudio detallado las implicaciones del alcance final establecido de cada fase de diseño, lo que constantemente significa destrucción del espíritu de trabajo de todo grupo participante del proyecto, para que este pueda regresar al presupuesto inicial, al tiempo inicialmente establecido y al proceso de mantener las tasas iniciales de interés con las entidades financieras.

La contratación de un contratista de la construcción puede representar para el propietario de la edificación potenciales de desarrollo y una solución rentable para la planificación y gestión de costos. Sin embargo, servicios de construcción económicos sin un consultor de costos experimentado, son frecuentemente sesgados hacia una especialidad individual del contratista o hacia la disponibilidad de los trabajadores, y la dirección de la gestión de costos no siempre se ofrece para el mejor alcance posible del proyecto. Lo anterior sirve para identificar que algunos de los procesos de gestión de costos que realiza el consultor independiente de costos de construcción son satisfactorios, eminentemente porque este se encuentra calificado para ofrecer ayuda objetiva y neutral a sus clientes, y para mantener el control financiero de los proyectos de construcción teniendo en cuenta el rendimiento económico de los subcontratistas que en estos participan (*Owen Grant*, 2009:11).

4.2.7 Gestión de costos de construcción. Manifiesta *Owen Grant* (2009:11), que la gestión y control de costos es de primordial importancia en la planificación, diseño y construcción de proyectos. Estas tareas deben estar siempre presente desde la concepción misma del proyecto, durante la ejecución del presupuesto y durante la ejecución de la construcción para poder garantizar su éxito.

La planificación y el mantenimiento del control financiero de los proyectos de construcción son esenciales, especialmente en tiempos de restricción económica. Por ejemplo, la gestión de costos de construcción en los *EE.UU.* por lo general gira en torno a la estimación del costo de la construcción durante las etapas de diseño de un proyecto potencial. Sin embargo, el consultor independiente de costos de construcción debe estar presente a lo largo de todo el diseño y debe dar seguimiento de todo el proceso de construcción para dar al propietario la seguridad necesaria. Debe llevar a cabo la revisión inicial del mercado y un plan preliminar de costos, revisar las solicitudes de pago, mediante la evaluación de los cambios y las demandas, y posteriormente, acordar un valor final. El consultor de costos de construcción posee el asesoramiento más adecuado para gestionar los aspectos financieros del proyecto y da una posición valiosa en la definición del proceso de gestión de costos de construcción (*Owen Grant*, 2009:11).

➤ **Gestión de costos de construcción utilizando metaheurísticas²².** Esta investigación, realizada por científicos de Estados Unidos y Taiwán, indica que la precisión en la estimación de costos es importante para el éxito de cualquier proyecto, que la práctica general actual se basa en la experiencia de los profesionales con la asistencia de programas de computador y el uso de una amplia gama de métodos de aprendizaje estadístico, tales como el razonamiento basado en casos, donde existen datos históricos disponibles para estimar el proyecto. *T. Warren Liao, et al.*, (2011), analizaron proyectos que emplean metaheurísticas, y a partir del uso la información de costos de 498 proyectos de edificios residenciales construidos por contratistas generales entre 1997 y 2000, concluyeron que el seguimiento y control del proyecto son estrictamente necesarios para medir la desviación real respecto a los avances previstos, de modo que las acciones correctivas necesarias puedan tomarse para cumplir con el presupuesto y plazos del proyecto. El seguimiento y control se puede realizar por medio de un modelo de control práctico de proyectos en una hoja integrada de cálculo, con un software comercial de gestión de proyectos, y la optimización de los procedimientos²³. Una vez que el avance real del proyecto es introducido, su modelo puede ser utilizado para determinar las acciones correctivas óptimas para el resto de la ejecución de las actividades del

²² Las metaheurísticas son estrategias generales para construir algoritmos (que pueden ser representados de manera gráfica, mediante un diagrama de flujo), los cuales son un conjunto preescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permiten realizar una actividad mediante pasos sucesivos sin generar dudas a quien la realiza.

²³ La aplicación y definición de procedimientos optimizados son parte fundamental en la gestión de los costos del proyecto.

proyecto durante la construcción, teniendo en cuenta el tiempo, el costo y las limitaciones de recursos. Al mismo tiempo es necesario incorporar en el modelo algunos aspectos de la cadena de gestión de proyectos críticos con base en el tradicional análisis de valor ganado (EV). *T. Warren Liao, et al., (2011:491-505).*

Las metaheurísticas pueden utilizarse para hacer frente a los problemas surgidos en el tiempo de vida de un proyecto de ingeniería o construcción, estas se organizan en torno a problemas críticos de la ingeniería, la estimación de costos, la planificación, la programación, la supervisión y el control de las operaciones del proyecto, con el objetivo de optimizar costos y tiempos, a través de los usos eficientes de recursos limitados o restringidos. Las metaheurísticas se destacan porque son especialmente adecuadas cuando las soluciones dadas no son lo suficientemente buenas, o en el caso de que el nivel óptimo general del proyecto sea desconocido o demasiado costoso para obtenerlo.

Independientemente de su tipo (lineal o no lineal), escala (pequeña o grande), y la duración (corto o largo plazo), cada proyecto tiene generalmente tres objetivos por cumplir, que son, el rendimiento (con respecto a la especificación), el tiempo y el costo. Dados estos tres objetivos, la tarea principal de un gerente de proyecto es gestionar las ventajas y desventajas entre ellos. Cada proyecto tiene su ciclo de vida como cualquier otra entidad orgánica o producto manufacturado, y por lo general, el ciclo de vida de un proyecto comienza con:

1. El inicio de una necesidad o una idea de proyecto.
2. La fase de ingeniería, que puede ser dividida en el diseño preliminar y el diseño detallado.
3. La fase de planificación, que incluye elementos tales como la selección de los métodos de construcción, la subcontratación, la planificación de los requisitos de recursos, la evaluación del proyecto para determinar métodos de ejecución, y la realización de análisis de riesgo.
4. La fase de aplicación, consiste en la presupuestación, programación y asignación de recursos.
5. La fase de seguimiento y control, incluyen la recopilación de información, el seguimiento y toma de acciones correctivas, la evaluación, la auditoría y la terminación o liquidación de las fases.

La gestión de proyectos, debe comenzar con el concepto inicial del proyecto y continuar lo largo de su ciclo de vida, para asegurar el cumplimiento de los objetivos del mismo de una manera óptima. Indiscutiblemente en la gestión de proyectos se presentan procesos de ingeniería complicados, gestión de problemas y causas relacionadas con el ciclo de vida del proyecto, en especial en proyectos a gran escala que tardan mucho tiempo en ejecutarse y en los cuales se presentan procesos complejos de ejecución.

Investigadores de la construcción y la ingeniería han estado a la vanguardia en el desarrollo de diversas técnicas y herramientas para apoyar la construcción y la toma de decisiones de ingeniería, pero entre los temas mencionados anteriormente, la programación de proyectos ha sido la más estudiada. Diferentes técnicas han sido desarrolladas para programar los proyectos lineales. Estas técnicas incluyen la técnica de la línea de balance²⁴, método de programación lineal²⁵, el método de producción vertical²⁶, entre otros. La programación no lineal²⁷ de proyectos se realiza principalmente sobre la base de técnicas de creación de redes como contribución a la gestión de proyectos, su investigación hace hincapié en el uso de técnicas tradicionales para proyectar la programación y monitorear el proyecto. Una revisión independiente y particular se refiere a la contribución que ha hecho la práctica real, de problemas mediante la construcción de modelos matemáticos resultados de análisis y del desarrollo de nuevas teorías y modelos más útiles y mejores para la toma de decisiones.

Las reglas heurísticas²⁸ y métodos exactos de solución dominan las anteriores investigaciones operativas para apoyar la toma de decisiones en la construcción y la ingeniería, sin embargo, estas son deficientes para hacer frente a problemas de gran escala. Varios algoritmos metaheurísticos se han hecho populares a partir de la diversidad biológica y de la conducta de los animales, los cuales son de carácter general y se utilizan para propósitos de búsqueda de soluciones que pueden ser aplicados a cualquier problema para optimizar el uso apropiado de procedimientos de solución. Algunos ejemplos de metaheurísticas son el algoritmo de recocido simulado²⁹ (SA), la optimización de la colonia de hormigas (ACO), el algoritmo de

²⁴ La línea de balance fue desarrollada por la compañía *Goodyear Tire & Rubber Company*, en la década del cuarenta y posteriormente implementada por la armada norteamericana en la década del cincuenta. La línea de balance fue aplicada inicialmente en la industria manufacturera como técnica de programación y control de flujo de la línea de producción y flujo de los productos terminados. Es una herramienta utilizada para la planificación y control de actividades repetitivas y similares. (Luis Fernando Botero y Harlem Acevedo Agudelo, 2011:31-34).

²⁵ La programación lineal utiliza un modelo matemático para describir el problema. El adjetivo lineal significa que todas las funciones matemáticas del modelo deben ser funciones lineales. La programación lineal trata la planeación de las actividades para obtener un resultado óptimo y alcance de la meta especificada (según el modelo matemático) (<http://antiguo.itson.mx/dii/elagarda/apagina2001/PM/pl.html>).

²⁶ Se refiere a la empresa que produce todos los componentes de sus productos.

²⁷ La programación no lineal (PNL) es una parte de la investigación operativa que proporciona una serie de resultados y técnicas tendientes a la determinación de puntos óptimos para una función (función objetivo) en un determinado conjunto (conjunto de oportunidades), donde tanto la función objetivo, como las que intervienen en las restricciones que determinan el conjunto de oportunidades pueden ser no lineales. (R. Caballero, et al, p. 1).

²⁸ Es la capacidad de un sistema para realizar de forma inmediata innovaciones positivas para sus fines. La capacidad heurística es un rasgo característico de los humanos desde cuyo punto de vista puede describirse como el arte y la ciencia del descubrimiento y de la invención o de resolver problemas mediante la creatividad y el pensamiento lateral o pensamiento divergente (http://www.filosoficas.unam.mx/~Tdl/atocha.htm#N_1).

²⁹ El recocido simulado, es un algoritmo de búsqueda meta-heurística para problemas de optimización global; el objetivo general de este tipo de algoritmos es encontrar una buena

la evolución³⁰ (EA), el algoritmo genético³¹ (GA), las partículas de optimización de un enjambre (PSO), la rana arrastrando los pies y saltando (SFL). Teóricamente, cada metaheurística se puede aplicar para optimizar la vida de un proyecto, aunque su eficacia puede variar. La razón para centrarse en las metaheurísticas es su superioridad en el manejo altamente no lineal y multimodal, limitado, discontinuo, y no diferenciable de modelos de optimización que se encuentran frecuentemente en la gestión de proyectos. El uso de metaheurísticas diversas ayuda a determinar el modo óptimo de operación para llevar a cabo cada fase del ciclo de vida de un proyecto, donde las prácticas del ciclo de vida del proyecto, los problemas y controversias son revisadas, examinadas y resueltas mediante la utilización de la metaheurística:

➤ **Usos de metaheurísticas en la gestión de costos de construcción:**

➤ **Ingeniería de Diseño**

➤ **Estimación de costos**

➤ **Planeación:**

- Preparación del sitio
- Disposición del Sitio
- Enrutamiento del sitio
- Media de corte
- Cadena de suministro y logística
- Selección del equipo

➤ **Programación:**

- Preparación del sitio
- Disposición del Sitio
- Sitio de enrutamiento
- Media de corte
- Cadena de suministro y logística
- Selección del equipo de trabajo. (*T. Warren Liao, et al., 2011:491-505*),

aproximación al valor óptimo de una función en un espacio de búsqueda grande. A este valor óptimo se lo denomina "óptimo global"

³⁰ Los algoritmos evolutivos, son métodos de optimización y búsqueda de soluciones basados en los postulados de la evolución biológica. En ellos se mantiene un conjunto de entidades que representan posibles soluciones, las cuales se mezclan, y compiten entre sí, de tal manera que las más aptas son capaces de prevalecer a lo largo del tiempo, evolucionando hacia mejores soluciones cada vez.

³¹ El algoritmo genético es una técnica de búsqueda basada en la teoría de la evolución de Darwin, que ha cobrado tremenda popularidad en todo el mundo durante los últimos años (<http://eddyalfaro.galeon.com/geneticos.html>)

4.2.7.1 Planificación y gestión de costos de construcción versus estimación de costos.

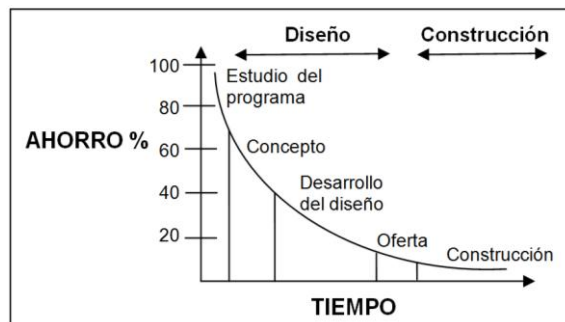
Expone *Owen Grant* (2009:11), que es importante entender la diferencia entre la planificación de costos de construcción y la estimación de costos de construcción. La planificación y gestión de costos de construcción es el establecimiento de los costos principales y realistas para proyectos de construcción, y su posterior seguimiento y gestión financiera en el proceso de planificación y diseño debe ser considerado como un proceso dinámico durante la construcción para mantener el control del presupuesto. Es necesario incorporar el análisis detallado de los costos y de control, garantizando que los proyectos de construcción estén diseñados y sean concluidos en los costos acordados previamente, de la forma más económica y conforme a los requisitos del programa y a las consideraciones estéticas. Los costos deben ser revisados constantemente sobre una base regular de periodos de tiempo (mensual, quincenal o semanalmente), evaluando e integrando en estos los cambios de diseño que sean considerados por el equipo de diseño. Los costos que sean demasiado altos para adaptar un nuevo plan de gastos deben ser revisados, reducidos o ajustados para justificar su inclusión en el diseño, y si el costo no puede ser reducido, se debe recurrir a la disminución de las asignaciones de costos de otros componentes del plan de gastos para equilibrar el presupuesto. La estimación del costo de construcción es el resultado del establecimiento de los costos en puntos específicos y predeterminados del proceso de construcción en las siguientes fases de diseño:

- fase conceptual,
- fase esquemática,
- fase del desarrollo de diseño,
- fase de entrega de diseños, especificaciones y documentos de construcción.

Las estimaciones aumentan en detalle y complejidad a medida que evoluciona el proyecto, ya que se aumenta la información adicional y detallada. Dicha estimación tiene un hito en el diseño como principal desventaja. En caso de que un proyecto se encuentre sobrepasando el presupuesto, y una vez una estimación hito de diseño haya sido completada, se debe llevar a cabo un proceso de ingeniería de valor, para que los cambios sean incorporados con un nuevo presupuesto inicial del proyecto.

La figura 17, muestra que el ahorro de costos, de tiempo y de ejecución puede causar un retraso significativo en el proceso de diseño. Mientras más avanzado sea el diseño, más difícil es reducir radicalmente el costo sin afectar los componentes del programa previsto del edificio.

Figura 17. Ahorros potenciales de costos de construcción en relación con la etapa de diseño



Fuente: elaborado con base en *Owen Grant B.* (2009:12).

Expone *Owen Grant B.*, (2009), que para que la gestión de costos sea eficaz, tiene que ser continua, contribuyendo al diseño y evolución del proyecto. La gestión de costos debe ser imparcial, se debe contar con un gerente de costos independiente, y tener contratistas conocidos de construcción para prestar servicios ágiles de construcción del proyecto.

4.2.7.2 Elementos de ejecución del control en los costos de construcción.

Expone *Owen Grant B.* (2009), que la planificación de un control de costos, que utiliza la clasificación de elementos de ejecución es el *UNIFORMAT*³² *ASTM*³³. Este tipo de separación por elementos es especialmente práctica para estimaciones iniciales, ya que benefician al promotor y al equipo de trabajo del proyecto, y es especialmente útil durante las fases de programación inicial y conceptual del diseño, así como a través del desarrollo de diseño en etapas posteriores de ejecución del proyecto (ver tabla 26).

El *UNIFORMAT* es un "sistema" basado en el análisis de un edificio en una estructura de elementos funcionales, que desempeñan una función determinada, cualquiera que sea el diseño, la construcción o la composición, las cuales se muestran en la tabla 26.

³² *UNIFORMAT* hoja de cálculo de Microsoft Excel para construcción del presupuesto de proyectos y de estimaciones de diseño.

³³ *ASTM American Society for Testing and Materials* (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales). Desde su establecimiento en 1898, la *ASTM International* es una de las organizaciones de desarrollo de normas internacionales más importantes del mundo.

Tabla 26. UNIFORMAT II, relación con el MASTERFORMAT (FORMATO MAESTRO)

UNIFORMAT II		MASTERFORMAT (CSI)									
		01 Requerimientos generales	02 Lugar de trabajo	03 Concreto	04 Albañilería	05 Metales	06 Madera y plásticos	07 Térmica y humedad	08 Puertas y ventanas	09 Acabados	10 Especialidades
A10 Fundaciones	A1010 Fundaciones										
	A1020 Fundaciones especiales										
	A1030 Losas										
A20 Sótano	A2010 Excavación										
	A2020 Paredes de sótano (muros de contención)										
B10 Superestructura	B1010 Piso de la construcción										
	B1020 Techo de la construcción										
B20 Cerramiento exterior	B2010 Muros exteriores										
	B2020 Ventanas exteriores										
	B2030 Puertas exteriores										
B30 Techos	B3010 Cubierta de techo (cubiertas y cielos)										
	B3020 Aberturas en el techo (domos)										

Fuente: elaborado con base en *Owen Grant B.* (2009:13).

El uso de estos elementos permite con el plan de gastos estimado inicialmente, identificar la distribución de costos en la estructura del edificio y presentar los objetivos de costos para cada elemento, además, proporciona un formato normalizado para la recolección y análisis de los datos históricos y facilita la comparación directa con proyectos similares, al definir claramente los objetivos de costos lo antes posible. Los diseñadores son conscientes de sus límites de costos para los elementos individuales del proyecto y tienen un objetivo de identificación de costos en base a su diseño.

El uso de *UNIFORMAT* se mantiene durante todo el proceso de planificación de costos para mantener seguimiento y permitir una supervisión permanente del plan de gastos. Un formato maestro es necesario para las estimaciones iniciales en la fase de diseños y especificaciones de los contratos. Es importante también utilizar este con el desglose *MasterFormat*³⁴ para permitir la comparación constante con

³⁴ *MasterFormat*, es una lista maestra de los títulos y números utilizados para organizar las especificaciones y la información de proyectos, en la mayoría de los proyectos de edificios comerciales y proyectos de construcción en América del Norte. En él se enumeran los títulos y los números de sección para organizar los datos sobre los requisitos de construcción, productos y actividades. La estandarización de dicha información. *MasterFormat*, facilita la comunicación entre arquitectos, especificadores, contratistas y proveedores, y ayuda a cumplir en el edificio los

cualquier estimación proporcionada por los contratistas.

Este método de planificación de costos es un proceso continuo de intervalos regulares, los controles de costos provisionales realizados al principio se hacen con mayor detalle en los diferentes elementos del proyecto y los diseños se desarrollan a través de las diferentes etapas de realización del pliego de condiciones. Esto introduce procedimientos en el proceso de diseño donde siempre son estimadas todas las fases con el tradicional "hito" (comienzo), durante la ejecución del edificio, el diseño y la estimación del plan de gastos. En este formato (ver tabla 26), son actualizadas las revisiones en un proceso de control en todas las fases de programación, diseño y construcción. Es esencial en la utilización de estos formatos para el establecimiento de una gestión de costos y sistemas de control a nivel de diseño preliminar, para proporcionar un desarrollo viable con un control de costos eficaz durante el progreso temprano del proyecto. Se deben tener en cuenta los siguientes procesos en el control por elementos:

- Que el contenido del programa sea revisado, sea identificado el costo actual y las limitaciones y alcances del estudio sean establecidas.
- Establecer requisitos de presupuestación, control de costos y presentación de informes y autorizaciones.
- Tener claridad sobre los requisitos para la presentación de informes de costos, que estos sean establecidos, y que las políticas generales de presentación del control de costos se desarrollen en los plazos previstos, evitando la flexibilidad de los presupuestos y determinando a tiempo sus cambios.
- Determinar el control del presupuesto estableciendo la forma y frecuencia de los informes que indiquen la situación actual del presupuesto.
- Confirmar el costo de construcción de referencia con base en el análisis y evaluación de proyectos similares.
- Que sean revisadas las medidas, alternativas de acción y evaluación en el marco de control del presupuesto detallado y general, basado en áreas funcionales.
- Recomendar que se dispongan objetivos de control de costos y procedimientos para el proyecto y reuniones periódicas de información con los consultores del proyecto.
- Revisar los avances del proyecto y resultados del programa de control de costos, recomendando las medidas correctivas necesarias.

requisitos de los propietarios sus plazos y presupuestos.

- Preparar y actualizar las proyecciones de flujos de efectivo para el proyecto, con la ayuda de software o programas para el proyecto en particular.
- Preparar con base en el presupuesto, un banco de datos de los estudios de viabilidad.
- Basarse en la información confiable y disponible, para establecer los costos y mantener el presupuesto controlado.
- El encargado de los costos debe coordinar todos los servicios de gestión de costos durante el diseño y la construcción, y servir de enlace durante el proceso de diseño y construcción orientando al propietario en todo momento.

Adicionalmente a medida que el proceso de diseño se desarrolla, las siguientes tareas representan los procesos definidos en el diseño preliminar; estos deben instituirse para controlar los costos durante las fases del desarrollo del diseño y construcción de un proyecto:

- Los límites establecidos de costo en el control del presupuesto deben estar relacionados con los criterios de diseño.
- Los fondos disponibles deben asignarse a los diferentes elementos y espacios funcionales en el proyecto, identificando el espacio cubierto por el presupuesto.
- Desarrollar procedimientos para el control de costos, de acuerdo a un espacio básico o funcional.
- El asesoramiento de las estimaciones de costos de construcción, del diseño esquemático, diseño, desarrollo de documentos, especificaciones de construcción, y formatos sean realizados en los hitos acordados de la finalización del diseño.
- En la gestión de la construcción y en la licitación por etapas la aplicación de diseño y construcción debe ser utilizada con informes de costos oportunos y sistemas de análisis sostenibles.
- Preparación y actualización de proyecciones de flujo de efectivo durante el proyecto.
- Llevar a cabo análisis de ofertas y negociación de contratos cuando sea necesario.

Es fundamental la continua participación del consultor de costos a lo largo de la fase de construcción del proyecto. Eliminar la supervisión del consultor de costos y permitir que contratistas y diseñadores trabajen independientemente y sin

seguimiento una vez inicie el proyecto puede ser perjudicial para el proyecto, ya que estos generalmente tienen poca experiencia en la valoración de costos de los trabajos.

El consultor de costos gestiona el presupuesto durante todo el proceso de diseño, tiene una comprensión del potencial de puntos débiles que un contratista podría explotar económicamente y entiende perfectamente la composición y la evaluación de los cambios. Algunas de las funciones que el consultor de costos debe proporcionar durante el proceso de construcción incluyen:

- vigilar órdenes de cambio, evaluar y preparar las estimaciones de costos durante la construcción,
- revisar y recomendar aceptación o rechazo de las propuestas de contratistas,
- revisar que las exigencias se lleven a cabo cuando sea necesario,
- evaluar el progreso de reclamaciones y realiza recomendaciones para el pago,
- actualizar provisiones de flujo de caja mensuales,
- asumir compromisos financieros y con los informes de pronóstico del proyecto presentándolos a intervalos periódicos,
- preparar el límite para la liquidación y la terminación del proyecto,
- analizar el costo final del proyecto con fines de observación del mismo (*Owen Grant, 2009:11-14*).

➤ **La estimación de los costos de construcción del mercado.** *Owen Grant (2009.12)*, expresa que el paso inicial de todo proceso de gestión de costos, es conocer el mercado local de la construcción. Esto se hace para ayudar al propietario y al equipo del proyecto a entender las condiciones del mercado específico que afectan la calidad, y el calendario del proyecto. Este paso debe tomarse antes de establecer presupuestos realistas y asignar los gastos del capital, al entender en la construcción las consecuencias del diseño para el presupuesto, el equipo de trabajo del proyecto debe ser capaz de revisar o rediseñar en el proyecto los procesos que sean costosos y requieran mucho tiempo de ejecución, evitando la escasez de mano de obra calificada debido a los precios pagados ofrecidos en el presupuesto, o por falta de un estudio de mercado real de la construcción en el sector. Para dicho fin es necesario establecer:

- el precio de los trabajos, los costos de los beneficios complementarios y el número de contratistas y comerciantes de insumos de la construcción en la zona del proyecto,
- los referentes de costos de materiales de construcción y disponibilidad de estos en el área de la construcción,
- los métodos y prácticas de contratistas de construcción locales y regionales.
- la disponibilidad y vinculación de los contratistas y subcontratistas locales que puedan mejorar el proyecto,
- la documentación de los proyectos, incluyendo el tamaño y el calendario que pueda afectar el trabajo y la disponibilidad de material,

- las previsiones económicas regionales y nacionales de trabajo,
- identificar los factores que puedan afectar la calidad del proyecto, el costo y el tiempo,
- identificar el mercado, sistemas de construcción y técnicas que puedan utilizarse en el diseño del proyecto para reducir costos y mejorar la calidad.

El conocimiento de las condiciones del mercado local de la construcción aumenta la fiabilidad de la estimación del costo de la construcción. Dicho conocimiento de las condiciones del mercado también son útiles en la identificación de las formas de diseñar el proyecto para mejorar su eficiencia y la calidad de construcción, adicionalmente pueden ser incluidos métodos tradicionales de trabajo utilizados en la zona que puedan demostrar el momento del mercado en la zona del proyecto (Owen Grant, 2009.12).

4.2.8 Alternativas de estimación conceptual de costos en proyectos de construcción. (*Modeling project's scope for conceptual cost estimating*). Alfredo F. Serpell (2010:20), llevó a cabo la estimación del costo real de 17 proyectos de construcción en los Estados Unidos. Se expone en este artículo científico, que una definición amplia del alcance de un proyecto en sus primeras etapas de planificación es ampliamente reconocida por los profesionales como un factor clave para la estimación conceptual de costos. El alcance de la metodología de modelado del proyecto, basada en la reutilización efectiva de las características de proyectos históricos, y en la aplicación del enfoque de razonamiento basado en casos (CBR)³⁵, desarrollando el alcance de proyectos nuevos mediante la búsqueda y utilización de la información más relevante de proyectos anteriores. La validación de la metodología propuesta es llevada a cabo a través del uso en la estimación del costo de 17 proyectos de construcción reales construidos, y cuyo costo final se conocía. La aplicación de esta metodología da una estimación de costos suficientemente detallada y precisa para cada proyecto, y permite estimar el costo de un nuevo proyecto con un nivel aceptable de precisión, proporcionando una estructura de desglose del trabajo que puede ser utilizada para diferentes fines de planificación.

Esta investigación llevada a cabo en el sector de la construcción de los Estados Unidos, ha reconocido que una buena definición del alcance es un factor esencial para el logro de buenas estimaciones conceptuales, y para la planificación de actividades preliminares. Sin una definición adecuada del alcance de un proyecto, es difícil saber el costo, el esfuerzo, y los componentes que serán necesarios para construir y alcanzar sus objetivos. La única oportunidad de lograr una estimación acertada es compensar la falta de información con el conocimiento, experiencia y

³⁵ CBR, es un razonamiento en base a la experiencia: usa ejemplos previos (proyectos anteriores similares) como punto de partida para el razonamiento, este razonamiento sirve para resolver nuevos problemas recuperando y adaptando soluciones de problemas previos.

habilidades de los expertos en costos. Sin embargo, la preparación de una definición del alcance requiere la administración de una cantidad importante de información y conocimientos, y hacer frente a la incertidumbre evitando problemas complejos.

Como muchas otras actividades al principio de la gestión de proyectos, la definición del alcance de un proyecto se realiza generalmente con recursos limitados y bajo restricciones de tiempo. Con el fin de definir el alcance de un nuevo proyecto, los directores de proyectos frecuentemente reutilizan la información relacionada con proyectos anteriores. Este proceso de reutilización puede combinar una serie de actividades de software, programas de control, fuentes de datos, herramientas, métodos e hipótesis, para encontrar la información necesaria para el proyecto.

La metodología de modelado tiene como objetivo apoyar a los gerentes de proyectos y a los estimadores de costos en la definición de los costos en un nuevo proyecto. Para reducir las limitaciones de esta importante actividad, la metodología planteada en esta investigación se basa en el razonamiento basado en casos (*CBR*), el cual es un enfoque de inteligencia artificial para la resolución de problemas. La metodología se describe y analiza en el contexto de *CASEST*, es decir, en la estimación basada en casos, el cual es un sistema prototipo para modelar el alcance y el costo del proyecto a estimar.

El razonamiento basado en casos (*CBR*) es un paradigma próspero para el razonamiento y el aprendizaje en inteligencia artificial. Según *Sankar Pal*³⁶ y *Shiu Simon*³⁷, el razonamiento basado en casos puede definirse como un modelo de razonamiento que incorpora la solución de problemas, la comprensión y el aprendizaje. *Ralph Bergmann*³⁸ y co-autores definen la *CBR* como una metodología de resolución de problemas con el razonamiento de modelos.

Según la definición de *Kamal Mubarak*³⁹, los casos bajo la metodología de

³⁶ *Sankar Kumar Pal*, su investigación incluye los intereses de los conjuntos borrosos y análisis de la incertidumbre, las redes neuronales artificiales para la máquina de inteligencia, reconocimiento de patrones, procesamiento de imágenes, minería de datos, algoritmos genéticos, los conjuntos aproximados, y *Soft Computing*. Ha trabajado en sistemas híbridos inteligentes como neuro difuso y difuso hibridación áspera.

³⁷ *Simon CK Shiu*, su investigación incluye la inteligencia artificial, Razonamiento Basado en Casos, Reconocimiento de Formas y Aprendizaje Automático, procesamiento de imágenes, juegos en 3D, minería de datos, *Soft Computing*, redes neuronales, algoritmos genéticos, conjuntos borrosos, y conjuntos aproximados.

³⁸ *Ralph Bergmann, Sean Breen, Goker Mehmet y Manago Michel*, entre otros investigadores han estudiado la *RBC* como una metodología de resolución de problemas con el razonamiento de modelos.

³⁹ *Kamal Mubarak*, presenta un modelo del proceso para la composición de diseño utilizando una abstracción de las características de forma y función de las soluciones de diseño. El modelo de proceso de diseño se basa en la adaptación de las soluciones anteriores para generar nuevos diseños utilizando la analogía de derivación. El modelo se basa en una representación geométrica

modelado, son acoplamientos episódicos de problemas y soluciones. Este concepto puede ser descrito como una función entre un dominio de P (problemas) y un dominio S (soluciones), que en cada caso corresponden a un par tratado (problema, solución). El problema parte de un caso que frecuentemente es representado como una lista de parámetros descriptivos de la situación, mientras que la solución se representa en textos, diagramas, gráficos, organigramas, o estructuras jerárquicas, entre otros. También puede ser incluida una evaluación de la solución, agregando un dominio de las evaluaciones (E) convirtiéndose en la tripleta, problema, solución y evaluación (P, S y E). *Sankar Pal y Simón Shiu*, explican que el ciclo de vida de resolución de problemas en un sistema de razonamiento basado en casos, consiste esencialmente en los siguientes cuatro pasos:

- presentado un nuevo problema, el sistema recupera casos similares experimentados previamente (por ejemplo, problema-solución-evaluación) cuyo problema en parte se considera que es similar al nuevo problema,
- los casos recuperados son reutilizados con la integración de sus partes para dar la solución,
- la solución inicial es modificada o adaptada para resolver el nuevo problema con eficacia,
- la nueva solución obtenida se archiva en la base de datos para su uso futuro (junto con el problema y la evaluación del caso), una vez que haya sido validada.

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Primera línea: 0 cm, Con viñetas + Nivel: 1 + Alineación: 0.63 cm + Sangría: 1.27 cm

Por lo tanto, en la *CBR* un nuevo problema se resuelve al recordar y adaptar una solución que se aplicó con éxito a un problema anterior con características similares. La gente suele usar *CBR* para la resolución de problemas en lugar de emplear otros métodos o procedimientos. Sin embargo, según lo declarado por *Janet Kolodner*⁴⁰, pueden sufrir de una incapacidad para recordar constantemente las soluciones antes de su caso, distinguir entre las características más importantes y sin importancia, recordar experiencias anteriores en virtud de las presiones de tiempo, y tratar con información incompleta e incierta en los nuevos problemas.

La tabla 27, presenta un ejemplo de proyecto de construcción que muestra la

de las composiciones de diseño arquitectónico que codifica los atributos funcionales y la forma de diseño y se utiliza para construir las características de composición del diseño. Esta técnica se ha adaptado para su uso en el desarrollo de un sistema de asistencia de la composición del diseño en la arquitectura.

⁴⁰ *Janet L. Kolodner*, entre sus investigaciones se encuentran: Desarrollo de la identidad como un razonador científico, medios tecnológicos de la promoción y mediación de aprendizaje, implicaciones y aplicaciones de la cognición a la educación y la tecnología de la educación, inteligencia artificial, ciencia cognitiva, razonamiento basado en casos, principiante-experto evolución, papel de la experiencia en el razonamiento de expertos y el sentido común, conocimiento del diseño, creatividad, diseño de la toma de herramientas de ayuda y entornos de aprendizaje interactivos.

representación de casos propuestos por la metodología de modelado. En este caso, la parte afectada del caso se representa como una "descripción del proyecto" o la lista de los parámetros de un nuevo proyecto en forma de pares y atributos. Estos parámetros especifican la necesidad particular con la que se estaría satisfecho, dando parte de solución con una definición del alcance.

En la resolución de un problema ciclo *CBR*, el caso de los atributos, junto con sus valores, se utilizan para evaluar la similitud entre problemas, disponiendo de antecedentes y casos históricos.

Tabla 27. Representación de casos propuestos en proyectos, por espacio de aplicación y valor con la metodología de modelado

ESPACIO DE APLICACIÓN DE MODELADO DE CASOS PROBLEMA - Descripción del proyecto	
Atributo	Valor
Área sótano [m ²]	
Construcción base [m ²]	
Construcción de la zona [m ²]	
Construcción comercio	
Altura promedio de comercio	
Estructura del edificio	

Fuente: elaborado con base en *Serpell Alfredo F. (2010:21)*.

➤ **Aplicación del modelo de metodología *CBR* en un proyecto.** La metodología modelo permite la configuración del entorno de aplicación de un nuevo proyecto, mediante la reutilización de la información histórica más relevante (alcances de los proyectos anteriores). La relevancia de la información se puede medir en términos numéricos basados en una evaluación objetiva de la similitud entre las características del nuevo proyecto y las características de proyectos anteriores. Cada caso está constituido por un problema y una solución. El problema parte y está representado por los atributos y sus valores, lo que refleja de esta manera las necesidades que la solución debe satisfacer adecuadamente.

En la metodología, el modelado del espacio de aplicación del nuevo proyecto se puede hacer de dos maneras, como se muestra en la tabla 27 y en la figura 18. El uso de una definición de alcance histórico completo puede ser adecuado y muy conveniente si la información básica del nuevo proyecto está disponible, de esta manera es posible aplicar los conocimientos implícitos almacenados en una solución similar anterior para resolver el problema actual. Este conocimiento representa una aproximación de cómo un problema similar fue resuelto antes y por lo tanto, rápidamente se acerca el estimador a una solución nueva aproximada.

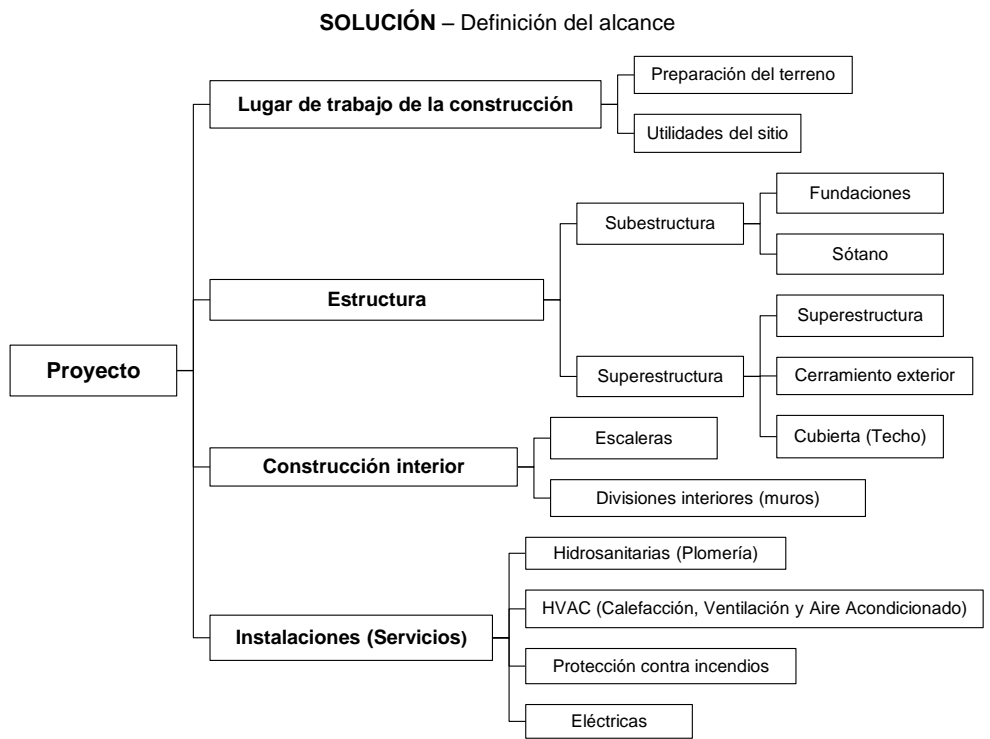
Cuando una cantidad importante de información descriptiva de los casos nuevos y una estructura de división del trabajo de sus elementos principales se encuentran

disponibles, es conveniente entonces usar sistemas de alcance de composición (por ejemplo, los espacios detallados de la estructura de un edificio, o las utilidades, etc.). Un esquema de composición de la metodología *CBR* utiliza subconjuntos de los atributos que describen específicamente las características de los elementos principales del nuevo proyecto.

El procedimiento de aplicación de modelado *CBR*, exige una nueva metodología que propone los siguientes tres procesos de modelado para preparar una definición del alcance:

- describir el nuevo proyecto.
- evaluar la similitud con otros proyectos y obtener una solución inicial.
- ajustar el alcance seleccionado inicialmente (*Alfredo F. Serpell, 2010:20-21*).

Figura 18. Representación de casos propuestos en proyectos, por espacio de aplicación con la metodología de modelado.



Fuente: elaborado con base en *Serpell Alfredo F. (2010:21)*.

El ejemplo que se muestra en la figura 18, indica un conjunto de atributos que es útil para describir los proyectos de construcción. Como lo ha explicado *Ian D. Watson*⁴¹, los atributos deben ser predictivos de una manera útil, para que influyan en el resultado del proceso y en la descripción de las circunstancias donde se espera que un caso pueda ser recuperado en el futuro.

➤ **Estimación de costos por el método de Monte Carlo**⁴². Expresa *Jui-Sheng Chou*, (2011:706-717), que a pesar del amplio uso de la simulación en la gestión, el modelo de simulación continua en la estimación de costos ha permanecido poco explorada, sobre todo para la gestión de ingeniería de construcción. Este investigador presenta la racionalización de los procedimientos de simulación de *Monte Carlo* (MCS) con la evaluación de procesos estocásticos⁴³ y probabilidad de selección de entrada, a través de pruebas de hipótesis y especificación de correlaciones entre simulación de variables.

Mediante el uso de algoritmos de desarrollo propio y un programa de hoja de cálculo se crea una distribución de costos en su fase inicial para la asignación de presupuesto. Este estudio ha demostrado que los resultados de costos simulados presentan precisión superior al de la simulación, además de generar el valor del proyecto y el modelo de precio unitario de los componentes. La precisión y las tasas absolutas de error se dividen en rangos aceptables cuando es adoptada la propuesta sistemática de simulación. Este enfoque de simulación de costos ofrece una herramienta de decisión simplificada para la evaluación de incertidumbres y costo relativo sobre la base de la experiencia de gestores de proyectos de construcción.

En la estimación de proyectos por el método de simulación de *Monte Carlo*, se realiza especialmente el uso de dos enfoques: determinísticos y probabilísticos. El enfoque determinista es de uso general para información detallada, que permite especificar la estimación con alguna precisión razonable. Los procedimientos de estimación general realizan un solo valor de estimación basada en datos históricos o empleando la experiencia profesional. Las técnicas asociadas que utilizan este enfoque incluyen la formulación definitiva, la programación lineal, y la

⁴¹ En su investigación, *La aplicación de Razonamiento Basado en Casos: Técnicas de Sistemas Empresariales* (*Morgan Kaufmann* Inteligencia Artificial, 1997).

⁴² La simulación de *Monte Carlo* (MCS), es una técnica de simulación diseñada para facilitar las decisiones de gestión de costos.

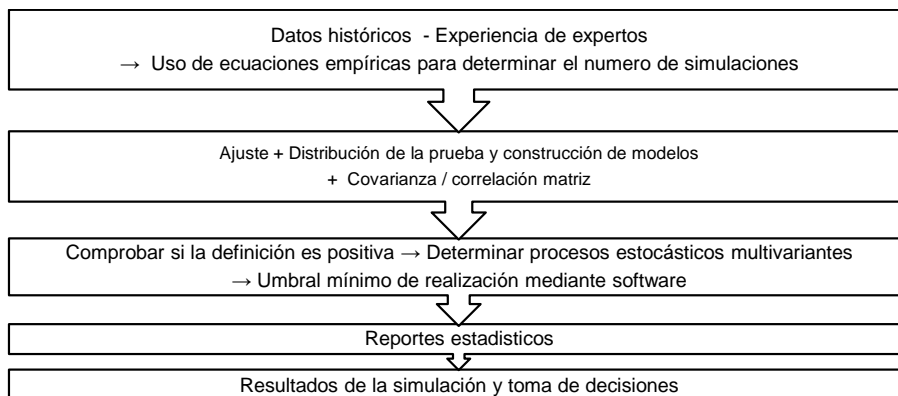
⁴³ Sistemas cuyo comportamiento es intrínsecamente no determinístico, cuyo comportamiento es no determinista, en la medida que el siguiente estado del sistema está determinado tanto por las acciones predecibles del proceso como por elementos aleatorios. Es aquel sistema en el que se representan todos los pasos necesarios para realizar una actividad, además de las formas o maneras en que cada uno de los pasos puede ser llevado a cabo y sus respectivas probabilidades, es decir, cualquier proceso en el que se involucren probabilidades es un proceso estocástico. (http://www.itch.edu.mx/academic/industrial/sabaticorita/_private/07Procesos%20estocasticos.htm)

optimización. Sin embargo, en el entorno actual de cambios rápidos, los costos suelen ser sometidos a fluctuaciones debido a incertidumbres en la construcción del proyecto, y como resultado, el método de valor determinista no tiene en cuenta este riesgo potencial.

La estimación probabilística puede compensar las deficiencias de las tradicionales estimaciones iniciales y explicar la probabilidad y el grado de excesos de costos, ayudando así, a determinar el tamaño del proyecto, la gestión de reservas y fondos para imprevistos con la evaluación de incertidumbres y su estimación probabilística. Este tipo de estimación puede ser una buena alternativa para aplicar tempranamente en el desarrollo del proyecto, y cuando se tiene poca información disponible.

La simulación de *Monte Carlo*, es una de las técnicas probabilísticas generalizadas para la estimación de costos conceptuales y toma de decisiones. Los procesos de simulación primarios incluyen la entrega de datos, la generación de valores aleatorios, un modelo de formulación, el análisis y la representación gráfica. La simulación se realiza sobre una muestra aleatoria de la distribución de probabilidad de la variable de patrones con datos históricos, usando software para producir valores aleatorios y llevarlos al caso real. El muestreo se realiza para simular posibles acontecimientos futuros, proporcionando una distribución de las alternativas de costos, y comparándola con la probabilidad de ocurrencia para el análisis de riesgos y gestión de proyectos (ver figura 19).

Figura 19. Proceso de simulación del proyecto con la simulación de *Monte Carlo* (MCS)



Fuente: elaborada por el autor con base en *Jui-Sheng Chou*, (2011:710).

➤ **Estimación de costos de construcción en China.** *Ma Zhiliang, et al.,* (2011:196-20), investigaron las posibilidades y los métodos de aplicación de la *IFC* (*Industry Foundation Classes*) estándar, es decir, el estándar de la corriente principal de *BIM*⁴⁴ (*Building Information Modeling*), para estimar el costo de construcción para la licitación en China, mediante el análisis de las normas existentes y de la *IFC* estándar.

Un servicio modelo de requisitos de información para la estimación de los costos de construcción para la licitación en China, fue establecido incluyendo aspectos de las entidades que suministran información de la construcción. Cada aspecto de la información se expresa mediante el uso de la *IFC* estándar para verificar la integridad de la norma de la *IFC* y establecer el modelo de información basado en la *IFC*, que puede ser aplicado al desarrollo de un software de estimación de costos de construcción.

La tecnología *BIM* (*Building Information Modeling*), que ha atraído cada vez más atención en la *AEC/FM* (*Architecture, Engineering, Construction/Facility Management*), introduce una revolucionaria tecnología comparable a la de *CAD*, surgida hace aproximadamente dos décadas. *BIM* está diseñada para facilitar el intercambio de información entre los interesados en las diferentes fases para una mejor toma de decisiones, con datos de los principales estándares. Para *BIM*, el *IFC* (*Industry Foundation Classes*) y la norma publicada por la alianza internacional para la interoperabilidad (*IAI - International Alliance interoperability*), el cual es un estándar a nivel mundial de diferentes disciplinas y aplicaciones técnicas de la *AEC/FM* y la industria en general, para el intercambio de datos en todo el ciclo de vida del proyecto.

La norma de la *IFC*, es un estándar de datos complejos que abarca en la actualidad nueve ambientes como la arquitectura, las estructuras, los sistemas de climatización, y la electricidad entre otros. La estructura de datos se basa en un modelo geométrico en 3D, orientado a objetos de representación. Más de 20 proveedores de aplicaciones de software en el mundo apoyan la norma de la *IFC*, para que los datos de intercambio entre los productos se puedan realizar de forma automática. Sin embargo, a pesar de sus avances, la norma de la *IFC* puede apoyar sólo un número limitado de casos en la industria de la *AEC/FM*, ya que esta se puede aplicar cuando se tiene estrecha relación con las normas locales, pero la estimación de costos para la licitación es diferente en cada país y la norma de la *IFC* todavía no se encuentra lo suficientemente adecuada y desarrollada

⁴⁴ *BIM* (*Building Information Modeling*), la aplicación de software como el *Revit Architecture*, permite aumentar la precisión y rapidez en la cuantificación de cantidades y elaboración de presupuestos de obra, condiciones necesarias, durante los estudios preliminares y ejecución de los proyectos actuales. *BIM* se refiere al Modelado de Información para la Edificación, el cual es un proceso de generación y gestión de datos de las edificaciones durante su ciclo de vida, utilizando software dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones (3D) y en tiempo real (4D), para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción.

para cubrir todos los países. En un futuro será necesario ampliar el estándar *IFC* para acomodar las normas de los países, de modo que toda la información local relevante en China pueda ser compartida de manera eficiente por un software de diferente aplicación, a través de un archivo *IFC*.

La aplicación y extensión de la *IFC* estándar en la estimación de los costos de construcción para la licitación con normas chinas, no sólo establece una base sólida para el desarrollo de la aplicación de software *BIM*, basada en la estimación de los costos de construcción para la licitación con los estándares chinos, sino que también demuestra un enfoque para extender la *IFC* estándar para satisfacer los requisitos en distintos países. El modelo de información para la estimación de costos para licitación utilizado en el estándar *IFC* para la estimación de costos de construcción se establece para asociar el *IFC* con el producto del edificio, con el presupuesto y con la programación del proyecto, con el fin de realizar la gestión y el control de costos del proyecto. El modelo de información puede ser utilizada para el desarrollo y aplicación de software para la estimación de los costos de construcción en dos formas. Una de ellas es organizar una estructura de datos para su aplicación, y la otra, es introducir los datos a partir del resultado del diseño, y la salida, da como resultado la estimación de costos en un archivo de la *IFC*.

➤ **Metodología de los sistemas blandos (SSM⁴⁵) para determinar los costos y sobrecostos en los proyectos de construcción.** Comenta *Hemanta Kumar Doloi*, (2011:622-636), que el sobrecosto es un problema crítico en la mayoría de proyectos de construcción. Respecto al tema se han publicado otras investigaciones tratando de indagar sobre las causas fundamentales que lo generan, mientras la prevención de dichas causas ha permanecido inexplorada. El objetivo de las investigaciones en el pasado ha estado principalmente enfocada en los factores que de forma directa o indirecta están relacionados con el medio ambiente del proyecto y sus impactos relativos sobre el rendimiento general de los costos del mismo. En contraste con la práctica tradicional de anteriores investigaciones, la investigación realizada por *Hemanta Kumar Doloi*, (2011), tuvo como objetivo establecer un modelo conceptual mediante la identificación de problemas relacionados principalmente con las percepciones de las partes interesadas e involucradas en el ciclo de vida completo de los proyectos. A partir de entrevistas, y mediante el empleo de la metodología del sistema suave con algunas organizaciones seleccionadas, se obtuvieron datos importantes.

➤ **Fases de aplicación de la metodología suave SSM:**

Fase 1: presentar la situación problema, sin estructurar.

⁴⁵ También llamada metodología de sistemas suaves (SSM) *Peter Checkland* investigaciones de sistemas blandos desde una primera publicación el pensamiento sistémico clásico en 1981.

- Fase 2: expresar la situación problemática.
- Fase 3: obtener definiciones básicas de los sistemas pertinentes.
- Fase 4: elaborar los modelos conceptuales.
- Fase 5: comparar las fases 4 y 2.
- Fase 6: expresar los cambios deseables y factibles.
- Fase 7: ejecutar medidas para mejorar la situación problemática estudiada.

Las fases se presentan en una secuencia lógica y cronológica para facilitar su descripción, esta secuencia es recursiva y en la práctica puede ser alterada, la interacción de las etapas es propia de la metodología donde no se aplican formulas, ya que ésta permite trabajar en diferentes niveles y etapas. Las fases 1 y 2, consisten en graficar los objetos que han de explicarse con palabras, durante la cual se hace un intento por construir una imagen lo más detallada y completa posible de la situación en la cual se percibe que hay un problema.

➤ **Procedimientos de aplicación del pensamiento sistémico en la SSM.** El pensamiento sistémico en la metodología de los SSM, se utiliza cuando se tiene la identificación de un problema, para impulsar el pensamiento en lo que se está realmente tratando de lograr, tratando de implementar la solución, para ayudar a considerar el impacto en las personas involucradas, y teniendo en cuenta la metodología CATWOE⁴⁶:

- Clientes (c)
- Actores (representantes del proyecto) (a)
- Procesos de transformación (t.p)
- Visión del mundo (w.v)
- Propietarios (o)
- Limitaciones ambientales (e)

➤ **Perfiles demandados para la aplicación de la metodología suave en un proyecto.**

- Gerente de negocios (promotor)
- Gerente de proyectos de obras de tipo
- Administrador desarrollador del suelo y de contratos de obras de tipo
- Director de relación con los propietarios y contratistas
- Director de coordinación financiera de la gestión de los documentos contractuales de los clientes
- Gerente sénior (general), para la relación consultor - clientes

⁴⁶ CATWOE, fue definido por Peter Checkland (1981) como parte de su Metodología de Sistemas Blandos (SSM). Se trata de una simple lista de verificación para el pensamiento. Es una de las técnicas genéricas que el *Business Analyst* usa para identificar lo que el negocio está tratando de lograr, identificando cuáles son las áreas problemáticas y cómo la solución puede afectar el negocio y las personas involucradas en dicha solución (*Business Process Management, BPM*).

Se ha determinado que en la etapa inicial del proyecto, los factores políticos y legales desempeñan un papel importante en el desarrollo de negocio de la construcción. Circunstancias de cumplimiento jurídico y del medio ambiente se perciben como fundamentales para influir en el rendimiento de costos en los proyectos.

➤ **Estimación de costos por la metodología de sistemas blandos.** Existe un fuerte consenso entre los profesionales de la industria de la construcción de que el método de estimación tradicional de costos no funciona de forma eficiente. La estimación tradicional de los costos de un proyecto es una tarea difícil, en la que muchas veces no se dispone de los datos suficientes, el tiempo o los recursos para preparar una estimación exacta de los costos. En las estimaciones iniciales de costos, la gerencia del proyecto en ocasiones puede determinar que los costos son demasiado altos para las expectativas del proyecto, resultando esto en una posterior reducción de costos que no corresponde con el alcance real del proyecto. Es por esto que la gestión de estimación del presupuesto de costos de construcción inicialmente y tradicionalmente ofrece un costo inicial que se tiende a disminuir a partir de un análisis rápido de todas las actividades que hay que asignar a un proyecto determinado. Desafortunadamente, las consecuencias de superar los costos basados en estos análisis, frecuentemente quedan a cargo de los usuarios finales (o el cliente comprador del inmueble) por medio de imposición de costos adicionales en los servicios que se les prestan.

Lo anteriormente expuesto evidencia claramente una brecha en los métodos corrientes de valorar cuánto cuestan las prácticas de estimación y destaca la necesidad de reconsiderar y posiblemente re-establecer un concepto modelo que implica el conocimiento de los cambios del medio ambiente del proyecto y del surgimiento de procesos complejos durante la estimación de costos, con el fin de evaluar su impacto en la sociedad y la economía y elaborar estrategias realistas para la gestión de costos en el marco de un modelo conceptual desarrollado por la integración de anteriores y nuevos conocimientos en gestión de riesgos, estimación de costos y gestión de procesos en los proyectos.

Al aplicar el sistema de metodología suave, el conocimiento de los encargados para tomar decisiones da una mejor comprensión de las alternativas para afrontar mecanismos para la planificación y prácticas de control de costos realistas. El concepto modelo resultante, se espera proporcione una práctica a los profesionales involucrados en la estimación de costos para mejorar la capacidad de crear nuevos procesos de estimación en toda la industria.

➤ **Resultados de la metodología de sistemas blandos.** La Metodología para Sistemas Blandos (SSM), ha empleado para el análisis de problemas la identificación precisa de dichos problemas y su articulación cuidadosa con situaciones actuales de la industria, en busca de costos estables y reducción de

excesos en los proyectos. Un estudio modelo preliminar de referencia fue desarrollado como base para comparar con situaciones reales, y con el fin de identificar las áreas débiles. A partir de la realización de entrevistas en la industria de la construcción en Australia, se desarrolló un modelo conceptual para comparar con las mejores prácticas disponibles establecidas en el campo y se definió que los factores que afectan la estimación de costos en un proyecto de ingeniería se pueden clasificar en cinco categorías principales como son: los políticos, los económicos, las preocupaciones financieras, las técnicas utilizadas y las actitudes de los participantes en el proyecto. Los atributos asociados a estas cinco categorías junto con los elementos del proyecto, se encuentran en tres fases principales del proyecto a seguir, como son: la concepción inicial, la licitación y el inicio del proyecto (*Hemanta Kumar Doloi*, 2011:622-636).

4.2.9 Los costos y la planeación de proyectos. (*Predicting building construction duration*). *Theresa Keoughan Burrows, Ian Pegg, Joe Martin* (2005:141), exponen sobre la planificación de los costos y duración de la construcción, con base en el análisis de 1500 proyectos del Reino Unido, las causas de sobrecostos y excesos en tiempos de ejecución. Estos investigadores determinaron los factores que entorpecen el normal desarrollo del programa de obra y por ende de los costos de construcción en el Reino Unido, encontrando información considerable sobre cuánto cuesta la construcción de edificios basados en la experiencia real. Esta información se ha utilizado para dar consejos a los clientes en las primeras etapas de construcción de los proyectos. Sin embargo, ha existido menor información sobre cuánto tiempo se necesita para construir edificios. En dicha investigación se describe el análisis de los datos reales de la duración de la construcción a partir de datos de 1500 proyectos que fueron recolectados por el *USCIS*⁴⁷ para prever los costos, se ha suministrado información valiosa sobre el rendimiento de los proyectos, y se ha demostrado que la capacidad de la industria para predecir el tiempo que necesita un edificio para construirse, es inferior que su capacidad para predecir cuánto va a costar. En el año 2003, indicadores clave de rendimiento mostraron que mientras un 25% de los proyectos de mayor experiencia en los costos, durante el período de construcción, incumplieron cerca del 40% de su período de tiempo acordado en los contratos para la ejecución, para esto se determinaron dos posibles razones:

- El aumento en tiempo y la falta de información sobre el tiempo real de ejecución de un proyecto siempre afecta las expectativas de duración del mismo.
- El aumento que se produce de los costos durante la ejecución de un proyecto de construcción solo se comparte entre el cliente y el contratista, de acuerdo con los términos del contrato inicial, por lo tanto, puede, o no, afectar a los costos

⁴⁷ Oficina Local del Departamento de Ciudadanía y Servicios Migratorios de Estados Unidos (*USCIS*, por sus siglas en inglés, *United States Citizenship and Immigration Services*).

previstos. El tiempo es mucho menos flexible, para quien es responsable de un retraso, incluso en los proyectos, si la liquidación financiera del mismo se realiza, el cliente recibe su proyecto terminado más tarde de lo previsto.

Se han encontrado entonces una multiplicidad de factores que afectan el tiempo necesario para construir un proyecto, tales como:

- desperdicios y eliminación,
- diseño,
- sitio de acceso,
- condiciones del lugar,
- limitaciones del mercado,
- complejidad de las obras,
- disponibilidad de los recursos, y
- disponibilidad de presupuesto.

Sin embargo, muchos de estos factores no se conocen cuando tempranamente se requieren. Para esto se ha creado una cantidad considerable de información disponible del *BCIS*⁴⁸, referente a los costos de los proyectos de construcción. La información proporciona precios reales de proyectos individuales como los análisis estadísticos de los costos de diversos tipos de edificios. Asimismo, se han realizado extensos análisis en un conjunto de datos de *KPI*⁴⁹ para mostrar, evidenciar y verificar antecedentes sobre la relación entre distintas variables de costos y tiempo de duración de construcción de un proyecto. (*Theresa Keoughan Burrows, Ian Pegg, Joe Martin 2005:141*).

➤ **Seguimiento y control del programa de actividades.** Expone *Yin Guo-li*, (2010:59-60), que los esfuerzos de los directores de proyectos en los Estados Unidos, para vigilar y controlar sus obras de construcción, radican en que en la fase de construcción, muchas actividades se lleven a cabo con base al plan original. Es necesario para esto saber qué tipo de actividades, situaciones o circunstancias tienen mayores probabilidades de provocar el retraso del proyecto y su interrupción, por lo tanto, el primer paso es la clasificación de la prioridad de las actividades, debido a que la duración de un proyecto se determina por el tiempo total de las actividades en la ruta crítica.

Cualquier retraso en una actividad en la ruta crítica provocará un retraso en la fecha de terminación del proyecto y por lo tanto sobre costo en el mismo. En primer lugar las actividades en la ruta crítica, deben ser monitoreadas y controladas. En segundo lugar, se debe realizar el seguimiento de las actividades sin ruta crítica, ya que, un retraso en cualquier actividad sin ruta crítica retrasará

⁴⁸ Servicio de Información de Costos de Edificaciones, con sede en Londres, *BCIS* por sus siglas en Inglés, *Building Cost Information Service*.

⁴⁹ *KPI*, del inglés *Key Performance Indicators*, o Indicadores Clave de Desempeño.

inevitablemente alguna actividad posterior, dificultando la programación de los recursos de manera significativa, ya que los recursos se comprometerán en otros sectores del proyecto. En tercer lugar, el seguimiento de las actividades sin holguras debe ser detallado, ya que si una actividad no presenta holguras podría ser parte de actividades que generen diferencias con el programa final del proyecto. En cuarto lugar, los gerentes y directores deben supervisar las actividades de alto riesgo (críticas y de alta complejidad de ejecución), ya que estas tienen más probabilidades de sobrepasar los límites del programa. En quinto lugar, los directores deben supervisar las actividades con uso de recursos críticos, ya que algunos de estos recursos son fundamentales debido a su alto costo o limitada disposición en obra por lo cual pueden generar riesgos en las actividades llevándolas a la ruta crítica del proyecto.

Con base en el plan original se pueden desarrollar diagramas de Gantt para analizar qué actividades hacen parte de la ruta crítica, qué actividades son libres de la secuencia del programa y que actividades presentan holguras, esto puede ser realizado también a través de diagrama de red, para mejorar el control de estas actividades, adoptando medidas de control y evitando demoras y sobrecostos al proyecto.

Cuando una actividad de la ruta crítica se retrase, se pueden aplicar diversas formas de evitar dichos retrasos de la siguiente manera:

- Aumentando los recursos como la mano de obra.
- Mejorando la eficiencia de recursos.
- Acortando los plazos de la ruta crítica con estrategias como trabajo en horas extras y externalización de la mano de obra.
- Usando inicios adelantados en las actividades, ejecutándose tan pronto como sea posible, para las actividades que tengan holgura.
- Estudiando las actividades prioritarias con ayuda de las precedencias de la programación
- Teniendo en cuenta el tiempo óptimo de seguimiento de los proyectos y puntos de control es importante para su éxito. La revisión de las actividades en las diferentes etapas de un proyecto puede ayudar al control eficiente con el fin de cumplir con el tiempo y los costos previstos (*Yin Guo-li*, 2010:59-60).
- El método del camino crítico (*CPM*)⁵⁰ para la planificación y control de proyecto

⁵⁰ Según Luis Fernando Botero y Harlem Acevedo, (2009:46). El método de la trayectoria crítica (*Critical Path Method - CPM*), se utiliza con mucha frecuencia para la programación de actividades y recursos en los proyectos de construcción. Esta técnica permite conocer la duración total de un proyecto, distinguir las actividades críticas del mismo, hacer una interpretación cronológica de los diferentes pasos y adoptar las decisiones correspondientes.

debe ser comparado con otros métodos de programación como el *PERT*⁵¹, para determinar alternativas y ayudas entre métodos y determinar sistemas complementarios para el proyecto que ayuden a mejorar el control del programa y de los costos.

➤ **El tiempo, el costo y la calidad en la planeación de proyectos.** Expresan *Bhaba R. Sarker, et al.* (2012:123-124), que la construcción de grandes proyectos de ingeniería y construcción en los Estados Unidos, como en otros países, implican diversos tipos de recursos como mano de obra, equipo y materiales, que requieren la planificación y el diseño para la eficiencia de las operaciones y los beneficios económicos. Cualquier componente de estos recursos exige una inversión inicial, de costos, operaciones de logística, programación y otros aspectos asociados a la planificación, diseño y realización de los proyectos. El objetivo de la planeación de proyectos consiste en la aplicación de los principios básicos de la logística y la contratación para una eficaz planificación de las operaciones de construcción, con el fin de estudiar la gestión de la construcción de proyectos, desde diferentes perspectivas, tales como:

- clasificación de los proyectos de construcción,
- operaciones y logística de construcción,
- suministro y adquisición de materiales de construcción,
- transporte para la adquisición y distribución de materiales,
- lugares de depósito de materiales.

El tiempo, el costo y la calidad son los tres factores que juegan importantes funciones en la planificación y control de proyectos de construcción. El éxito del proyecto se refleja en el tiempo de reunión de los estándares de calidad, y los objetivos presupuestarios formulados como un modelo de programación que permite una reunión de estándares de calidad, y objetivos del presupuesto. El riesgo es una posibilidad de desviarse de una medida esperada en todos aspectos del proyecto, y en su análisis se encuentra la evaluación y selección de las acciones del proyecto para dar respuesta al riesgo minimizando la desviación indeseable para el logro de la meta del proyecto, con el fin de modelar el índice para medir la desviación de los resultados del proyecto, y evitar el aumento de presupuesto y los costos, para esto es básico la fase de planificación de los proyectos, por lo tanto, la evaluación probabilística del riesgo para el proyecto y los tiempos para ejecutarlo deben ser llevados a cabo mediante el análisis de los movimientos de un índice de costos.

⁵¹ *Program Evaluation and Review Technique*, conocido como Método *PERT*, es una técnica que permite dirigir la programación de proyectos. Consiste en la representación gráfica de una red de tareas, que, cuando se colocan en una cadena, permiten alcanzar los objetivos de un proyecto. Fue diseñada por la marina de los Estados Unidos para permitir la coordinación del trabajo de contratistas que tenían que construir misiles con cabezas nucleares POLARIS. En su etapa preliminar, el método *PERT*, incluye un desglose preciso del proyecto en tareas y cálculo de la duración de cada tarea.

5. TRABAJO DE CAMPO

5.1 MÉTODOLOGIA

La planificación de la metodología desarrollada y la formulación de las encuestas realizadas en esta investigación, se fundamentó en otros métodos e investigaciones halladas, que han sido realizadas en otros países, las cuales se han divulgado en las revistas científicas descritas en el marco de referencia de este trabajo, y entre los cuales se destaca el estudio llevado a cabo entre profesionales del sector de la construcción en el Reino Unido, el cual fue publicado en la revista *Construction Management and Economics*, en el artículo *cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice* (Yakubu Adisa Olawale y Ming Sun, 2010:509-526). Dicho artículo sirvió para este trabajo de investigación, aportando información importante para la complementación y formulación de cuestionarios que contenían preguntas relevantes sobre el tema de control y gestión de costos, los cuales fueron dirigidos a constructores del medio, con el fin de indagar sobre la práctica del control de costos directos de construcción en proyectos inmobiliarios en el Valle de Aburrá.

➤ Pasos del proceso de investigación.

Se siguieron los siguientes pasos, de acuerdo a la recomendación de *Thomas C. Kinnear* y *James Taylor*, (1993:361):

1. Establecer la necesidad de información.
2. Especificar los objetivos de la investigación y las necesidades de la información.
3. Determinar el diseño de la investigación y las fuentes de datos.
4. Desarrollar el procedimiento de la recolección de datos.
5. Diseñar muestra.
6. Recolectar los datos.
7. Procesar los datos.
8. Analizar los datos.
9. Presentar los resultados de la investigación.

La encuesta de este trabajo de investigación fue diseñada a partir de la elaboración y revisión constante de las preguntas que llevaría el cuestionario. Se tuvieron en cuenta las observaciones, comentarios, investigaciones y recomendaciones sobre el diseño de formas para la recolección de datos que realizan *Thomas C. Kinnear* y *James Taylor*, (1993:309-313). “Un cuestionario es un plan formalizado para recolectar datos de los encuestados, donde su función es la medición. Los cuestionarios pueden utilizarse para medir: 1. El comportamiento pasado, 2. Las actitudes y 3. Las características del encuestado. Generalmente un cuestionario tiene 5 secciones: 1. Datos de identificación, 2. Solicitud de

cooperación, 3. Instrucciones, 4. Información solicitada y 5. Datos de clasificación. El diseño de un cuestionario es más un arte que una tarea científica. No existen pasos, principios o pautas que garanticen un cuestionario efectivo y eficiente. El diseño del cuestionario es una técnica aprendida por el investigador a través de la experiencia y no por medio de la lectura de una serie de pautas. La única forma de desarrollar esta habilidad es elaborar un cuestionario, utilizarlo en una serie de entrevistas, analizar sus deficiencias y revisarlo”.

Los pasos en el diseño de un cuestionario son los siguientes:

- Consideraciones preliminares.
- Decidir sobre el contenido de las preguntas.
- Decidir sobre el formato de las respuestas.
- Decidir sobre la redacción de las preguntas.
- Decidir sobre la secuencia de las preguntas.
- Decidir sobre las características físicas.
- Prueba, revisión y borrador.

Las preguntas formuladas presentaban un formato estructurado de respuestas con preguntas abiertas con espacios en blanco para libre respuesta, preguntas de selección múltiple en la que se presentaban varias alternativas de respuesta y preguntas dicotómicas con dos alternativas de respuesta, ejemplo: SI – NO.

Consecutivamente las encuestas fueron adaptadas al medio y complementadas con otros tópicos pertinentes para la investigación.

5.1.1 Cuestionario realizado a constructores. El instrumento de recolección de información utilizado fue la encuesta con la cual se recogieron datos, opiniones y conceptos de los encuestados. Esta sirvió para la recolección de información a profesionales relacionados con el tema de planeación y control de proyectos de construcción inmobiliaria. Luego de reunir dicha información, se realizó una tabulación de los datos y un análisis de los resultados finales obtenidos.

Se utilizó la encuesta, ya que esta técnica ofrece resultados con mayor velocidad que otras técnicas y se considera una técnica práctica para el levantamiento, codificación, captura, validación, procesamiento y presentación de la información (Luis Galindo Cáceres, 1998:34-35).

Con la encuesta se pretendió evidenciar, estudiar y divulgar los resultados e importancia de una buena práctica y metodología definida para realizar el control de costos en los proyectos de construcción. Estos cuestionarios constituidos por doce preguntas fueron diligenciados por los profesionales encargados de la administración y el manejo de los recursos económicos y técnicos de los proyectos, entre los que se encuentran gerentes de empresas constructoras,

gerentes de proyectos, coordinadores de construcción, directores de construcción, interventores, residentes, presupuestadores, y controladores de costos entre otros.

Las preguntas contenían subdivisiones tratando de obtener mayor especificidad en las respuestas. Una primera sección de preguntas, contiene preguntas sobre información personal, dirigida a la obtención de datos personales del encuestado, como nombre, su perfil profesional, la organización o empresa a las que pertenece, su ocupación o cargo dentro de la organización, los tipos (vivienda, comercio, otros) y cantidad de proyectos en los cuales se desempeñaban y la experiencia profesional.

Una segunda sección de preguntas (2 a la 12), contiene preguntas específicas para llevar a cabo las prácticas del control de costos, programas utilizados, información general sobre los proyectos, los factores de control, las medidas de mitigación y control, las metodologías de control de costos utilizada, sus diferentes aplicaciones y efectividad en la práctica y los factores más comunes que impiden que los controles sean realizados con efectividad.

Las encuestas fueron realizadas con el fin de mejorar, ampliar y crear profundidad de los resultados de la investigación, a partir de la exploración de experiencias y ejemplos del medio en relación con los temas de actualidad en cuanto a presupuestos y control de costos de construcción.

El proceso de realización de encuestas presentó riesgos asociados a la demanda de tiempo que comprendió el diligenciamiento del cuestionario por parte de los encuestados, lo cual demoró el proceso para organizar, clasificar y tabular la información y obtener los resultados finales y conclusiones del trabajo.

5.1.2 Cálculo y selección de la población finita y del tamaño de la muestra.

El muestreo hace parte de la investigación y la metodología de la investigación, tanto cualitativa como cuantitativa. Su fin dentro del proceso de investigación es el de poder determinar la parte de la población o universo que debe seleccionarse con el propósito de establecer resultados, conclusiones, derivaciones e inferencias sobre la población, advirtiendo que las conclusiones son producto de la indagación de una parte de la población que se toma como muestra, y que genera como resultado un error (diferencia entre el parámetro y el estadístico) conocido como error de muestreo. La metodología de la investigación cualitativa o cuantitativa exige responder a la pregunta: ¿Cuántos elementos son necesarios para estudiar las variables objeto de la investigación? En la investigación cualitativa la cantidad de elementos se alcanza por medio de la saturación, es decir, el investigador determina el tamaño de la muestra una vez considera que los elementos recogidos son suficientes para la construcción del problema. En las investigaciones cuantitativas, en cambio, el número de unidades debe ser tal que

represente en forma significativa la población (Toro Jaramillo Iván Parra Ramírez, Rubén, 2010:26-27).

➤ **Proceso de muestreo:**

1. Definir la población, es decir, elementos (empresas, productos, almacenes, familias, profesionales de la construcción, etc.), unidades de muestreo (empresas de construcción inmobiliaria del Valle de Aburrá), alcance (profesionales de empresas constructoras de diferentes empresas de edificación inmobiliaria en el Valle de Aburrá), y tiempo. (días, semanas, meses, años, etc., para la elaboración del estudio).

2. Identificar el marco muestral, es decir la lista de todas las unidades de muestreo disponibles para su selección en una etapa del proceso de muestreo.

3. Decidir acerca del tamaño de la muestra, esta debe ser proporcional al tamaño de la población, existiendo equilibrio entre su tamaño n y el tamaño del universo N , es decir, debe ser representativa de la población objeto de investigación.

4. Seleccionar un procedimiento específico mediante el cual se determinara la muestra: a. Muestra probabilística, donde cada elemento de la población tiene una oportunidad conocida de ser seleccionado para la muestra (no necesariamente igual oportunidad de ser seleccionado) y se realiza un muestreo mediante reglas de decisión matemáticas que permiten discreción al investigador y calcular el grado hasta el cual el valor de la muestra puede diferir del valor de la población de interés, esta diferencia recibe el nombre de error muestral, b. Muestra no probabilística, en este, no existe oportunidad conocida por cualquier elemento particular de la población que se ha seleccionado. Por consiguiente no se puede calcular el error muestral que ha ocurrido y no se conoce si los estimados de la muestra calculados a partir de una muestra no probabilística son exactos o no, y pasara al campo del deseo o petición no demostrada. El muestreo aleatorio simple, es el más simple de los procedimientos de muestreo probabilístico y suministran resultados más exactos que el muestreo no probabilístico (*Thomas C. Kinnear y James Taylor, 1993:362*).

➤ **Definición de la población de las empresas halladas:**

Ilustra Adriana Guerrero Peña, (2010), que para el diseño muestral en estudios de este tipo es importante utilizar el muestreo probabilístico para la mejor toma de decisiones, ya que, con este método se pueden formalizar pruebas significativas cuando se trata de un procedimiento o sus características.

Los elementos seleccionados para el proceso de muestreo fueron las empresas constructoras dedicadas a la construcción de proyectos inmobiliarios, que se encontraban afiliadas a la Cámara de Comercio y a Camacol, y que se

encontraban registradas en el Valle de Aburrá⁵² (Guerrero Adriana, 2011).

Para el cálculo del tamaño de la muestra fue necesario determinar el universo de probables encuestados que conformarían la población finita⁵³ objeto del estudio. En este caso se decidió fueran las empresas de construcción inmobiliaria del valle de Aburrá afiliadas a la Cámara de Comercio de Medellín⁵⁴ en 2011, donde fueron halladas 212 empresas medianas y grandes⁵⁵ (ver tabla 28), La Cámara de Comercio del Aburrá Sur⁵⁶ en 2011, donde fueron halladas 19 empresas constructoras de edificaciones, (Ver tabla 29), y la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) Regional Antioquia⁵⁷, donde fueron halladas 129 empresas en la especialidad constructores. (Ver tabla 30).

➤ **Alcance general de la población:** Empresas medianas y grandes dedicadas a la construcción de edificaciones inmobiliarias en el Valle de Aburrá.

En la búsqueda y sondeo de la población objeto de estudio entre los afiliados a la Cámara de Comercio de Medellín en el sector constructor se encontraron gran variedad de empresas, con diferencia de tamaños, tipologías y multiplicidad de oficios y actividades.

Debido a la variedad inicial de empresas encontradas en la Cámara de Comercio de Medellín en el sector de la construcción, que se dedican a diferentes labores, fue necesario delimitar dicha población⁵⁸ finita de afiliados con el criterio de

⁵² Entrevista con la Estadística, Adriana Guerrero 13 de marzo de 2011.

⁵³ Cuando es posible enumerar físicamente, todos los elementos que pertenecen a la población. (Guerrero P, A., Buitrago C, M. V., & Curieses P, M. d. 2010:156)

⁵⁴ En La Cámara de Comercio de Medellín, se incluyen los municipios de Medellín, del Suroeste antioqueño, del Norte antioqueño, del Bajo Cauca, del Norte del Valle de Aburrá, del Occidente y Otros municipios antioqueños.

⁵⁵ Según la Ley 590 de 2000, las empresas en Colombia están definidas según los siguientes parámetros así: la gran empresa, es aquella con planta de personal y activos totales superiores a los de la mediana empresa, teniendo en cuenta que la mediana empresa es aquella con planta de personal entre cincuenta y uno (51) y doscientos (200) trabajadores y activos totales por valor entre cinco mil uno (5.001) y quince mil (15.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes y la pequeña empresa es aquella con planta de personal entre once (11) y cincuenta (50) trabajado-res y activos totales por valor entre quinientos uno (501) y menos de cinco mil (5.001) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

⁵⁶ En La Cámara de Comercio del Aburrá Sur, se incluyen los municipios de Caldas, Envigado, Itagüí, La Estrella y Sabaneta.

⁵⁷ En La Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) Regional Antioquia, en la población de constructores se incluyen los municipios de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y se adicionan los municipios de Envigado y La Ceja, de acuerdo a los datos del directorio de afiliados a CAMACOL (Antioquia), en 2011, especialidad constructores.

⁵⁸ En la Cámara de Comercio de Medellín se encuentran afiliadas en todo lo relacionado con el sector de la construcción, microempresas, empresas pequeñas, empresas medianas y grandes empresas, dedicadas a una diversidad de labores del sector constructor, entre las cuales se encontraron diferentes empresas que no eran objeto del estudio (dedicadas a mantenimientos, pintura, oficios varios de construcción, construcción de andenes, etc.), adicionalmente la Cámara

seleccionar exclusivamente y por conveniencia para el estudio las empresas medianas y grandes dedicadas solamente a la construcción inmobiliaria, teniendo en cuenta la descripción y categorización del CIIU⁵⁹ que realiza La Cámara de comercio de Medellín para sus empresas afiliadas. Se filtraron y seleccionaron entonces finalmente los datos y las empresas del sector constructor afiliadas a la Cámara de Comercio de Medellín que cumplían con los siguientes criterios definidos por la misma entidad:

- Las dedicadas a la construcción de edificaciones para uso residencial.
- Las dedicadas a actividades de la construcción de vivienda nueva para uso residencial de tipo familiar o multifamiliar.
- Las dedicadas a la construcción de edificaciones para uso no residencial (comercio, oficinas, otros).
- Las dedicadas a la construcción de obras de ingeniería civil. Como se puede ver en la tabla 28.

de Comercio de Medellín, las agrupa en el sector constructor de acuerdo al Código Industrial Internacional Uniforme, de acuerdo a la especialidad y tamaño de empresa. Para este estudio se delimito la población para solo incluir empresas medianas y grandes dedicadas a la construcción inmobiliaria, la cual era desde el inicio la población objetivo del estudio, por ser una población que está directamente relacionada en el medio con el tema de los presupuestos de obra y los controles de costos directos de construcción.

⁵⁹ La CIIU (Código Industrial Internacional Uniforme), es una clasificación uniforme de las actividades económicas por procesos productivos. Su objetivo principal es proporcionar un conjunto de categorías de actividades que se pueda utilizar al elaborar estadísticas sobre ellas. Tiene por objeto satisfacer las necesidades de los que buscan datos clasificados referentes a

Tabla 28. Empresas seleccionadas afiliadas a Cámara de Comercio de Medellín

Cámara de Comercio de Medellín					
Empresas de construcción Inmobiliaria		Personas jurídicas ⁶⁰ Total empresas ⁶¹		Personas naturales ⁶² Total empresas	
Código CIU	Descripción del CIU	Medianas	Grandes	Medianas	Grandes
452100	Construcción de edificaciones para uso residencial	84	33	1	
452103	Otras actividades de la construcción de vivienda nueva para uso residencial de tipo familiar o multifamiliar	1	1		
452200	Construcción de edificaciones para uso no residencial (comercio, oficinas, otros)	12	11		
453000	Construcción de obras de ingeniería civil	53	11	5	
Subtotal empresas		150	56	6	
Total empresas jurídicas y naturales (Medianas + Grandes)		206		6	
Total Empresas		212			

Fuente: Elaborado por el autor con base en Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, Base del Registro Mercantil (69 Municipios). Tabulados: Investigaciones Económicas.

Tabla 29. Empresas seleccionadas afiliadas a Cámara de Comercio del Aburrá Sur

Cámara de Comercio del Aburrá Sur	
Descripción tipo de construcciones (especialidad)	Total empresas ⁶³
Construcción de obras civiles. (solo obras civiles)	1 No(descartada)
Construcción de obras de ingeniería civil.	1
Construcción de todo tipo de obras civiles y arquitectónicas.	1
Construcción de obras civiles y alquiler de equipo.	1
Construcción apartamentos y propiedad horizontal.	1
Área de la construcción en general.	1
Construcción obras de ingeniería civil y transporte de maquinaria.	1
Arrendamiento de equipo y servicio para la construcc. y venta de prefabricados	1
Construcción de obras de ingeniería civil e interventorías.	1
Construcción de obras de ingeniería civil.	1

categorías comparables internacionalmente de tipos específicos de actividades económicas.

⁶⁰ Se llama persona jurídica, una persona ficticia, capaz de ejercer derechos y contraer obligaciones civiles, y de ser representada judicial y extrajudicialmente. Las personas jurídicas son de dos especies: corporaciones y fundaciones de beneficencia pública. Existen personas jurídicas que participan de uno y otro carácter. (Código civil Colombiano. Artículo 633).

⁶¹ Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (<http://www.camaramedellin.com.co/site/>, Comerciantes Renovados y Matriculados en el año 2010. Septiembre 25 de 2011).

⁶² Son personas naturales todos los individuos de la especie humana, cualquiera que sea su edad, sexo, estirpe o condición. (Código civil Colombiano. Artículo 74).

⁶³ Cámara de Comercio del Aburrá Sur. (<http://www.ccas.org.co/seccionafi.php>, Cámara de Comercio del Aburrá Sur. Septiembre 25 de 2011).

Continuación tabla 29

Comercialización de insumos para la construcción.	1
Diseño y construcción de vivienda.	1
Construcción de edificios en general.	1
Construcción de obras de ingeniería civil y transporte de materiales.	1
Construcción e interventoría de obras arquitectónicas.	1
Construcción y obras civiles. (solo obras civiles)	1 No(descartada)
Construcción y mantenimiento de obras de ingeniería civil.	1
Construcción y venta de apartamentos.	1
Construcción.	1
Construcción de obras civiles y alquiler de equipo para construcción.	1
Construcción apartamentos y propiedad horizontal.	1
Total Empresas	19

Fuente: elaborada por el autor con base en Cámara de Comercio del Aburrá Sur.

Se encontraron en el directorio de la industria de la construcción de la cámara colombiana de la construcción (Camacol) en su edición número 33 de 2011, el cual es documento de consulta para todos los constructores del país, la información sobre insumos, materiales, productos y servicios de las empresas relacionadas con la cadena productiva de la construcción, se seleccionaron y filtraron finalmente para determinar la población finita afiliada a Camacol los que se encuentran afiliados o pautando en la sección constructores (*builders*) en dicho directorio. Obteniendo así el dato de las 129 empresas constructoras de Medellín y sus municipios cercanos.

Tabla 30. Empresas seleccionadas afiliadas a Camacol (Antioquia)

CAMACOL (Antioquia)	
Descripción (Guía de Productos y Servicios) de Camacol	Total empresas⁶⁴
Sección Constructores (<i>Builders</i>)	129
Total Empresas	129

Fuente: elaborada por el autor con base en el directorio de afiliados de Camacol 2011.

Tabla 31. Población finita de constructores afiliados a Cámara de Comercio

Cámara de Comercio de Medellín y Cámara de Comercio del Aburrá Sur Empresas constructoras de edificaciones inmobiliarias medianas y grandes⁶⁵	
Medellín	212
Aburrá Sur	19
Total	231

Fuente: elaborada por el autor.

⁶⁴ Tomado de Camacol en su Directorio de la Industria de la Construcción, Edición 33, Año 2011.

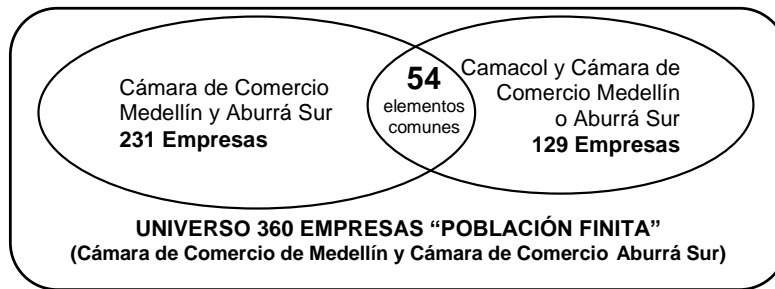
⁶⁵ Cámara de Comercio Aburrá Sur en, <http://www.camaramedellin.com.co/site/> y en <http://www.ccas.org.co/seccionafi.php>, Septiembre 25 de 2011.

Tabla 32. Población finita de constructores afiliados a Camacol

Afiliados Camacol Antioquia 2011, "Constructores" (Valle de Aburrá + Municipio de La Ceja) ⁶⁶	
Medellín	112
Sabaneta	5
Itagüi	3
La Estrella	0
Girardota	1
Copacabana	1
Caldas	0
Bello	1
Barbosa	0
Envigado	5
La Ceja	1
Total	129

Fuente: elaborada por el autor

Figura 20. Población finita de empresas para determinar el muestreo



Nota: Total población finita de empresas para determinar marco muestral: 212 + 19 + 129 = 360 empresas. Total elementos comunes (empresas) para muestreo en esta población total= 54.

Fuente: elaborada por el autor.

➤ **Definición del tipo de variable de mayor peso:** La variable más importante y relevante para el estudio fue la pregunta número 10⁶⁷. Esta fue una pregunta trascendental para el estudio, ya que ayudo a determinar cuáles son los factores inhibidores más importantes del control de costos en el medio, que debían ser corregidos mediante la metodología propuesta.

⁶⁶ Cámara Colombiana de la Construcción, CAMACOL (Directorio de afiliados constructores, edición 33, 2011).

⁶⁷ Para poder proponer y documentar una metodología de control de costos, es necesario tener suficiente ilustración y análisis, sobre cuáles son los factores inhibidores del control más importantes, que deben ser tratados, corregidos y prevenidos, durante las diferentes fases y procedimientos de control.

➤ Los factores que inhiben el control de costos son una variable cualitativa⁶⁸, lo cual indica que debe ser estimada la proporción en las diferentes categorías mediante un muestreo aleatorio simple.

➤ **Tipo de muestreo:** Muestreo aleatorio simple (MAE). Comenta Luis Galindo Cáceres, (1998:59); este tipo de muestreo es donde todos los elementos del universo, en este caso todas las empresas definidas en Camacol y en Cámara de Comercio, tienen la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra.

➤ **Beneficios del muestreo:**

- ahorro de dinero,
- ahorro de tiempo,
- precisión,
- no hay contaminación o destrucción del elemento muestreado.

➤ **Diseño y selección de la muestra:** Según Luis Galindo Cáceres, (1998:45), “el valor del muestreo radica en la posibilidad de conocer el comportamiento de una población, a partir de un subconjunto. Este procedimiento aporta una valiosa solución sin necesidad de realizar un censo, es decir, sin necesidad de realizar la observación o medición de todos los individuos de una población, para conocer las características que interesan para el estudio. Bajo este procedimiento es posible ahorrar dinero y tiempo y permite obtener mayor precisión en los resultados, que mediante un censo, ya que puede existir mayor control del muestreo tanto en la parte operativa como en las mediciones realizadas”.

➤ **Tiempo de recolección de la información:** Alrededor de seis meses para recoger, tabular y analizar la información.

➤ **Definición del marco muestral:** Para calcular el tamaño de la muestra fue necesario tener presente los objetivos de la investigación, los cuales son: consultar entre el personal profesional de obras de construcción, las metodologías, herramientas y técnicas actuales existentes, para realizar el control costos en proyectos de construcción (pregunta 2 y 8 de la encuesta), así mismo, los aspectos externos e internos a la construcción que influían la estimación del presupuesto de construcción afectando su proyección y por ende la precisión del control de costos, y las principales causas que prohibían (inhibían) el control de costos originando sobrecostos (pregunta 10 de la encuesta), la cual se consideró la de mayor peso cualitativo. Al ser esta pregunta una variable cualitativa sugiere que el tipo de muestreo que puede ser utilizado para medir dicha variable, es un muestreo probabilístico (aleatorio simple)⁶⁹, el cual puede realizarse a partir del

⁶⁸ La variable cualitativa, clasifica o describe un atributo o cualidad de los elementos de la población o muestra (atributos). Guerrero P, A., Buitrago C, M. V., & Curieses P, M., 2010:55.

⁶⁹ Al ser la pregunta número 10, una variable cualitativa (variable de peso más importante del cuestionario), debe ser estimada la proporción mediante un muestreo aleatorio simple, es decir,

cálculo de una muestra representativa de una población finita de empresas de construcción inmobiliaria.

➤ **Tamaño de la muestra:** Para determinar el tamaño de la muestra fue necesario identificar los siguientes componentes o elementos técnicos derivados de las encuestas diligenciadas:

➤ Fueron entregadas un total de 205 encuestas (cuestionarios), de las cuales 68 fueron remitidas diligenciadas.

➤ Un total de 34 encuestas fueron realizadas a profesionales representantes de empresas afiliadas a Camacol y las restantes 34 fueron realizadas a profesionales de empresas afiliadas a Cámara de Comercio (Medellín y Aburrá Sur).

➤ De las 34 encuestas realizadas a empresas afiliadas a Camacol, un total de 28 eran de empresas diferentes, por lo cual se descartaron para tamaño de la muestra un total de 6 de estas encuestas (ver tabla 33).

➤ De las 34 encuestas realizadas a la Cámara de Comercio (Medellín y Aburrá Sur), un total de 26 eran de empresas diferentes, por lo cual se descartaron para tamaño de la muestra un total de 6 de estas encuestas (ver tabla 33).

➤ El total de la muestra seleccionada para el estudio y demostración estadística de confianza fue de 54 empresas diferentes (ver tabla 33).

➤ En conclusión, para hallar la muestra representativa se descartaron 14 encuestas, las cuales pertenecían a empresas que habían sido encuestadas más de una vez (ver tabla 33).

donde todas las empresas definidas en Camacol y en Cámara de Comercio conforman una población finita con igual probabilidad de ser incluidas en la muestra probabilística (muestreo aleatorio simple). Entrevista con la Estadística Adriana Guerrero 13, 17, 21 y 30 de marzo de 2011.

Tabla 33. Total de empresas encuestadas

Encuestado	Empresa	Encuestas para muestreo	Observación	Fecha de Encuesta
1	A	1		03-ago-11
2	B	2		05-ago-11
3	C	3		06-ago-11
4	D	4		07-ago-11
5	E	5		08-ago-11
6	F	6		09-ago-11
7	P'	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	10-ago-11
8	G	7		11-ago-11
9	N	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	12-ago-11
10	H	8		13-ago-11
11	I	9		14-ago-11
12	J	10		15-ago-11
13	K'	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	16-ago-11
14	K	11		17-ago-11
15	N	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	18-ago-11
16	L	12		19-ago-11
17	M	13		20-ago-11
18	N	14		21-ago-11
19	F	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	22-ago-11
20	O	15		30-sep-11
21	P	16		02-oct-11
22	F	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	03-oct-11
23	Q	17		05-oct-11
24	R	18		06-oct-11
25	S	19		07-oct-11
26	T	20		14-oct-11
27	U	21		20-oct-11
28	V	22		24-oct-11
29	M'	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	24-oct-11
30	W	23		24-oct-11
31	X	24		23-oct-11
32	V	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	28-oct-11
33	Y	25		28-oct-11
34	Z	26		04-nov-11
35	V	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	04-nov-11
36	V	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	04-nov-11
37	A'	27		04-nov-11
38	B'	28		06-nov-11
39	C'	29		06-nov-11
40	D'	30		08-nov-11
41	G'	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	09-nov-11
42	G'	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	09-nov-11
43	E'	31		10-nov-11
44	F'	32		10-nov-11
45	G'	33		11-nov-11
46	H'	34		11-nov-11
47	I'	35		11-nov-11
48	J'	36		15-nov-11
49	K'	37		19-dic-11
50	L'	38		23-ene-12
51	M'	39		23-ene-12
52	G'	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	24-ene-12
53	G'	No cuenta para muestreo	Descartada (empresa repetida)	24-ene-12
54	N'	40		30-ene-12
55	O'	41		30-ene-12
56	P'	42		01-feb-12
57	Q'	43		01-feb-12
58	R'	44		01-feb-12
59	S'	45		01-feb-12
60	T'	46		01-feb-12
61	U'	47		02-feb-12
62	V'	48		04-feb-12
63	W'	49		07-feb-12
64	X'	50		07-feb-12
65	Y'	51		08-feb-12
66	Z'	52		08-feb-12
67	A''	53		13-feb-12
68	B''	54		16-feb-12

Fuente: elaborada por el autor.

➤ **Datos:**

- Nivel de confianza de la encuesta: 95%.
- Error muestral (e): ¿e? → (el cual fue hallado, siendo igual a 6,68%)
- Se asume una proporción de éxito (P) de 0.5, el cual tiene la mayor variabilidad.

Indica Adriana Guerrero Peña, (2010), que al ser la variable de mayor peso cualitativa, puesto que las características a evaluar provienen de información de opinión, y por tener una población homogénea en cuanto a composición de empresas, explica que los parámetros a estimar de mayor peso en el estudio son proporciones. Se debe entonces, conocer la proporción de éxito " P " (a partir de los resultados de esta proporción en estudios similares) o en su defecto asumirla igual al 50% (si se desconocen los resultados estadísticos de otros estudios similares), donde se genera la mayor variabilidad, es decir, el mayor punto de incertidumbre en cuanto a variación y precisión de las estimaciones, (probabilidad $P=0.5$).

(Cuando P es desconocido se asume $P=0.5$, ($0 \leq P \leq 1$))

Proporción de Éxito $P=0.5$

Proporción de Fracaso $1-P=0.5$

➤ **Nivel de confianza:**

Es el porcentaje de confiabilidad con el cual se estima la verdadera proporción de éxito; es decir con un nivel de confianza del 95%, se determinaría que de 100 muestras aleatorias diferentes, se podría esperar que la proporción de éxito se encuentre en 95 de ellas. Es decir, el 95% de los casos se encontrarán dentro de $\pm 1.96 =$ desviaciones estándar de la media (que es La Normal para el dato de 95%)⁷⁰. Cabe anotar que no son valores complementarios el nivel de confianza y el error muestral.

En un nivel de confianza del 95%, El 95% de una muestra representativa dará lugar al verdadero intervalo de confianza y solo el 5 % producirá un intervalo erróneo. Cuanto mayor sea el nivel de confianza, mayor creencia o seguridad se tendrá para que el valor del parámetro que se está estimando se encuentre dentro del intervalo de confianza. (Toro Jaramillo, Iván; Parra Ramírez, Rubén 2010:741).

Nivel de confianza $1 - \alpha = 0.95 = 95\%$.

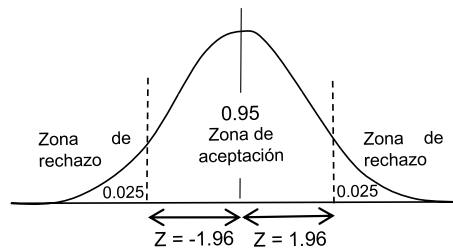
Nivel de significancia = 0.05 (nivel de riesgo) = 5%.

⁷⁰ Cuando tenemos datos que tienen aproximadamente una distribución normal (simétricos, unimodales en forma de campana, es decir, simétrica respecto de un determinado parámetro "conocida también como campana de Gauss"), observaremos el 95 %, a una distancia de dos o menos desviaciones estándar de la media (± 1.96). (Guerrero P, A., Buitrago C, M. V., & Curieses P, M., 2010:55).

“Antes de tomar los datos de la muestra se debe primero establecer el valor supuesto, lo que es igual a formular hipótesis del respectivo parámetro (en este caso 95%). La suposición que se desea probar se conoce como hipótesis nula. Una elección aceptable del nivel de significancia se concibe como el riesgo que se asume al rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera, por ello, mientras más alto sea el nivel de significancia, mayor será la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera” (Toro Jaramillo, Iván; Parra Ramírez, Rubén 2010:747-748).

Se puede estar con el 95 % de confianza de que, si la hipótesis es cierta, el valor de z obtenido de una muestra real para el estadístico S se encontrará entre -1.96 y 1.96, ya que el área bajo la curva normal entre estos valores es 0.95.

Figura 21. Campana de Gauss porcentaje de confiabilidad



Fuente: elaborada por el autor.

Sin embargo, si al elegir una muestra al azar se encuentra que z para ese estadístico se halla fuera del rango -1.96 a 1.96, significara que es un suceso con probabilidad de 0.05, si la hipótesis fuese verdadera. Entonces puede decirse que esta z difiere significativamente de la que cabía esperar bajo esta hipótesis y se estaría inclinado a rechazar la hipótesis. El área total 0.05, es el nivel de significancia del ensayo, y representa la probabilidad de cometer error al rechazar la hipótesis.

El conjunto de las z que se encuentran fuera del rango -1.96 a 1.96 constituyen lo que se llama región crítica o región de rechazo de la hipótesis o región de significación. El conjunto de las z que se encuentran dentro del rango -1,96 a 1,96 puede llamarse región de aceptación de la hipótesis o región de no significación.

➤ **Error muestral aceptable:**

El error muestral indica hasta donde la estimación de un parámetro que se apoya en los resultados de una muestra se aleja o no del verdadero valor; entendido este como el valor que se pueda haber obtenido, en caso de que se hubiera podido realizar un censo (Toro Jaramillo, Iván; Parra Ramírez, Rubén 2010:699).

“El error de muestreo, definido como la diferencia o distancia existente entre el parámetro y el respectivo estadístico, debe mantenerse dentro de ciertos límites o valores aceptables” Toro Jaramillo, Iván; Parra Ramírez, Rubén 2010:664).

$$e = \frac{\sigma \times P^2}{\sqrt{n}}$$

Donde:

e = error muestral admisible

σ = Desviación estandar

P = Proporción de éxito (mayor punto de incertidumbre en cuanto a variación y precisión de las estimaciones)

n = Tamaño de la muestra calculado

$$e = \frac{1.96 \times 0.5^2}{\sqrt{49}} = 0.0700 = 7\%$$

$$e = \frac{1.96 \times 0.5^2}{\sqrt{96}} = 0.0500 = 5\%$$

El número de encuestas necesarias para obtener un error muestral entre el ± 5 y el 7%⁷¹, era entre 49 y 96 encuestas de empresas diferentes. Al finalizar el proceso de encuestas, se obtuvieron un total de 68 encuestas correspondientes a 54 empresas diferentes, el cual fue el dato utilizado para determinar el error muestral finalmente obtenido.

➤ Error muestral obtenido:

Es el error que se está dispuesto a cometer en la precisión de la estimación de la proporción $e = |p - P| = \pm$ valor alrededor de la verdadera proporción. De acuerdo al número de encuestas obtenidas (54). Para este estudio se consideró que un error de un 6.68% es apropiado en la estimación de variables que caracterizan los factores del estudio⁷².

Error de muestreo: $e = \pm 0.06$, que es el margen permisible en que varía el estimador referente al verdadero parámetro, y teniendo como referente las causas inhibitoras del control, puede concluirse por ejemplo que la causa inhibitora para el control de costos cambio de diseños que obtuvo un IIR de 0.802 podría variar $\pm 6.68\%$.

$$e = \frac{1.96 \times 0.5^2}{\sqrt{54}} = 0.0668 = 6.68\%$$

⁷¹ Margen de error que el analista o encuestador está dispuesto a aceptar en la estimación y a la confianza que quiere tener en la misma (Hugo Gómez Giraldo, 2009:18).

⁷² Entrevista con la Estadística Adriana Guerrero, 13, 17,21 y 30 de marzo de 2011.

➤ **Aplicando la fórmula⁷³, para hallar el tamaño de la muestra:**

$$n = \frac{(Z_{(1-\alpha/2)}^2)P(1-P)}{e^2}$$

Donde:

$Z_{(1-\alpha/2)}$ es el valor de la normal con una probabilidad de $(1-\alpha/2)$

$$P = 0.5$$

$$e = 6.668\%$$

$$1-\alpha = 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$1-\alpha/2 = 0.975$$

$$Z_{0.975} = 1.96$$

$$n = ? \rightarrow 54$$

1.96 = desviaciones estándar de la media

$$n = \frac{(0.975^2)0.5(0.5)}{0.06681^2} = n = 53.467 \approx 54$$

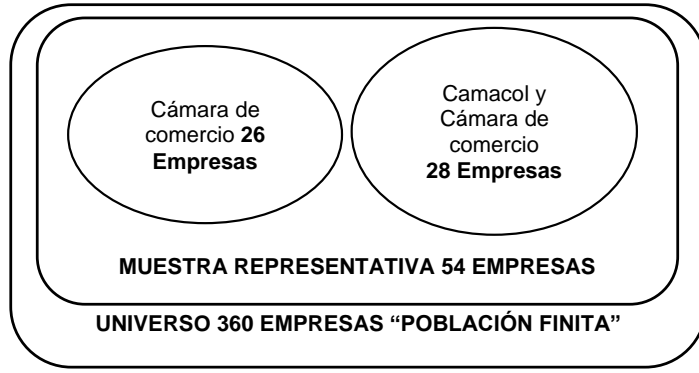
donde $Z_{(1-\alpha/2)}$ es el valor de la normal con una probabilidad de $(1-\alpha/2)$

➤ **Determinación del tamaño de la muestra representativa para las encuestas:**

El tamaño de la muestra (n) para el estudio de las empresas constructoras dedicadas a la construcción de proyectos inmobiliarios afiliadas a Camacol y a la Cámara de Comercio pertenecientes y registradas en el Valle de Aburrá es de **54 empresas**, teniendo en cuenta que la población (N), es finita y su tamaño es de **360 empresas** (ver figura 22).

⁷³ Thomas C. Kinnear y James Taylor, 1993.

Figura 22. Tamaño de la muestra representativa de empresas constructoras



Fuente: elaborada por el autor.

➤ **Ficha técnica de la encuesta**

Tabla 34. Ficha técnica de la encuesta

FICHA TÉCNICA DE LA ENCUESTA A CONSTRUCTORES	
ENCUESTA REALIZADA POR:	Pablo Andrés Pérez López – Grupo GESCON – Universidad EAFIT.
ENCOMENDADA PARA:	Trabajo de campo proyecto de maestría en ingeniería – énfasis gestión de la construcción.
FUENTE DE FINANCIACIÓN:	Estudiante de maestría Pablo Andrés Pérez López.
UNIVERSO:	Empresas constructoras afiliadas a Camacol (Medellín y Área Metropolitana + Envigado + La Ceja). Empresas constructoras de edificaciones medianas y grandes, afiliadas a Cámara de Comercio de Medellín Antioquia (Medellín – Suroeste – Norte - Bajo Cauca - Norte del Valle de Aburrá – Occidente – Otros municipios) y Cámara de Comercio del Aburrá Sur (Caldas, Envigado, Itagüí, La Estrella y Sabaneta).
MARCO MUESTRAL:	Empresas afiliadas a Camacol = 129. Empresas afiliadas a Cámara de Comercio de Medellín y Cámara de Comercio del Aburrá Sur= 231. Total empresas constructoras de edificaciones inmobiliarias = 360.
TAMANO Y DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA:	Fueron entregadas un total de 205 encuestas (cuestionarios), de las cuales se devolvieron diligenciadas 68, correspondientes a profesionales de 54 diferentes empresas.
SISTEMA DE MUESTREO UTILIZADO:	Muestreo aleatorio simple (MAE).
MARGEN DE ERROR:	Los márgenes de error dentro de unos límites de confianza de un 95%, son para el total de la muestra de 54 encuestados $\pm 6.68\%$.
TECNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	Personalmente por medio de cuestionarios, a través de encuesta física impresa, vía telefónica y vía correo electrónico.
FECHA DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS:	Del 3 de agosto de 2011 al 16 de febrero de 2012.
TEMAS A LOS QUE SE REFIERE:	Determinar, analizar y consultar entre el personal profesional de obras de construcción (arquitectos, ingenieros, constructores) en sus diferentes cargos (gerentes, coordinadores, directores, residentes, interventores, presupuestadores (estimadores) y controladores de costos entre otros), las metodologías, herramientas y técnicas actuales existentes, para realizar el control costos en proyectos de construcción en el Valle de Aburrá, los aspectos externos e internos a la construcción que influían la estimación del presupuesto de construcción afectando la proyección del presupuesto y la precisión del control de costos, las principales causas que prohibían el control de costos originando sobrecostos, precisando las más comunes durante la construcción de un proyecto inmobiliario.
PERSONAJES O INSTITUCIONES POR LAS CUALES SE INDAGO:	Personal profesional perteneciente a empresas constructoras de proyectos de construcción inmobiliaria (arquitectos, ingenieros, constructores), en sus diferentes cargos (gerentes, coordinadores, directores, residentes, interventores, presupuestadores (estimadores) y controladores de costos, entre otros. Información adicional remitirse a los cuestionarios diligenciados.
PREGUNTAS CONCRETAS QUE SE FORMULARON:	Primera sección (pregunta 1) de información personal del encuestado y segunda sección (preguntas 2 a la 12), información específica sobre el tema de control de costos. Información adicional remitirse al cuestionario en los anexos de este trabajo.

Fuente: elaborada por el autor.

6. RESULTADOS

6.1 DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Todas las encuestas fueron transcritas y tabuladas, con el fin de interpretar y analizar su información, proponiendo así las medidas de mitigación y establecer la propuesta metodológica para realizar el control de costos de construcción en los proyectos inmobiliarios. La encuesta e investigación realizadas revelaron información actual como los métodos de control, las aplicaciones de software utilizado, los factores inhibidores de control que generan sobrecostos en los proyectos, las herramientas y técnicas de control utilizadas, los nuevos desarrollos en el medio para la realización del control de costos y las medidas de mitigación utilizadas para mejorar dicho control en los proyectos de construcción.

El estudio reveló el porcentaje de los encuestados que aplica siempre los controles de costos a sus proyectos, la cantidad de encuestados que aplica con frecuencia técnicas de control de costos, como también los que no lo aplican u ocasionalmente lo realizan, además determinó las variables por las cuales se presentan problemas de sobrecostos en los proyectos de construcción en el medio, y se identificaron los factores⁷⁴ más importantes que impiden a los profesionales que los esfuerzos realizados por ellos en el control de costos del proyecto se apliquen con efectividad.

En la industria de la construcción, el objetivo del control del proyecto es asegurar que este termine dentro del presupuesto, en el plazo de tiempo programado y logrando los demás objetivos del mismo. Esta es una compleja tarea que debe ser emprendida en la práctica guiada por los promotores y gerentes de proyecto, la cual consiste en medir el progreso constante, la evaluación de planes y toma de acciones preventivas y correctivas cuando sea necesario. Durante las últimas décadas, conocidas técnicas se han utilizado para el control de proyectos, es así que en el control de tiempo de los proyectos, se encuentra, el diagrama de barras de *Gantt*, el Programa de Evaluación y Revisión Técnica (*PERT*) y el Método de la Ruta Crítica (*CPM*), entre otros. Estos se han desarrollado para organizar y planear los proyectos y tratar de reducir los riesgos asociados a los extratiempos, ya que, una mayor duración representa mayores costos en las obras. Equivalentemente para el control de costos se encontró que una variedad de software y sistemas de información de las empresas se han puesto en el medio, a disposición de los encargados de los proyectos para apoyar la aplicación de diferentes métodos de control de costos, entre estos están *Microsoft Project*,

⁷⁴ La investigación de literatura científica ayudó a identificar gran parte de estos factores comunes que conducen frecuentemente a los proyectos a excesos de costo y tiempo, estos fueron seleccionados y determinados como los factores inhibidores del control de costos más importantes. (Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming, 2010, 509-526).

Construdata, Licita, Primavera, Paco, Sinco, *Microsoft Excel*, Opus, sao, Uno E, Construdata, Sap, Sig, Omega, Copérnico, Licita, Fenix Coco, Data Obras Gerencial, Siom, Cio, Sico, Multifax y Primavera. No obstante, y a pesar del amplio uso en la práctica de diferentes software, muchos proyectos de construcción siguen sufriendo excesos de tiempo y costo, lo cual indica que existen problemas que radican básicamente en la metodología de control utilizada. Es por esto que este estudio procuró identificar los factores más comunes que influyen en los sobrecostos y la duración de los proyectos, los cuales fueron analizados y sirvieron como referencia para proponer una metodología de control que trate de minimizar los riesgos asociados a la falta de procedimientos documentados y de técnicas eficientes y eficaces para llevar a cabo el control de costos en proyectos de construcción.

El trabajo reveló que el **98,15%** de los encuestados desarrolla alguna metodología o técnicas de control de costos a sus proyectos, de los cuales el **62,96%** lo realiza con método interno de la empresa y el **37,04%** con método externo o de otra empresa consultora, y el **1,85%** de los encuestados no aplican u ocasionalmente realizan el control con las herramientas y metodologías generales encontradas en este estudio.

Dos de los profesionales⁷⁵ que realizaron la encuesta, ampliaron voluntariamente sus conceptos y criterios profesionales acerca del tema de estudio, dichos puntos de vista y posiciones particulares de estos dos profesionales no representan los conceptos generalizados de entre todos los encuestados, pero estos complementan el trabajo y quedan consignados entre los hallazgos generales encontrados.

A continuación se expone en las siguientes tablas y figuras el resumen detallado de la información y los resultados obtenidos en las encuestas.

Comentan Guerrero P. A., Buitrago C. M. V., & Curieses, P, M., (2010:36-37), que la presentación de la información mediante gráficos es algo que se analiza a diario y en forma casi natural por personas de diferentes profesiones. Los datos estadísticos permiten usar la habilidad, para visualmente procesar información de un gráfico. Luego, un gráfico es una de las mejores formas de conocer el material disponible, ya que facilita una comprensión global del problema de estudio.

➤ **Las tablas y gráficos utilizados en este análisis son:**

➤ **La tabla:** es un cuadro que consiste en la disposición ordenada de los datos. Las tablas sistematizan los resultados y ofrecen una visión numérica, sintética y global del fenómeno observado.

⁷⁵ Ingeniero German Alonso Cardona y el Ingeniero Juan Camilo Escobar.

➤ **Tabla de entrada de datos:** es aquella en la cual solo aparecen los datos resumidos que se obtuvieron en la recolección de información, y se utiliza para el registro de resultados.

➤ **Gráfico de pastel o circular:** llamado también gráfico de sectores, es un gráfico en forma de círculo, donde las categorías se basan en una proporcionalidad entre la frecuencia y el ángulo central de una circunferencia, de tal manera que a la frecuencia total le corresponde el ángulo central de 360°. También se puede representar en forma porcentual, se divide en tantas partes como categorías tenga, de manera que el total del círculo sea el 100% y las cantidades se expresan en porcentaje. Cuando la variable es cualitativa, se suele utilizar más este tipo de gráfico.

➤ **Diagrama de barras:** se utiliza para graficar las frecuencias absolutas o relativas de una variable cualitativa. En el eje de las abscisas (eje X), se sitúan las diferentes categorías de la variable. En el eje de ordenadas (eje Y) la frecuencia. Se levantan barras o columnas separadas de altura correspondiente a la frecuencia adecuada (Guerrero P, A., Buitrago, C, M. V., & Curieses P, M., 2010:36-37).

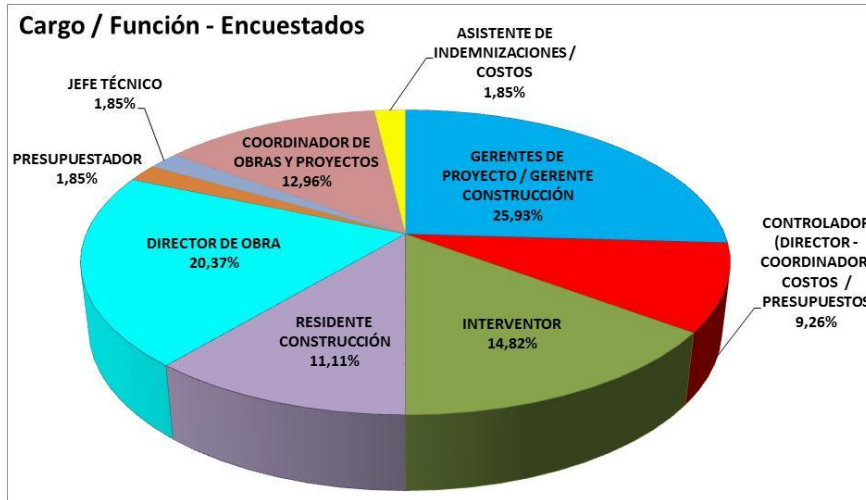
➤ **Resultados sobre el perfil del encuestado:**

Tabla 35. Perfil profesional del encuestado

PERFIL PROFESIONAL DEL ENCUESTADO		
CARGO / FUNCIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE
Gerentes de proyecto / Gerente construcción	14	25,93%
(Controlador director - coordinador) costos y presupuestos	5	9,26%
Interventor	8	14,82%
Residente construcción	6	11,11%
Director de obra	11	20,37%
Presupuestador	1	1,85%
Jefe técnico	1	1,85%
Coordinador de obras y proyectos	7	12,96%
Asistente de indemnizaciones / costos	1	1,85%
TOTAL	54	100,00%

Fuente: elaborada por el autor.

Figura 23. Perfil profesional del encuestado



Fuente: elaborada por el autor.

El público objetivo del estudio realizado fue el personal profesional encargado de las tareas de administración y control de los proyectos (arquitectos, ingenieros, constructores) en sus diferentes cargos (gerentes, coordinadores, directores, residentes, interventores, presupuestadores (estimadores) y controladores de costos entre otros, ya que estos profesionales, aportaron información valiosa para determinar los factores que afectaban el control y las metodologías actuales utilizadas en las labores de control de los costos directos de construcción inmobiliaria.

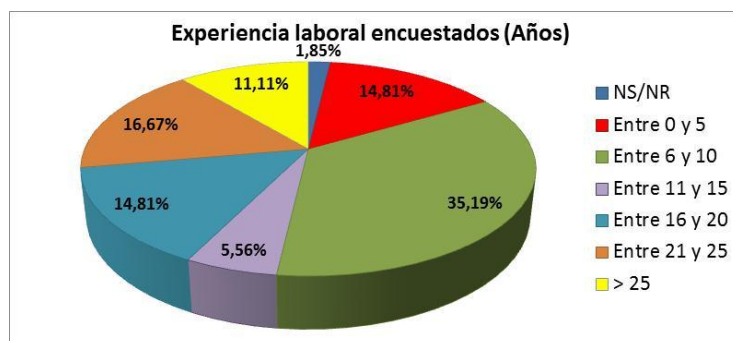
➤ **Resultados sobre la experiencia laboral del encuestado:**

Tabla 36. Años de experiencia laboral del encuestado

TIEMPO DE EXPERIENCIA LABORAL		
AÑOS	CANTIDAD ENCUESTADOS	PORCENTAJE
NS/NR	1	1,85%
Entre 0 y 5	8	14,81%
Entre 6 y 10	19	35,19%
Entre 11 y 15	3	5,56%
Entre 16 y 20	8	14,81%
Entre 21 y 25	9	16,67%
> 25	6	11,11%
TOTAL	54	100,00%

Fuente: elaborada por el autor.

Figura 24. Años de experiencia laboral del encuestado



Fuente: elaborada por el autor.

Los cuestionarios fueron realizadas a profesionales que han tenido experiencia profesional en varios proyectos, el 83,34% de los encuestados tienen entre 6 y más de 25 años de experiencia, lo cual es una garantía de conocimiento de las diferentes labores de control de costos directos de construcción en los proyectos.

➤ **Resultados sobre los proyectos a cargo por encuestado:**

Tabla 37. Cantidad proyectos a cargo por encuestado

PROYECTOS A CARGO		
PROYECTOS ENCOMENDADOS	CANTIDAD ENCUESTADOS	PORCENTAJE
NS/NR	4	7,41%
1	9	16,67%
2	7	12,97%
3	5	9,26%
4	5	9,26%
5	5	9,26%
6	8	14,82%
7	2	3,70%
8	1	1,85%
9	2	3,70%
10	1	1,85%
15	1	1,85%
18	1	1,85%
23	1	1,85%
>=25	2	3,70%
TOTAL	54	100,00%

Fuente: elaborada por el autor.

La cantidad de proyectos que se acostumbra encomendar a los profesionales del

medio, en ocasiones puede generar la disminución de control en algunas de sus tareas, debido al aumento gradual de ocupaciones a medida que sus diferentes proyectos avanzan en el tiempo, demandando a la vez mayor control de los mismos, es interesante ver como el 53.70% de los profesionales encuestados tienen a su cargo más de 3 proyectos, lo que eventualmente puede limitar sus tareas de control.

Figura 25. Años de experiencia versus proyectos a cargo por encuestado



Fuente: elaborada por el autor.

➤ **Resultados sobre tipo de proyecto desarrollado por encuestado:**

Tabla 38. Tipo de proyecto desarrollado

TIPO DE PROYECTO		
TIPO	CANTIDAD ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Vivienda-Oficinas	1	1,85%
Vivienda	27	50,00%
Institucional	7	12,96%
Público	4	7,41%
Comercio	3	5,56%
Vivienda-Comercio	3	5,56%
Infraestructura - Vivienda - Comercio (Inmobiliarios)	5	9,26%
Otros	4	7,41%
TOTAL	54	100,00%

Fuente: elaborada por el autor.

Figura 26. Tipo de proyecto desarrollado



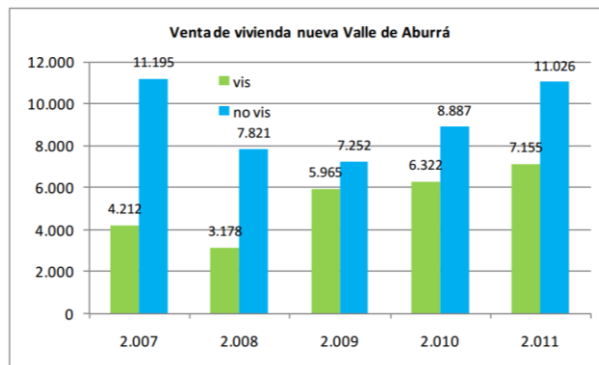
Fuente: elaborada por el autor.

El 50% de los encuestados se encargan de ejecutar proyectos de vivienda, lo que corresponde al mayor volumen de proyectos inmobiliarios construidos en el Valle de Aburrá, y coincide con el aumento de la construcción de vivienda que se dio en el último año (ver figura 27), Según La Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia y Galería Inmobiliaria, durante 2011 se observó un repunte de la actividad constructiva residencial impulsado principalmente por el incremento en el total de vivienda en altura. Los resultados del Valle de Aburrá en el acumulado a septiembre muestran más de 1 millón de metros cuadrados de apartamentos nuevos terminados, un 20% superior si se compara con 2010. En el caso de las casas las cifras son menores comparadas con los apartamentos. En el acumulado a septiembre 2011 se terminaron 50 mil metros cuadrados, un 20% menos que en

2010, como consecuencia del menor número de proyectos de vivienda de interés social. Sin embargo, dados los buenos resultados obtenidos en 2010 en materia de venta de vivienda, el 2011 continuó y mejoró la tendencia al pasar de venderse un promedio de 1.200 unidades en 2010 a 1.500 en 2011, gracias al buen crecimiento económico logrado durante el año, la estabilidad en las tasas de interés, la baja inflación y a las buenas perspectivas económicas que hay para 2012, a pesar de las turbulencias económicas que se observan en Estados Unidos y en Europa (Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia, análisis inmobiliario N° 98, 2011:1-2).

Durante 2011 se vendieron 18.181 viviendas en el Valle de Aburrá (ver figura 27), un 20% más que en 2010, y durante 2011 se iniciaron 17 mil nuevos metros cuadrados de vivienda en el Valle de Aburrá (Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia, análisis inmobiliario N° 97, 2011:6).

Figura 27. Proyectos de vivienda desarrollados en el valle de Aburrá entre los años 2007 y 2011.



Fuente: Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia, febrero de 2012.

➤ **Resultados sobre el tipo de software para presupuesto y control de costos y metodología utilizada:**

Tabla 39. Metodología para el control de costos

DESARROLLA METODOLOGÍA PARA REALIZAR EL CONTROL DE COSTOS DIRECTOS, Y PROGRAMA UTILIZADO				
Respuesta	NO	SI	Programa interno (propio)	Programa externo
Cantidad encuestados	1	53	34	20
% Incidencia	1,85%	98,15%	62,96%	37,04%

Fuente: elaborada por el autor.

La tabla 39, muestra que el 1,85% no desarrollan metodología para realizar el control de costos directos a sus proyectos, el 98,15% de los encuestados si lo hacen, de estos últimos el 62,96% poseen un programa de desarrollo propio y el 37,04% poseen programa desarrollado por otra empresa.

Acerca del tema de la metodología para control de costos comenta el Ingeniero German Alonso Cardona, los procedimientos que se deben tener en cuenta en la realización del control de costos:

1. Identificar el personal que interviene en los procesos.
2. Asignar al personal que interviene, procedimientos y métodos de trabajo que cumplan con los objetivos y generen trazabilidad.
3. Documentar los procesos de tal forma que se generen datos en el mismo tiempo que se ejecuta el procedimiento.
4. Tener procedimientos de control, verificación y retroalimentación en cabeza del gerente de la constructora, gerente de construcción, director técnico e interventor, que permitan tomar acciones respecto al comportamiento del desarrollo de la obra.

Una vez se verifica que para el nuevo proyecto se tiene la logística que permita ejecutar los procedimientos establecidos, se da la responsabilidad al director de construcción y al director de interventoría para que controlen la ejecución de la obra en lo administrativo y técnico, cumpliendo con los requerimientos propios de los demás departamentos de la empresa, entregando los datos que estos soliciten.

Existe un equipo de profesionales contables, asistentes financieros, consultores técnicos de los concretos y mezclas, ingenieros, directores de departamentos, directores de interventoría, coordinadores técnicos de obra, a los cuales se les suministran informes del control, y a partir de los datos recibidos estos informan al gerente de proyecto.

A partir de la información dada al gerente del proyecto se generan acciones para cumplir los objetivos trazados (concepto emitido por el Ingeniero German Alonso Cardona, 23 enero de 2012).

Acerca de la metodología de control, el Ingeniero Juan Camilo Escobar, expresa que la metodología utilizada, es realizar el presupuesto y control de costos con Sao Progress, el control de programación con Microsoft Project, donde el departamento de control y presupuesto coordina el control de costos de los proyectos, realizando seguimiento mensual y semanal de actividades y chequeo de consumo de insumos (concepto emitido por el Ingeniero Juan Camilo Escobar, 1 de febrero de 2012).

Figura 28. Uso de software



Fuente: elaborada por el autor.

Figura 29. Implementación del control de costos



Fuente: elaborada por el autor.

Para obtener mejores métodos y resultados de control de tiempo y costos, se debe determinar un sistema de control eficaz para el proyecto específico, reconocer y clasificar los factores importantes que afectan los objetivos en tiempo y costos del proyecto y el gerente del proyecto debe tener presente diferentes técnicas de control, que ayuden a evitar las dificultades para alcanzar el éxito económico en el proyecto.

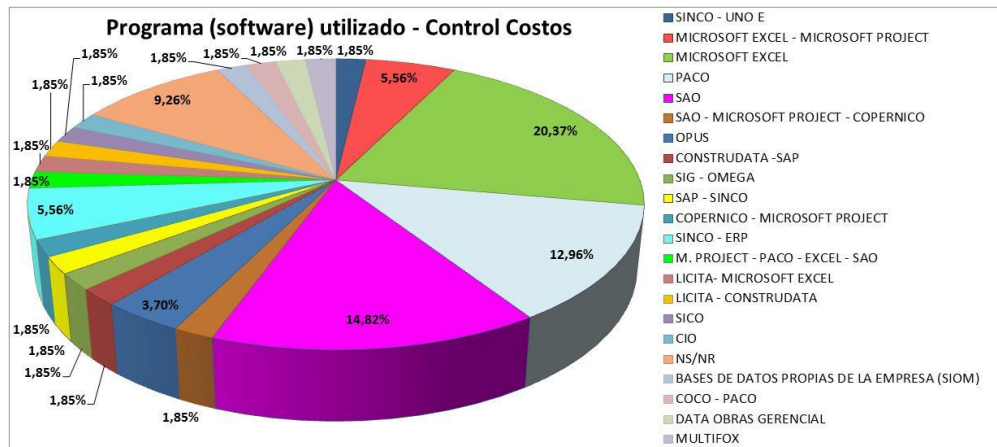
La tabla 40, indica que aunque las empresas hayan desarrollado sus propias herramientas y software para controlar los proyectos, sigue prevaleciendo el uso de herramientas como Microsoft Excel, tanto para realizar presupuestos como control de costos, esto debido a la facilidad que los profesionales tienen para acceder a este programa.

Tabla 40. Programa utilizado para realizar el control de costos

PROGRAMA UTILIZADO		
PROGRAMA	CANTIDAD ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Sinco - uno e	1	1,85%
Microsoft Excel - Microsoft Project	3	5,56%
Microsoft Excel	11	20,37%
Paco	7	12,96%
Sao	8	14,82%
Sao - Microsoft Project - Copernico	1	1,85%
Opus	2	3,70%
Construdata -Sap	1	1,85%
Sig - Omega	1	1,85%
Sap - Sinco	1	1,85%
Copernico - Microsoft Project	1	1,85%
Sinco - Erp	3	5,56%
M. Project - Paco – M. Excel - Sao	1	1,85%
Licita- Microsoft Excel	1	1,85%
Licita - Construdata	1	1,85%
Sico	1	1,85%
Cio	1	1,85%
NS/NR	5	9,26%
Bases de datos propias de la empresa (Siom)	1	1,85%
Coco - Paco	1	1,85%
Data Obras Gerencial	1	1,85%
Multifox	1	1,85%
Total	54	100,00%

Fuente: elaborada por el autor.

Figura 30. Software utilizado



Fuente: elaborada por el autor.

En cuanto a la utilización de diferentes software, expone el Ingeniero German Alonso Cardona, que el Microsoft Project es poco utilizado en el sector de la construcción (como software de control de costos), sobre el PACO, que es de fácil acceso desde cualquier computador, no tiene límites de usuarios, amigable y utiliza servidor externo, sobre el Microsoft Excel, que es muy conocido y lo manejan todos los ingenieros y sobre el SAO, que utiliza servidor en la propia empresa (concepto emitido por el Ingeniero German Alonso Cardona, 23 enero de 2012).

Sobre la utilización del software Opus Planet, expresa el Ingeniero Fernando Cárdenas Salgado, que genera beneficios en la medida que varias personas lo pueden utilizar simultáneamente (interfaz de usuario), es de fácil alcance a cualquier proyecto desarrollado, es compatible con All Plan, Microsoft Project, y AutoCAD haciéndolo versátil para la aplicación de diferentes metodologías de control, y posee una base de datos para Colombia con mil doscientos cincuenta A.P.U. (<http://www.opus-planet.com/>. Consultado el 13 de enero de 2012). La programación, el presupuesto, los flujos de fondos y presupuesto, el control de programación y costos, las actas y salidas se pueden realizar con este software, y el diseño de sus hojas de trabajo, similares a las de Microsoft Excel, genera comodidad en su uso (concepto emitido por el Ingeniero Fernando Cárdenas Salgado, de la empresa Opus Planet, miércoles 17 de agosto de 2011).

En cuanto a los software utilizados el Ingeniero Juan Camilo Escobar define, “que Microsoft Project, permite desarrollar paralelamente con los presupuestos la planeación de los proyectos, aunque no trabaja en línea con otros usuarios, Microsoft Excel, genera otros informes que apoyan la labor de presupuesto como es el cálculo de memorias, además sirve para hacer análisis alternos a los informes generados por el software y el SAO, provee Información centralizada, información en tiempo real, es administrada por servidor, permite almacenar la información de todas las obras en un solo software, y se obtienen varios reportes de control que permiten ser exportados a hojas electrónicas (concepto emitido por el Ingeniero Juan Camilo Escobar, 1 de febrero de 2012).

➤ **Uso del presupuesto como herramienta para el control de costos.**

Tabla 41. Uso del presupuesto como herramienta de control

UTILIZA EL PRESUPUESTO DE OBRA COMO HERRAMIENTA PARA REALIZAR EL CONTROL DE COSTOS	
NO	0,00%
SI	98,15%
NS / NR	1,85%

Fuente: elaborada por el autor.

Es evidente el uso del presupuesto de obra como herramienta para control en el medio. Para que los resultados del control de costos sean satisfactorios, es necesario poder contar con la planeación suficiente y oportuna, es decir desde la concepción misma de los proyectos, iniciando el control con la principal herramienta utilizada para este fin, como lo es un buen presupuesto de costos directos de construcción, que deberá ser oportunamente actualizado a medida que se va realizando el desarrollo del diseño.

Acercas del uso del presupuesto el Ingeniero Juan Camilo Escobar define, el presupuesto base y el presupuesto de obra faltante que se calculan en cada cierre de obra son las herramientas fundamentales para planear y proyectar el costo final de un proyecto (concepto del Ingeniero Juan Camilo Escobar, 1 de febrero de 2012).

Figura 31. Uso del presupuesto como herramienta de control



Fuente: elaborada por el autor.

El presupuesto es en lo técnico y en el proceso de producción la garantía de que se interpretaron los objetivos de costos trazados por la gerencia al emprender el proyecto. Su realización y actualización depende de la fase del proyecto (concepto del Ingeniero German Alonso Cardona, 23 enero de 2012).

➤ **Resultados sobre personal encargado de realizar el control de costos y forma de adquisición del software:**

Tabla 42. Encargados de realizar el control de costos y origen del software

Realiza el control de costos con personal de la empresa		NO	A Veces	SI	NS/NR
Cantidad encuestados		2	1	50	1
Porcentaje		3,70%	1,85%	92,59%	1,85%
Adquisición del Software	Comprado	Alquilado	Propio (Desarrollado por la empresa)	Otro (prestado - cedido)	NS/NR
Cantidad enc.	21	10	8	6	9
Porcentaje	38,89%	18,52%	14,81%	11,11%	16,67%

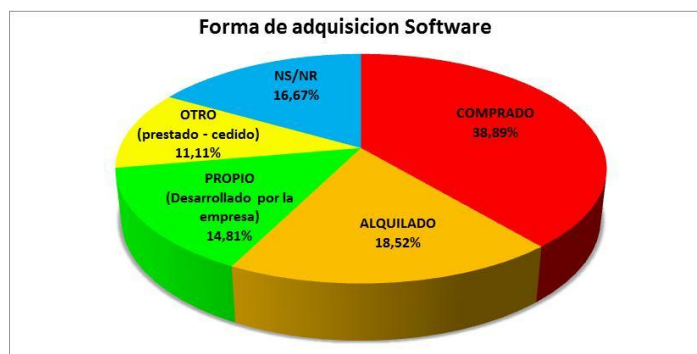
Fuente: elaborada por el autor.

Figura 32. Encargados de realizar el control de costos



Fuente: elaborada por el autor.

Figura 33. Forma de adquisición del software



Fuente: elaborada por el autor.

Puede apreciarse que el valor del software por alquiler o compra para realizar control de costos de construcción no condiciona su uso en el medio, ya que la mayoría de los profesionales del sector reconocen que más que un costo ostentoso para el proyecto, poder contar con un software y la asesoría experta para esta tarea, representa grandes beneficios e invaluable seguridad para la administración de los recursos económicos del proyecto. Es importante conocer con certeza los costos que conlleva adquirir un software para presupuesto y control. Se deben tener en cuenta costos adicionales como el valor del servidor de información del software, costo de cada módulo de presupuestos y control de costos, costo de mantenimiento y actualización de los programas, costo de instalación de redes internas de información entre las obras, y el costo y tiempo de la capacitación del personal.

Los profesionales del medio, no consideran el costo del software como argumento fundamental para no utilizarlos, ya que más que un costo, se ve como una inversión para el proyecto; adicionalmente es ventajoso utilizarlos porque permiten la trazabilidad de los costos direccionados a las actividades. Algunos permiten información en línea con otras áreas, facilitan el control de retenidos, amortizaciones y pagos de los contratos, permiten el fácil manejo de inventarios de almacén, y tienen varios niveles de autorización y acceso para los profesionales del equipo de trabajo que facilitan el desarrollo y la seguridad en los procedimientos implementados. En caso de un software que represente altos costos para el proyecto, se debe tener en cuenta el costo de la obra y su magnitud, ya que si la obra es pequeña o de baja complejidad el presupuesto y el control de costos se pueden realizar con métodos menos costosos como una hoja de cálculo Microsoft Excel.

➤ **Resultados sobre metodología considerada para mejorar el control de costos :**

En la encuesta se indagó también sobre la metodologías de control de costos y se encontró que a diferencia de las técnicas de control de tiempo en la que algunos métodos son más comunes en el medio, las técnicas y programas para realizar el control de costos son más diversas, ya que existen entre los profesionales y las empresas constructoras varias técnicas, tales como contratarlo con contratistas externos, realizar análisis parcial o final de beneficios o pérdidas o, revisar el presupuesto inicial y proyectado en el tiempo, comparación del valor inicial de actividades contra su valor final, revisar el valor final del presupuesto contra el valor de proyectos similares, realizar comparación del presupuesto inicial contra el valor del presupuesto final, realizar control periódico (frecuente) del presupuesto y control de costos (diario, semanal, mensual) y control periódico de principales actividades (ver tabla 43 y figura 34). No obstante, hay una mayor tendencia por una revisión constante y periódica del presupuesto y el control de costos, ya que este tipo de procedimientos permite detectar oportunamente los cambios que generan desviaciones colocando en riesgo los objetivos económicos de los

proyectos.

Tabla 43. Metodología para realizar el control de los costos directos del proyecto

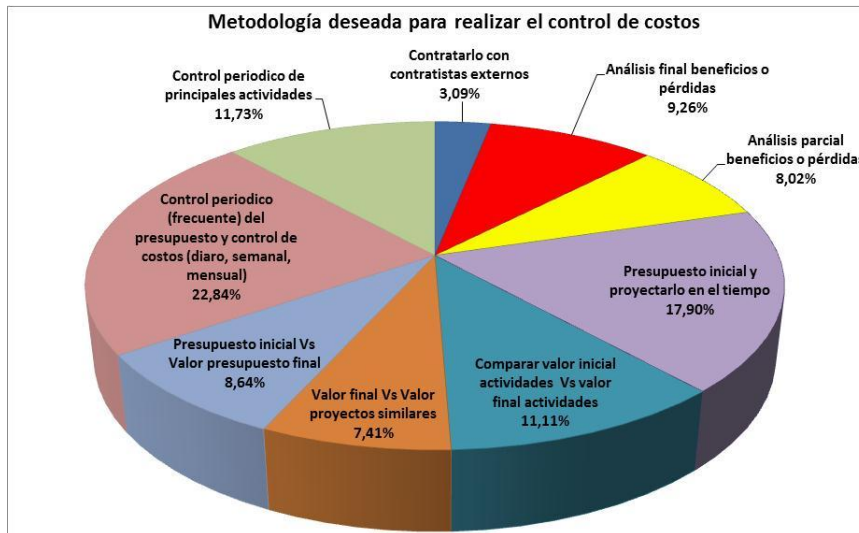
CUÁL ES LA METODOLOGÍA QUE CONSIDERARÍA PARA REALIZAR Y MEJORAR EL CONTROL DE LOS COSTOS										
Opción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje	3,09%	9,26%	8,02%	17,90%	11,11%	7,41%	8,64%	22,84%	11,73%	0,00%

Nota: Opciones de respuesta.

1. Contratarlo con contratistas externos especializados en la realización de presupuestos y/o control de costos
2. Realizar un análisis final de beneficios o pérdidas obtenidas en el proyecto.
3. Realizar análisis parciales de utilidad o pérdida en las fechas de valoración de cada contrato.
4. Realizar un presupuesto inicial de construcción y proyectar los costos en el tiempo de acuerdo al avance del proyecto.
5. Realiza el cálculo del costo unitario y la cantidad de las actividades a ejecutar, comparándolas con el valor final ejecutado.
6. Realizar un presupuesto inicial y comparar el valor final con el valor de proyectos similares
7. Realizar un análisis del valor dado en el presupuesto inicial y el valor final obtenido del proyecto
8. Programar una evaluación y revisión técnica frecuente (diaria, semanal o mensual) del presupuesto y del control de costos para actualizar los costos del proyecto periódicamente (mediante un software).
9. Realizar un método de revisión periódico de los principales parámetros de costos (actividades más representativas en los costos directos del proyecto).
10. Otro ¿Cuál?.

Fuente: elaborada por el autor.

Figura 34. Metodología de control escogida



Fuente: elaborada por el autor.

La mayor cantidad de profesionales, prefieren una metodología de revisión frecuente y periódica de las principales actividades del presupuesto y del control de costos para la aplicación de los procedimientos realizados en sus proyectos, así mismo la proyección del presupuesto a medida que avanza la ejecución del proyecto es una modalidad de control acostumbrada elegida entre los profesionales del medio. Estas formas de control proporcionan información oportuna y facilita las labores de control en los proyectos. Es importante entonces poder contar con procedimientos documentados que faciliten dicha metodología de control, indicando cada una de las fases del mismo, los procedimientos a verificar, una lista de chequeo o verificación de actividades del proyecto y las responsabilidades de quienes participan a lo largo del proceso.

Acerca de las metodologías de control expresa su concepto el Ingeniero German Alonso Cardona, que la implementación de una metodología de revisión periódica del control, sirve para conocer históricamente y con precisión el valor del m^2 para cada tipo de proyecto y es un análisis fundamental para realizar la factibilidad y control del proyecto (concepto emitido por el Ingeniero German Alonso Cardona, 23 enero de 2012).

Sobre la metodología de control deseada el Ingeniero Juan Camilo Escobar expone, la revisión periódica del avance de la obra permite tomar decisiones acertadas de las estrategias a seguir para alcanzar las metas y cumplir con los indicadores principales de cumplimiento del presupuesto y cumplimiento del cronograma, existen actividades críticas en un proyecto que exigen realizar revisiones y mediciones para poderlas controlar. Las desviaciones se presentan principalmente por falta de revisión y aprobación oportuna del presupuesto base, falta de control periódico de las compras, falta de seguimiento a los contratos y análisis de actividades críticas del proyecto, mal cálculo de la obra faltante por parte del director de obra, diseños que al momento de la ejecución del proyecto no están completos lo que genera poca planeación de dichas actividades generando mayor valor de la actividad y retrasos en el cronograma.

El control de costos debe tener características importantes, como son, la veracidad de la información y la oportunidad de entrega de la información, si se cumplen a cabalidad estas dos condiciones y las empresas orientan la gestión hacia estos objetivos, se garantiza en gran medida que se tomen decisiones adecuadas y acertadas para el logro y éxito de los proyectos que se ejecutan (Encuesta realizada al Ingeniero Juan Camilo Escobar, 1 de febrero de 2012).

En ocasiones en los proyectos de construcción del medio se asume que con el primer o segundo control de costos, es decir, uno o dos meses después de comenzada la ejecución de los proyectos esta se encontrara completamente proyectada y ajustada al presupuesto, lo cual no es verdad y lleva a desviaciones en el presupuesto de construcción que pueden entorpecer o poner en duda los procedimientos de control utilizados (concepto emitido por el Tecnólogo en

Construcción Saúl Marín, 2 de octubre de 2011).

➤ **Resultados acerca de los sobrecostos adicionales por uso de software externo (de otra empresa) para control de costos:**

Tabla 44. Costos adicionales por uso de software externo

REALIZAR EL CONTROL DE COSTOS MEDIANTE SOFTWARE DE OTRA EMPRESA LE GENERA ALGÚN OTRO COSTO O GASTO ADICIONAL EN SU PROYECTO			
Respuesta	NO	SI	NS/NR
Cantidad	26	17	11
Porcentaje	48,15%	31,48%	20,37%

Fuente: elaborada por el autor.

Figura 35. Costos adicionales por uso de software externo



Fuente: elaborada por el autor.

En el medio el uso del software de apoyo para control de costos es bastante variado. Se identificó que algunos de los paquetes de control se usan simultáneamente para control de costos y programación, como son, Microsoft Project y Microsoft Excel. Otros son especializados en software de control diseñado por la misma empresa o alquilado con diferentes empresas. El propósito general del uso de la hoja de cálculo Microsoft Excel, es utilizarla como complemento para reportar diferentes informes que fundamentan y apoyen de alguna manera los informes de control de costos presentados. A pesar de la aplicación de control de costos y la gran cantidad de software que hay en el medio para una eficiente tarea de control de costos, y por los cuales se debe pagar un valor por compra, alquiler o asesoría de manejo, se concluye que debe seguir siendo común la utilización de los diferentes programas que se utilizan en los proyectos de construcción. Estos programas aunque generan algunos costos adicionales a los proyectos (ver figura 35), es también claro, que esto no se convierte en un factor determinante para decidir utilizarlos, debido a los beneficios que proporcionan.

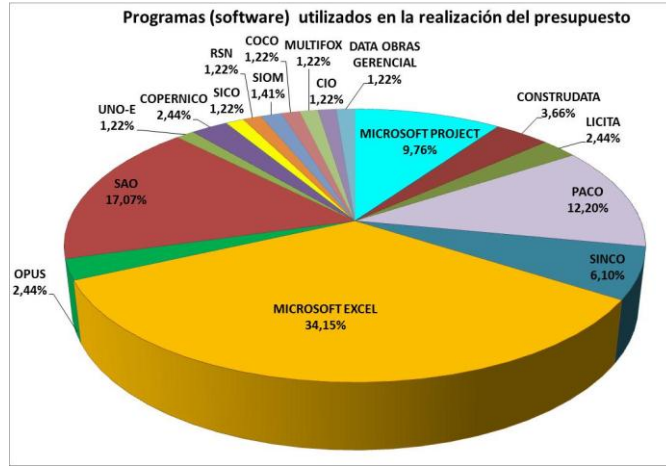
➤ **Resultados sobre uso específico del software, para realizar presupuesto y control de costos:**

Tabla 45. Uso específico del software para realizar el presupuesto y el control de costos

TOTAL (PRESUPUESTO)	82	TOTAL (CONTROL DE COSTOS)	71
Microsoft Project	9,76%	Microsoft Project	9,86%
Construdata	3,66%	Construdata	2,82%
Licita	2,44%	Licita	1,41%
Paco	12,20%	Paco	14,08%
Sinco	6,10%	Sinco	7,04%
Microsoft Excel	34,15%	Microsoft Excel	30,99%
Opus	2,44%	Opus	1,41%
Sao	17,07%	Sao	16,90%
Uno-e	1,22%	Uno-e	1,41%
Copérnico	2,44%	Copernico	2,82%
Sico	1,22%	Sico	2,82%
Rsn	1,22%	Rsn	1,41%
Siom	1,41%	Siom	0,00%
Coco	1,22%	Coco	1,41%
Multifox	1,22%	Multifox	1,41%
Cio	1,22%	Cio	1,41%
Data Obras Gerencial	1,22%	Data Obras Gerencial	1,41%
NS / NR	0,00%	NS / NR	1,41%
Total	100%	Total	100%

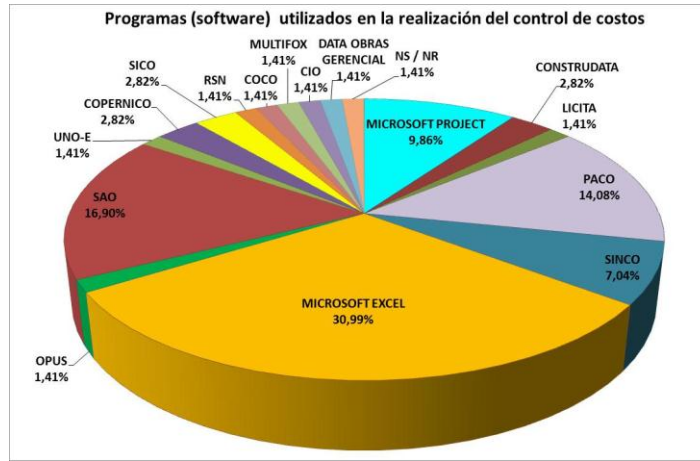
Fuente: elaborada por el autor.

Figura 36. Software utilizado para realizar el presupuesto



Fuente: elaborada por el autor.

Figura 37. Software utilizado para realizar el control de costos



Fuente: elaborada por el autor.

Se identificaron diferentes tipos de software que son utilizados tanto para realizar el presupuesto como el control de costos. Las empresas los utilizan debido a la agilidad en la información que este proporciona, de acuerdo a sus necesidades específicas. Pudo determinarse que el software más utilizado para las labores del

presupuesto y control de costos es el Microsoft Excel, lo cual se debe al amplio conocimiento que los profesionales tienen de este software, a su facilidad de acceso entre las empresas del medio y a que muchos de los profesionales del medio se encuentran capacitados para el uso del mismo, además de ser esta una herramienta que habitualmente no requiere de un asesor para poder utilizarlo.

➤ **Resultados sobre uso del software para control de costos, de acuerdo a su precio por compra o alquiler:**

Tabla 46. Valor del software

EL COSTO DEL SOFTWARE PARA CONTROL DE COSTOS ES MOTIVO VALIDO PARA NO UTILIZARLO EN SUS PROYECTOS			
Respuesta	NO	SI	NS/NR
Cantidad	27	20	7
Porcentaje	50,00%	37,04%	12,96%

Fuente: elaborada por el autor.

Figura 38. Utilización de software de acuerdo a su costo de uso



Fuente: elaborada por el autor.

El hecho de que una empresa deba pagar por el uso y manejo de un software externo, para la realización del control de costos no condiciona la utilización de estas diferentes herramientas y programas para la realización del control de costos en los proyectos de construcción en el medio, pues sigue siendo mayormente valorado los beneficios que estas herramientas pueden traer y representar para el proyecto en términos de rentabilidad y seguridad económica y financiera, que en los que se incurre por la utilización y manejo de las herramientas de control como son los costos fijos indirectos o como el valor de la prestación de los servicios profesionales de empresas consultoras contratistas de funciones de control de costos en los proyectos de construcción.

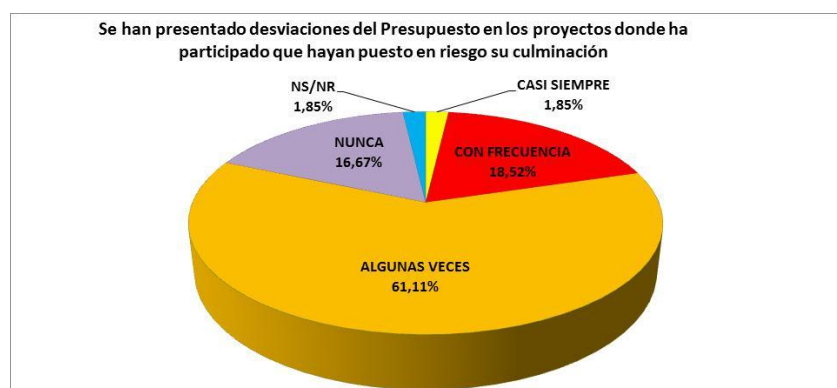
➤ **Resultados sobre frecuencia de las desviaciones del presupuesto en los proyectos donde ha participado el encuestado:**

Tabla 47. Frecuencia de las desviaciones del presupuesto

FRECUENCIA DE DESVIACIONES DEL PRESUPUESTO EN LOS PROYECTOS QUE HA PARTICIPADO					
	Casi Siempre	Con Frecuencia	Algunas Veces	Nunca	NS/NR
Cantidad Encuestados	1	10	33	9	1
Porcentaje	1,85%	18,52%	61,11%	16,67%	1,85%

Fuente: elaborada por el autor.

Figura 39. Frecuencia de las desviaciones del presupuesto



Fuente: elaborada por el autor.

La generalidad de los profesionales del medio reconoce que en los presupuestos de costos directos de construcción se presentan desviaciones que en la mayoría de los casos corresponden a sobrecostos no previstos. El hecho de que se presenten dichos sobrecostos es grave para los proyectos, en la medida en que estos no sean detectados a tiempo, ya que esto puede llevar a colapsar económicamente cualquier proyecto de construcción, es por esto indicado poder contar con una metodología que pueda prevenir y corregir con acciones concretas, con el fin de detectar oportunamente dichos sobrecostos y poder atenderlos a tiempo, tomando las medidas correctivas necesarias (aumento de precios de venta de inmuebles, reducción de costos indirectos o directos), para que no signifiquen ningún peligro financiero futuro para el normal desarrollo y finalización de los proyectos.

➤ **Resultados sobre los factores inhibidores que dificultan las labores de control en la práctica:**

Además de averiguar el estado actual de los costos, las metodologías de control existentes y software utilizado para control en los proyectos de construcción inmobiliaria, la encuesta sirvió para identificar los factores más importantes que afectan el control de costos en la práctica. Dichos factores fueron investigados, identificados y formulados en la pregunta 10 así: ¿Cuál es la razón más común en la práctica, de las desviaciones en el control de costos directos y la programación del proyecto?, un total de 23 factores se determinaron en orden de importancia a partir de las respuestas proporcionadas por los profesionales. A esta pregunta los encuestados respondieron calificando los factores de acuerdo a la influencia negativa que representan para el control de los costos y la programación de los proyectos, la calificación se realizó conforme a una escala Likert⁷⁶, de la siguiente manera: totalmente en desacuerdo, muy en desacuerdo, en desacuerdo, indiferente, de acuerdo, muy de acuerdo, totalmente de acuerdo. Así mismo, se solicitó al encuestado que identificara de acuerdo a su experiencia otros factores inhibidores del control que podrían ser tenidos en cuenta en el análisis.

Las respuestas de los encuestados se simplificaron para facilitar los análisis, mediante la asignación de valores numéricos de 1 a 7, de la siguiente manera:

- 1 = Totalmente en desacuerdo,
- 2 = Muy en desacuerdo,
- 3 = En desacuerdo,
- 4 = Indiferente,
- 5 = De acuerdo,
- 6 = Muy de acuerdo,
- 7 = Totalmente de acuerdo.

Esta escala de siete puntos se convirtió en un índice de importancia relativa (*relative importance index "RII"*), para cada factor individual utilizando la fórmula avalada por Chan⁷⁷ y Kumaraswamy⁷⁸ (1997) y Kumaraswamy y Chan (1998),

⁷⁶ La escala de tipo Likert (también denominada método de evaluaciones sumarias) es una escala psicométrica comúnmente utilizada en cuestionarios, y es la escala de uso más amplio en encuestas para la investigación. Un elemento de tipo Likert es una declaración que se le hace a los sujetos para que éstos lo evalúen en función de su criterio subjetivo; generalmente se pide a los sujetos que manifiesten su grado de acuerdo o desacuerdo.

⁷⁷, Estudio de las causas de los excesos de tiempo en Hong Kong de la construcción los proyectos. Revista Internacional de Gestión de Proyectos D. y Kumaraswamy, M. (1997).

⁷⁸ La construcción de proyectos para sistemas de contratación, Sistemas de gestión de apoyo a la gestión de riesgos, gestión de calidad, evaluación de proyectos, gestión del conocimiento, la transferencia de tecnología / cambio, reclamaciones y conflictos entre la administración, Industria de la construcción y desarrollo de infraestructura, Las TIC en la gestión de proyectos y en la enseñanza-aprendizaje y la formación, sostenibilidad, gestión de mantenimiento y optimización del ciclo de vida. Una comparativa estudio de las causas de los excesos de tiempo en Hong Kong de

Assaf y otros. (1995)⁷⁹ e Iyer y Jha (2005)⁸⁰:

$$RII = \sum w \div (H \times N)$$

Donde, w es el peso total asignado a cada factor por los encuestados, que va de 1 a 7 y se calcula por una suma de las ponderaciones diferentes dado un factor por todos los encuestados, H es el más alto del ranking disponible (es decir, 7 en este caso), y N es el número total de los encuestados que han respondido a la pregunta.

A partir de las respuestas y los conceptos consignados en las encuestas se pudieron identificar en su orden, los factores que los encuestados consideraron las mayores y menores causas representativas que generan sobrecostos y retrasos en la construcción de proyectos (ver tablas 48-49 y figuras 40-42).

Tabla 48. Resultados del índice de importancia relativa (IIR) y factores correspondientes de inhibición del control de costos

N°	IIR	FACTOR
1	0,802	Cambios en el diseño
2	0,735	Presupuesto mal elaborado
3	0,672	Inexacta evaluación del tiempo y duración del proyecto
4	0,648	Programación mal elaborada (deficiente control del programa durante la ejecución del proyecto)
5	0,627	Incumplimiento de los subcontratistas y proveedores escogidos
6	0,627	Débil regulación y control o falta de estas
7	0,622	Fraudes y/o corrupción en el proyecto
8	0,611	Condiciones meteorológicas imprevisibles
9	0,606	Falta de experiencia y formación adecuada del gerente del proyecto
10	0,598	La inflación de los precios (aumento gradual de precios)
11	0,595	La falta de un software y metodología de control adecuada
12	0,590	Inadecuada programación de la financiación y pago por obras finalizadas
13	0,579	Escasa mano de obra calificada
14	0,574	La complejidad de las obras
15	0,563	Riesgos e incertidumbres asociadas a los proyectos
16	0,558	Inestables tasas de interés
17	0,550	La dependencia de materiales importados
18	0,550	Políticas gubernamentales inestables
19	0,534	Desacuerdos en el contrato y en la interpretación de las especificaciones
20	0,526	El conflicto entre las diferentes partes (representantes) del proyecto
21	0,489	Las discrepancias en la documentación de los contratos
22	0,484	Fluctuación de la moneda o del tipo de cambio de moneda extranjera
23	0,053	Otro? cual (bajos salarios del personal administrativo de obra- ausencia de control oportuno - falta de control y seguimiento - trámites legales - reformas unidades vendidas)

Fuente: elaborada por el autor con base en Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming. (2010:515).

la construcción de los proyectos. Revista Internacional de Gestión de Proyectos Chan, D. y Kumaraswamy, M. (1997).

⁷⁹ Las causas de retraso en los grandes proyectos de construcción de inmuebles. Diario de Gestión en Ingeniería Assaf, S. Al-Khaliil, M. y Al-Hazmi, M. (1995).

⁸⁰ Factores que afectan el desempeño de costos: pruebas de los proyectos de construcción de la India. Diario Internacional de Gestión de Proyectos Iyer, y K. Jha, K. (2005).

Tabla 49. Resultados del índice de importancia relativa (IIR) y factores correspondientes de inhibición de la programación

N°	IIR	FACTOR
1	0,738	Cambios en el diseño
2	0,648	Inexacta evaluación del tiempo y duración del proyecto
3	0,632	Programación mal elaborada (deficiente control del programa durante la ejecución del proyecto)
4	0,608	Incumplimiento de los subcontratistas y proveedores escogidos
5	0,587	Condiciones meteorológicas imprevisibles
6	0,574	Presupuesto mal elaborado
7	0,569	Inadecuada programación de la financiación y pago por obras finalizadas
8	0,540	Falta de experiencia y formación adecuada del gerente del proyecto
9	0,540	La dependencia de materiales importados
10	0,511	Débil regulación y control o falta de estas
11	0,500	Escasa mano de obra calificada
12	0,495	La complejidad de las obras
13	0,489	La falta de un software y metodología de control adecuada
14	0,484	Riesgos e incertidumbres asociadas a los proyectos
15	0,481	Desacuerdos en el contrato y en la interpretación de las especificaciones
16	0,468	El conflicto entre las diferentes partes (representantes) del proyecto
17	0,452	Políticas gubernamentales inestables
18	0,447	Fraudes y/o corrupción en el proyecto
19	0,442	La inflación de los precios (aumento gradual de precios)
20	0,413	Las discrepancias en la documentación de los contratos
21	0,399	Inestables tasas de interés
22	0,376	Fluctuación de la moneda o del tipo de cambio de moneda extranjera
23	0,071	Otro? cual (bajos salarios del personal administrativo de obra- ausencia de control oportuno - falta de control y seguimiento - trámites legales - reformas unidades vendidas)

Fuente: elaborada por el autor con base en *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming. (2010:515)*.

En el análisis de los resultados, se identificaron los principales factores que se deben controlar y se investigaron con mayor profundidad las causas que dificultan el control, las cuales sirvieron para desarrollar medidas de mitigación para su mejoramiento y asimismo plantear la propuesta metodológica para realizar el control de costos.

Las encuestas fueron orientadas a explorar si existen asuntos en la práctica que privan al grupo de trabajo de los proyectos, para establecer medidas que puedan ser utilizadas para tratar de manera específica los problemas que se plantean en relación con el control de costos de los proyectos.

Pudo apreciarse en el resultado de la clasificación del Índice de Importancia Relativa (IIR), obtenido entre los principales factores de inhibición de la capacidad para controlar el tiempo y los costos de los proyectos de construcción hay una gran similitud. Siendo indudablemente los cambios en el diseño como el factor más importante que inhibe la capacidad de realizar el control de los costos y el tiempo de proyectos de construcción. Dicho resultado no debe sorprender, ya que los cambios en el diseño normalmente tienen una implicación directa sobre el costo y el tiempo, lo cual indica que si el proceso de cambios en el diseño no es bien gestionado, afectara frecuentemente y negativamente los costos y la

programación del proyecto. Los cambios en diseño que se presentan aleatoria y continuamente en un proyecto, son importantes cuellos de botella que impiden que un control sea eficaz.

Otro análisis crítico de las tablas 48 y 49 de clasificación del índice de importancia relativa (IIR), de los factores que consideran los profesionales afectan su capacidad para controlar los costos y la programación de los proyectos de construcción en el medio reveló, que ocho de los diez primeros factores de clasificación son coincidentes como factores que dificultan ambas tareas (control de costos y control de la programación), entre estos están: 1. cambios en el diseño, 2. presupuesto mal elaborado, 3. inexacta evaluación del tiempo y duración del proyecto, 4. programación mal elaborada (relacionados con factores de falta de control durante la ejecución del proyecto), 5. incumplimiento de los subcontratistas y proveedores escogidos, 6. débil regulación y control o falta de estas, 7. condiciones meteorológicas imprevisibles, 8. falta de experiencia y formación adecuada del gerente del proyecto, es por esto, que dichos factores deben ser los más importantes a vigilar, ya que estos están relacionados directamente con la gestión, administración, diseño y control de los profesionales de los proyectos, y dichos factores están impidiendo que tanto los costos como la programación sean controlados con eficacia.

Los factores mencionados pueden inspeccionarse periódicamente con el grupo de trabajo del proyecto. Es difícil separar los motivos que causan aumentos en el costo y el programa de construcción, concluyendo que las razones de los aumentos de costos, normalmente son las razones para prolongaciones en tiempo, precisamente lo que inhibe o perjudica un control efectivo de costos, también puede dificultar el control del tiempo y en consecuencia la programación del proyecto.

Entre los principales factores que entorpecen solo el control de costos y que se propone pueden ser resueltos por una metodología de control ordenada, con la ayuda de una serie de medidas de control (medidas atenuantes), se encontraron en su orden los siguientes factores: 1. cambios en el diseño, 2. presupuesto mal elaborado, 3. inexacta evaluación del tiempo y duración del proyecto, 4. programación mal elaborada (factores de falta de control del programa inicial durante la ejecución del proyecto), 5. incumplimiento de los subcontratistas y proveedores escogidos, 6. débil regulación y control o falta de estas. Adicionalmente se indicaron medidas para la prevención de factores cuando las obras se tornan complejas, en el caso de la realización de proyectos inmobiliarios de gran magnitud y complejidad.

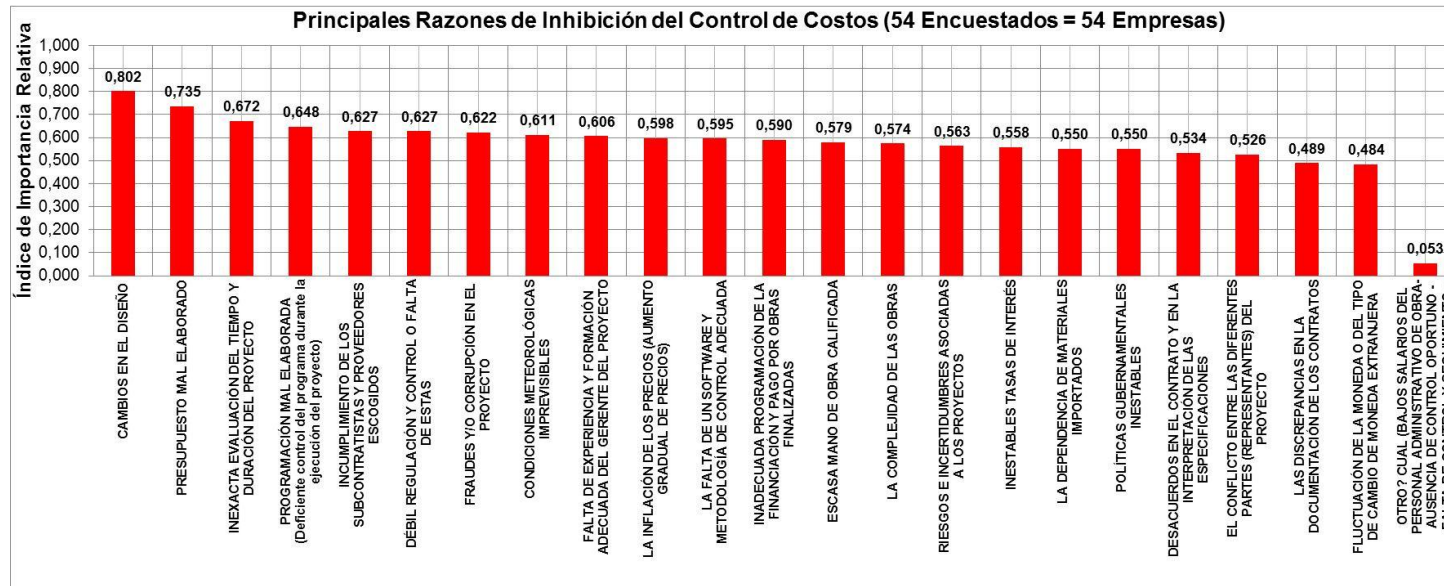
Entre los factores clasificados como los más bajos, o que no representan mayor riesgo para el control de costos como para el control de la programación los siguientes: fluctuación de la moneda o del tipo de cambio de moneda extranjera, discrepancias en la documentación de los contratos, y otros como, los trámites

legales, las reformas a unidades vendidas y los bajos salarios del personal administrativo de obra.

Los resultados de las encuestas en la pregunta número 10, reflejan en términos generales las actuales opiniones del medio. Es interesante ver que los principales factores que inhiben los proyectos son factores internos que son persistentes y requieren una constante de control, en los últimos factores aunque la frecuencia de su ocurrencia es generalmente baja pueden ser difíciles de controlar debido a estar fuera del control de los profesionales y administradores de los proyectos.

En conclusión para tratar de aliviar el factor que está relacionado con los cambios de diseño, es necesario saber desde el inicio y hasta el final de un proyecto cuanto este va a costar con la mayor precisión posible, desviaciones del presupuesto por adición de obras no existentes en los planos durante la ejecución del presupuesto inicial y cambio de especificaciones en la marcha evitan que se realice un control eficientemente. Los sobrecostos presentados en los proyectos de construcción por cambios en los diseños pueden mejorarse con la inclusión del grupo de trabajo de diseño en los asuntos relacionados con los costos del proyecto, la concientización de los diseñadores sobre las implicaciones económicas negativas que conlleva realizar cambios de diseño beneficia los costos de los proyectos. Es importante identificar las diferencias existentes entre un cambio de diseño y un desarrollo del diseño inicial, ya que este último no implica cambios representativos que afecten los costos, y se debe relacionar con la producción efectiva y eficiente del diseño del proyecto.

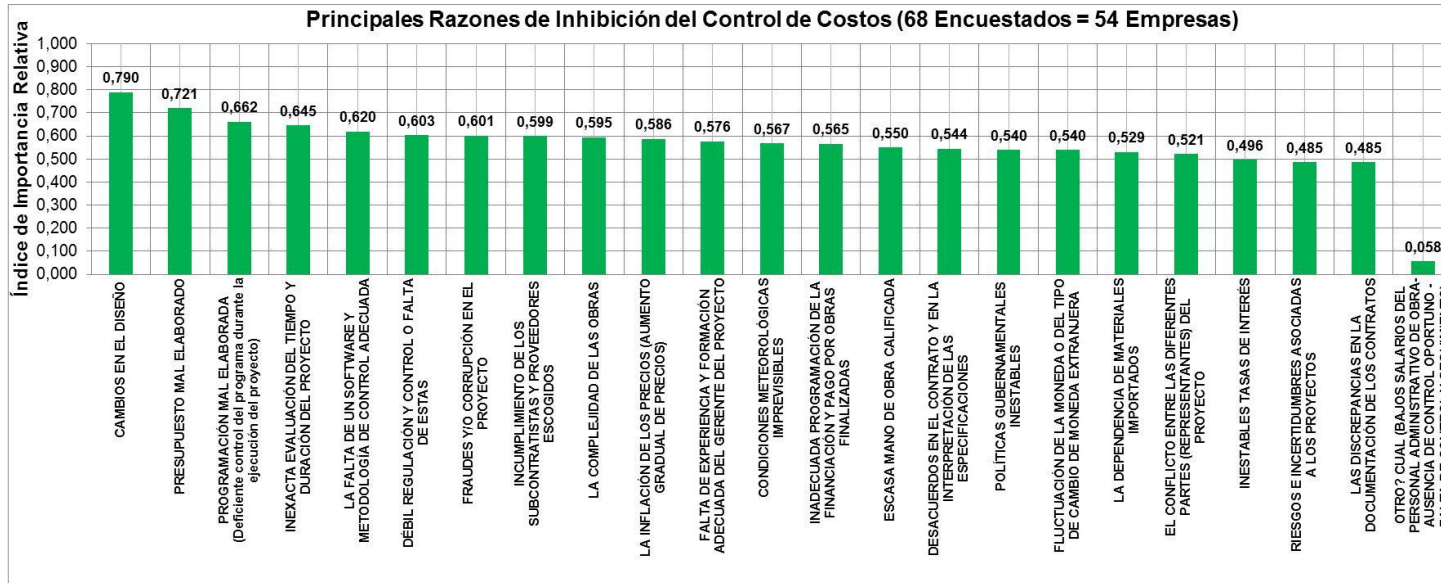
Figura 40. Resultados del índice de importancia relativa (IIR) y factores correspondientes de inhibición del control de costos



Fuente: elaborada por el autor.

Es importante señalar que en este trabajo se presentan medidas de mitigación para contrarrestar los principales factores de inhibición del control de costos, los cuales han sido investigados, evidenciados y mostrados (ver tabla 48 y figura 40), con base en los resultados hallados, a partir de los conceptos y criterios definidos y consignados en las encuestas diligenciadas por los profesionales del medio. Estas medidas se han llamado prácticas identificadas y fueron escogidas del proceso general de investigación, del trabajo de campo realizado y con base en los aportes de *Olawale Yakubu Adisa y Sun Ming (2010:517)*. Se plantean entonces en la propuesta metodológica (capítulo 7 del presente trabajo), las medidas de control necesarias, con base en análisis preventivos, predictivos, correctivos y de organización que deben implementar las empresas y sus proyectos.

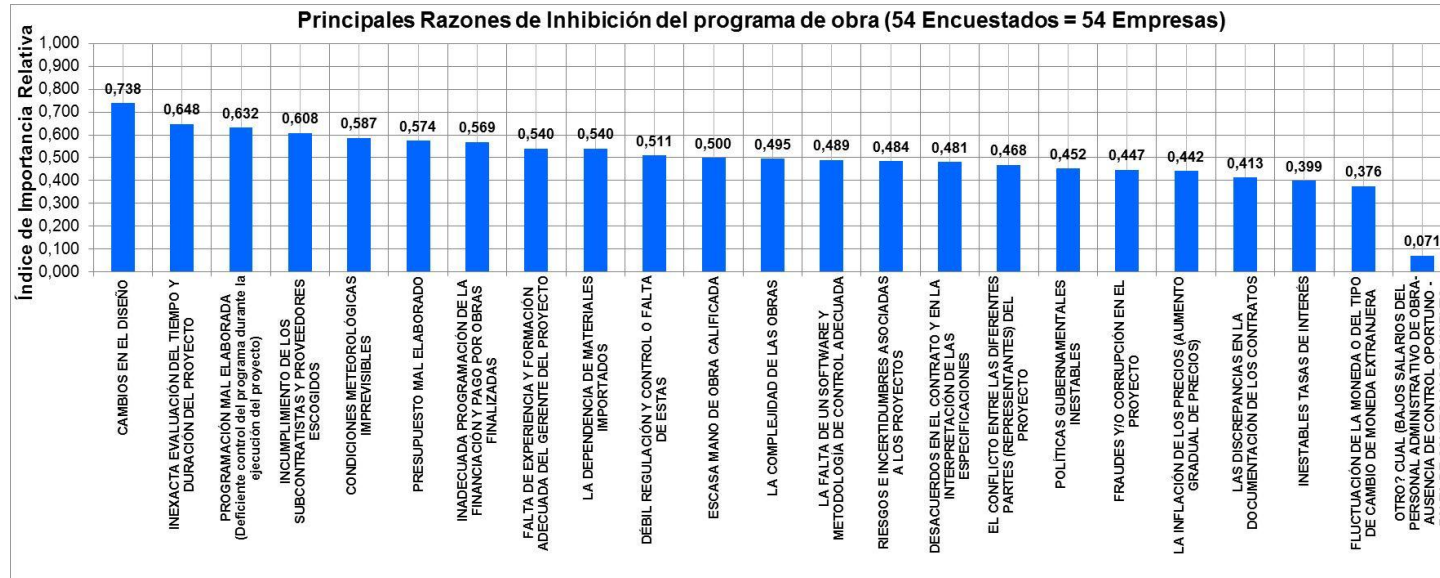
Figura 41. Resultados del índice de importancia relativa (IIR) y factores correspondientes de inhibición del control de costos (68 encuestados)



Fuente: elaborada por el autor.

La figura 41, evidencia la tendencia de los factores inhibidores del control de costos, dicha tendencia se mantuvo igual con el análisis realizado a 54 encuestados y con el realizado a 68 encuestados, lo cual muestra la similitud de criterios y opiniones entre las empresas y sus profesionales respecto a estos factores. Las 68 encuestas total realizadas, fueron tenidas en cuenta para este análisis representativo de la pregunta número 10, debido a la relevancia que representan las 14 empresas que repitieron encuesta, por ser empresas importantes del medio.

Figura 42. Resultados del índice de importancia relativa (IIR) y factores correspondientes de inhibición de la programación

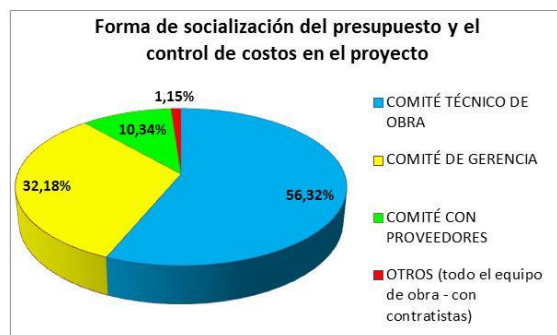


Fuente: elaborada por el autor.

La figura 42, evidencia la tendencia de los factores inhibidores de la programación. La tendencia mostrada de dichos factores mantiene gran similitud con la tendencia de los factores que entorpecen el control de costos directos de construcción, por lo cual se puede concluir, que normalmente los factores que generan sobrecostos, igualmente ocasionan excesos en el tiempo de ejecución de los proyectos.

➤ **Resultados sobre la forma de socializar el presupuesto, el control de costos y la programación del proyecto:**

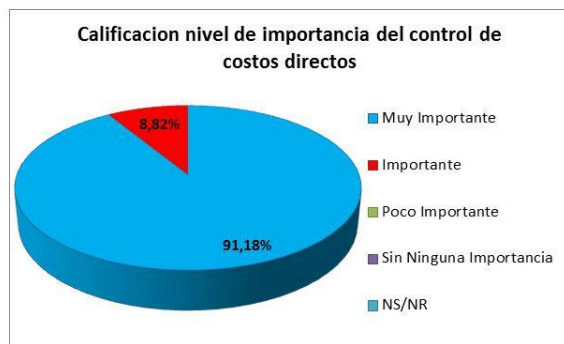
Figura 43. Socialización del presupuesto, el control de costos y la programación de obra en el proyecto



Fuente: elaborada por el autor.

➤ **Resultados sobre el nivel de importancia del control de costos del proyecto:**

Figura 44. Calificación nivel de importancia del control de costos directos



Fuente: elaborada por el autor.

Es importante la socialización del presupuesto y del control de costos entre todo el equipo del trabajo del proyecto en el comité técnico de obra, comité de gerencia, comité con proveedores y comité con contratistas, para tratar de concientizar a todas las personas participantes del proyecto de la importancia de un control periódico sobre estos aspectos y poder evidenciar y socializar rápidamente los cambios que pueda sufrir el proyecto en materia de diseños, y que puedan poner en riesgo el presupuesto.

7. PROPUESTA METODOLOGICA PARA REALIZAR EL CONTROL DE COSTOS.

En este capítulo se desarrollan las de medidas de mitigación de los factores inhibidores del control y su respectivo tratamiento de acuerdo a los resultados de investigación. Se propone la metodología de ejecución y revisión del control de costos y se diseña una herramienta en Microsoft Excel para realizar el presupuesto y el control de costos de manera práctica que facilita la aplicación de dicha propuesta metodológica, acompañada de un diagrama de flujo y una lista de verificación del proyecto que plantea y desarrolla los procedimientos necesarios de revisión y control desde la idea inicial del proyecto hasta su finalización.

La propuesta metodológica consistió en diseñar y redactar las fases y etapas del control de costos, a partir de todos los resultados de investigación obtenidos. Se plasmó entonces en un diagrama de flujo y una lista de verificación del proyecto, el seguimiento necesario a todos los procesos, los cuales servirán a todos los profesionales del sector de la construcción.

Para definir la propuesta metodológica fue necesario estudiar los resultados obtenidos en las diferentes encuestas, limitando el alcance de esta parte del estudio, seleccionando de los resultados de la variable más importante de la encuesta (pregunta numero 10), los factores endógenos⁸¹ de mayor peso que entorpecen el control de costos del proyecto, de acuerdo a la alta calificación obtenida y realizada por los encuestados del índice de importancia relativa. Se proponen entonces algunas medidas de mitigación para corregir dichos factores endógenos que limitan o perjudican el control de costos, igualmente se establecen procedimientos de control y recibo con visto bueno final en la lista de verificación y en el diagrama de flujo propuestos, tratando de ordenar secuencialmente dichos procedimientos. Los factores exógenos⁸² o que se generan externamente al

⁸¹ Los factores endógenos son aquellos factores que se originan dentro del proyecto mismo, como consecuencia de la ejecución de la obra como son: cambios en el diseño, presupuesto mal elaborado, inexacta evaluación del tiempo y duración del proyecto, programación mal elaborada (deficiente control del programa durante la ejecución del proyecto), incumplimiento de los subcontratistas y proveedores escogidos, débil regulación y control o falta de estas, condiciones meteorológicas imprevisibles, falta de experiencia y formación adecuada del gerente del proyecto, la falta de un software y metodología de control adecuada, inadecuada programación de la financiación y pago por obras finalizadas, escasa mano de obra calificada, la complejidad de las obras, desacuerdos en el contrato y en la interpretación de las especificaciones, el conflicto entre las diferentes partes (representantes) del proyecto.

⁸² Los factores exógenos son aquellos que se originan fuera del proyecto y no como consecuencia de la ejecución de las obras, que independientemente de su realización y debido a las circunstancias, inevitablemente se presentarían en algún momento, y en cualquier contexto o proyecto, como son: inestables tasas de interés, la dependencia de materiales importados, políticas gubernamentales inestables, las discrepancias en la documentación de los contratos, fluctuación de la moneda o del tipo de cambio de moneda extranjera, bajos salarios del personal administrativo de obra, trámites legales, entre otros.

proyecto, independientemente de la realización de este, no se tuvieron en cuenta para su análisis, por ser los de menor peso según la baja calificación que los encuestados hicieron de estos y por ende su bajo índice de importancia relativa obtenido, y en consecuencia considerados por la mayoría de los encuestados los menos riesgosos e importantes para el proyecto.

Figura 45. Proceso de desarrollo de las medidas de mitigación y la propuesta metodológica.



Fuente: elaborado con base en *Olawale Yakubu Adisa y Sun Ming. (2010:517)*.

7.1 DESARROLLO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

En el desarrollo del proceso de identificación de medidas de mitigación se formularon algunas que pueden ser utilizadas para mitigar el efecto de las principales causas inhibitoras⁸³ sobre el control de costos del proyecto.

⁸³ Los factores o causas inhibitoras del control son las causas más importantes que afectan o perjudican los procedimientos y medidas tomadas para realizar el control de costos directos de construcción en la práctica, estos han sido analizados en investigaciones anteriores (*Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming. 2010:515*), con temas relacionados, identificando los problemas, y desarrollando medidas que se pueden utilizar para mitigarlos determinando su tratamiento.

Los factores que se presentan impidiendo el libre desarrollo del control de costos, comúnmente son factores intrínsecos a los proyectos, es decir, están involucrados directamente con la ejecución misma de la construcción y con la realización del control de costos, y generalmente son factores que pueden ser corregidos con una metodología de control ordenada. Fueron planteadas entonces algunas medidas preventivas, predictivas, correctivas y de organización, que sirvieron para desarrollar y complementar la propuesta metodológica.

Es importante señalar que, las medidas de mitigación presentadas se han llamado prácticas identificadas y fueron escogidas del proceso general de investigación, con base en los aportes de, *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming, (2010:517)*, y del trabajo de campo realizado durante esta investigación, a partir de los conceptos y criterios definidos y consignados por los profesionales del medio en las encuestas realizadas. Se proveen entonces, dichas medidas de control con base en análisis preventivos, predictivos, correctivos y de organización.

A partir de la identificación de los factores inhibidores del control encontrados, se presentan medidas que pueden ser utilizadas para mitigar el efecto de los principales inhibidores de costos del proyecto. Estas medidas de mitigación se han reconocido para una clasificación de la metodología que pueda ser desarrollada para controlar los proyectos y pueden ser clasificadas de acuerdo con las funciones generales que se llevan a cabo de la siguiente manera:

➤ **Medidas preventivas.** Se trata de medidas cautelares que se utilizan como una defensa a los factores inhibidores. La mayoría de estas medidas son medidas que se instalan durante la fase de planificación de un proyecto. Por ejemplo, una medida preventiva contra el problema de los cambios de diseño relacionados con el costo y el tiempo de los proyectos es, poder garantizar que el proyecto este diseñado con gran detalle desde el principio mientras que una medida preventiva para riesgos e incertidumbre es, identificar correctamente los riesgos del proyecto antes que el proyecto se inicie, diseñando una estrategia para su gestión en caso de que se decida ejecutar.

➤ **Medidas predictivas.** Estas pueden parecer similares a las medidas preventivas, pero las medidas predictivas se ponen en marcha con el fin de evidenciar los posibles problemas futuros en el proceso de control, para que puedan ser interrumpidos si están ocurriendo o si se producen. La mayoría de estas medidas utilizan algunas herramientas o técnicas para estudiar la situación actual, en un intento de ver los problemas en el futuro evento. Por ejemplo, utilizando modelos 4D o 3D, para probar cómo funciona el plan de ejecución.

➤ **Medidas correctivas.** Se trata de medidas que se utilizan para mitigar los factores que impiden el actuar como una solución para obtener el efecto del control del proyecto. Estas medidas son medidas reactivas que sólo se efectúan después del evento, y no son tan eficientes como las medidas preventivas o

predictivas, pero su objetivo es que la situación presentada sea corregida en la mayor brevedad posible. Estas medidas también han servido para resolver problemas durante los procesos y prevenir problemas futuros predictivos y correctivos, son medidas que dan solución a una situación actual, pero que posteriormente, pasan a predecir cuál es la situación que pasara en el futuro utilizando dicha información actual.

➤ **Medidas de organización.** Estas medidas abarcan las prácticas que van más allá del control de procesos reales, pero tienen un efecto sobre el control del proyecto, están normalmente definidas por la compañía, con orientación, estilo de gestión o filosofía, tienen la tendencia de no ser específicas para un proyecto, y normalmente afectan a todos los proyectos emprendidos por la empresa, ya que reflejan ampliamente y de manera general como trabaja la organización. Un buen ejemplo es la filosofía de una empresa en relación con la asociación y el trabajo colaborativo. Algunas de estas medidas pueden ser clasificadas en más de una categoría en función de su uso durante la ejecución del proyecto.

7.1.2 Factores inhibidores del control. A continuación se presenta el desarrollo y clasificación de las medidas de mitigación (medidas atenuantes), para los principales factores inhibidores, que dificultan el proceso de control de costos, y de acuerdo al resultado de las encuestas. Dichos factores con sus respectivas medidas de mitigación son establecidos de la siguiente manera:

➤ **Los cambios de diseño.** Este factor afecta considerablemente el control de los costos y del programa de los proyectos. Los elementos más importantes de este factor de inhibición, que han sido investigados a partir de las encuestas y con base en el estudio de *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming. (2010)* son:

- generalmente el impacto de un cambio de diseño sobre el costo del proyecto y del programa de obra es subestimado,
- frecuentemente el grupo de diseño no está capacitado para suministrar la información oportunamente, generando así, dificultades en la gestión del diseño,
- descenso general en la producción de diseño detallado, que se convierte en una de las principales causas de cambios en el diseño y en la ruta de construcción,
- la falta de especificaciones detalladas lleva a los contratistas a tomar riesgos en precios, justificando un aumento posterior de los costos de las obras por ellos ejecutadas y una reducción de las condiciones y especificaciones iniciales,
- falta de diferenciación entre un cambio de diseño y el desarrollo del diseño, lo cual se aprovecha por parte de los promotores para manifestar, que el cambio del diseño es en realidad un cambio del desarrollo del proyecto, debido a tendencias del mercado,
- falta de inclusión del trabajo de costos y presupuestación como un elemento que debe ir implícito en el proceso de diseño.

Como han expuesto, *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming. (2010:518)*, un conjunto de buenas prácticas pueden ser empleadas por los profesionales para mitigar el efecto de los cambios en el diseño sobre el costo del proyecto y el control del tiempo, algunos de estos incluyen prácticas sencillas, como asegurar que el tiempo y los costos de cualquier cambio de diseño se hayan evaluado plenamente antes de aprobar un cambio de diseño, evitando el efecto dominó que un cambio de diseño genera, ya que este puede dar lugar a otros cambios, y asegurándose de que sea analizado de manera eficiente por todas las personas autorizadas e involucradas en el proyecto (*Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming, 2010:518*).

Las prácticas que pueden ser empleadas por los profesionales para mitigar el efecto de cambios en el diseño, surgen a partir de este trabajo de investigación, y con base en el estudio de *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming, (2010:508-524)*.

Tabla 50. Medidas atenuantes para la tendencia común de los cambios en el diseño

Numero	Prácticas recomendadas (buenas prácticas)	Tipo de medida
1	Distinguir claramente entre un desarrollo del diseño desde la concepción del proyecto y un cambio de diseño	Preventiva
2	Garantizar que la causa de un cambio de diseño este bien determinada	Correctiva Predictiva
3	Determinar los efectos de la práctica de cambios de diseño en el contrato de construcción	Correctiva
4	Diseñar una estrategia para la gestión del riesgo, identificando los cambios de diseño como riesgos potenciales	Predictiva
5	Asegurarse que las implicaciones en tiempo y costo de un cambio de diseño sean siempre determinadas y convenidas antes de seguir adelante con los cambios	Correctiva Preventiva
6	Notificar a todas las partes involucradas en el proyecto sobre los cambios en el diseño, la forma en que se verán afectados con estos y las implicaciones que tendrán en los costos y la programación, antes de tomar la decisión del cambio	Preventiva
7	Conclusión del diseño en el momento oportuno del proyecto. Conclusión de diseños por etapas	Preventiva
8	Diseño desde el inicio del proyecto con gran detalle	Preventiva
9	Suministro y asignación de suficientes recursos (mano de obra, equipos, etc.) para hacer frente a un cambio de diseño	Correctiva
10	Los cambios de diseño deben estar oportunamente diferenciados y actualizados sobre, planos, especificaciones e informes, etc.	Preventiva
11	Tener en los procedimientos, la gestión de cambios de diseños, antes del inicio de los proyectos (incorporando estos en el contrato)	Organizacional
12	Garantizar la socialización sobre los cambios de diseño en el proyecto	Preventiva
13	Reunir los cambios de diseño en un archivo para el debate durante las reuniones de comité en el proyecto. Explicando las implicaciones en los costos y el tiempo	Correctiva Predictiva
14	Incluir un director de diseño con la responsabilidad de la gestión del diseño, de revisar la información relacionada y de cómo se trata en los procesos de cambio	Preventiva

Continuación tabla 50

15	Vigilar que no se realice un cambio de diseño, sin el conocimiento ni autorización del grupo de trabajo del proyecto	Preventiva
16	Tener discusión abierta y oportuna del diseño antes del inicio del proyecto, acerca de cómo serán gestionados los cambios y su incorporación en el contrato	Organizacional
17	Realizar análisis de las consecuencias directas e indirectas de un cambio de diseño, en las diferentes actividades o áreas del proyecto, ya que un cambio, puede generar otros cambios (efecto dominó)	Correctiva Predictiva
18	Realizar oportunamente los cambios de diseño cuando estos se presenten. La ejecución de los cambios de diseño de último momento puede impactar negativamente la capacidad de controlar el costo y el programa del proyecto.	Preventiva

Fuente: Elaborada por el autor con base en *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming. (2010:518)*.

➤ **Las equivocaciones en la elaboración del presupuesto.** Los procesos de cuantificación, análisis y valoración que se suministran para producir un presupuesto de construcción son tan complejos y extensos, que la probabilidad de cometer errores en su realización es bastante grande. Es necesario una revisión rápida de las probabilidades de error que eventualmente se pueden generar para evitar o minimizar dichas causas de error en los presupuestos. Comúnmente se cometen errores originados por información incompleta o ambigua recibida, por la mala definición de las actividades, por mala cubicación y cuantificación de actividades, por un análisis unitario mal estudiado, por la deficiente evaluación del entorno del proyecto, por la incorrecta evaluación de la estrategia de ejecución o por la inexacta valoración definitiva del presupuesto entre otras razones (Juan Guillermo Consuegra, 2002:205).

Tabla 51. Medidas atenuantes para la tendencia común del presupuesto mal elaborado

Numero	Prácticas recomendadas (buenas prácticas)	Tipo de medida
19	Realizar todas las notas y aclaraciones necesarias anexas al presupuesto y especialmente cuando la información de planos y especificaciones este incompleta, y haya sido necesario "asumir con buen criterio" (con ayuda del experiencia y conocimiento de los diseñadores y técnicos) cualquier información, ya que con información incompleta no se puede generar un presupuesto detallado, evitando así, juicios posteriores que atribuyan que los errores son del presupuesto	Preventiva Predictiva
20	Revisar que la información recibida sea consistente (que haya concordancia entre los diseños arquitectónicos, estructurales y otros diseños)	Preventiva
21	Definir bien y totalmente las actividades del presupuesto para el proyecto, evitando omitir actividades y cometer errores en la interpretación de planos y especificaciones	Preventiva
22	Evitar presupuestar actividades en forma global si estas pueden ser cuantificadas por una unidad característica de la misma, que sea conmensurable	Preventiva Predictiva

Continuación tabla 51

23	Recurrir a información de presupuestos anteriores que recuerden las actividades a presupuestar, que ayuden a evitar omitir alguna actividad	Preventiva Predictiva
24	Revisar la unidad de análisis de la actividad presupuestada y que esta coincida con su respectivo A.P.U.	Preventiva
25	Tener en cuenta los transportes adicionales de material dentro de la obra que requieren algunas actividades (análisis estratégico de la ejecución del proyecto)	Preventiva Predictiva
26	Tener en cuenta presupuestar las horas extras que se generan en las actividades que así lo requieran, o proyectarlas en el presupuesto una vez se tenga la información necesaria	Preventiva Predictiva
27	Tener una buena lectura e interpretación de planos para evitar subestimación, sobrestimación u omisión de actividades	Preventiva Predictiva
28	Identificación precisa de los materiales necesarios para ejecutar cada actividad (buen estudio del A.P.U.)	Preventiva Predictiva
29	Realizar una precisa cuantificación de los materiales, evitando errores geométricos en la interpretación de planos o dosificaciones de materiales	Preventiva Predictiva
30	Asignar óptimamente los desperdicios de materiales en cada A.P.U.	Preventiva Predictiva
31	Revisar que los recursos de mano de obra no sean doblemente asignados, es decir en las actividades y en los gastos generales	Preventiva
32	Estudiar la asignación de tiempos o valores para la mano de obra	Preventiva
33	Revisar que los recursos equipos no sean doblemente asignados, es decir en las actividades y en los gastos generales o que sean presupuestados en cada actividad o dentro de los gastos generales cuando así sea necesario	Preventiva
34	Evaluar adecuadamente las circunstancias geográficas que rodean la obra (requerimientos de las autoridades ambientales, vías de acceso, disponibilidad local de materiales, mano de obra, normas y reglamentos, entre otros) que puedan afectar los costos y organización de los trabajos	Preventiva
35	Evaluar adecuadamente las condiciones sociales y públicos de la zona de la obra que puedan afectar los costos	Preventiva
36	Evaluar adecuadamente todos los requerimientos contractuales (pólizas, plazos, requerimientos de personal y equipos, necesidades de capital de trabajo, forma de pago)	Preventiva Predictiva
37	Definir una estrategia clara y específica de construcción del proyecto	Preventiva
38	Analizar la logística de la obra (instalaciones, circulaciones, equipos)	Preventiva
39	Evaluación del conjunto de recursos para optimizarlos y buscar economías	Preventiva Predictiva
40	Realizar un cálculo adecuado de acuerdo al caso específico de la estructura de gastos generales	Preventiva
41	Analizar el grado de incertidumbre del proyecto para asignar el factor de imprevistos, sin subestimarlos o sobrestimarlos	Preventiva Predictiva
42	Definir criterio claro para asignar la utilidad esperada, si es que esta se incluye en el presupuesto	Preventiva Predictiva
43	Definir criterio claro para asignación de la herramienta menor y los materiales varios	Preventiva Predictiva
44	Verificar los precios de los insumos, materiales, equipos y transportes incluyendo todo lo necesario para el presupuesto (IVA, impuestos, descuentos, otros)	Preventiva Predictiva

Continuación tabla 51

45	Verificar en el mercado de la zona los precios de mano de obra y valor de los subcontratos y que estos estén incluyendo todo lo necesario (salarios, prestaciones, aportes parafiscales, transportes)	Preventiva Predictiva
46	Tener en cuenta elaborar un flujo de egresos que sirva para evaluar y valorizar el efecto de inflación en el presupuesto	Preventiva Predictiva
47	Elaborar un flujo de caja que estudie simultáneamente ingresos y egresos del proyecto para determinar necesidades de capital de trabajo y valorizar costos	Preventiva Predictiva
48	Tener políticas claras antes del inicio del proyecto, acerca de cómo será realizado y guiado el presupuesto y como será llevado, controlado y gestionado el control de costos antes y durante la ejecución del proyecto, y además, como será efectuada la liquidación final del proyecto	Organizacional
49	Que la persona encargada de realizar el presupuesto inicial visite siempre la zona y el terreno donde será emprendido el proyecto, de esta forma entenderá mejor las necesidades del proyecto y desarrollara un mejor presupuesto	Organizacional
50	Realizar los ajustes necesarios y oportunos del presupuesto, e informar rápidamente a las partes involucradas de las desviaciones que se presenten por cualquier circunstancia en el presupuesto de construcción.	Correctiva

Fuente: elaborada por el autor.

➤ **Inexacta evaluación del tiempo y duración del proyecto.** El objetivo de controlar un proyecto es asegurar su entrega en un tiempo establecido. La evaluación del tiempo invertido en realizar un proyecto se lleva a cabo poniendo en marcha el control del programa del mismo, a partir de un programa inicial que sirve como punto de partida para medir los posibles retrasos (*Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming, 2010:520*), teniendo en cuenta este aspecto y fundamentado también en las encuestas se establece que:

➤ La razón principal para la evaluación inexacta de tiempo y duración del proyecto surge como uno de los factores que inhiben el costo y control del tiempo de los proyectos. El tiempo del proyecto es comúnmente evaluado sin ninguna base científica, ya que usualmente los programas se elaboran bajo la perspectiva única de quien los realiza, basado en percepciones aproximadas y en la experiencia particular.

➤ Los residentes de las obras generalmente se encuentran bajo la presión de los clientes para entregar los proyectos, sobre todo proyectos comerciales, que son especulativos dentro de cortos plazos y que frecuentemente son aceptados por los profesionales del equipo de trabajo de obra sin una idea clara de cómo va a ser actualizado, adelantado y logrado, lo que finalmente lleva a excesos en tiempo y en última instancia a la insatisfacción del cliente.

➤ Los programas de obra son desarrollados por los planificadores (programadores) bajo su experiencia particular o por aquellos que sólo se han convertido en planificadores (programadores) por su experiencia en el uso de software de programación, sin tener en ocasiones, una buena apreciación y experiencia de los procesos de la construcción, lo cual conlleva a cometer errores

en estas programaciones.

La tabla 52. Muestra un conjunto de buenas prácticas para la mitigación del factor de inhibición de la inexacta evaluación del tiempo y duración del proyecto. Se debe garantizar en primer lugar que la perspectiva del tiempo y costos del presupuesto sean realistas y bien controlados, ya que si no es así, entonces el control del proyecto antes de comenzar será una causa injustificada.

Tabla 52. Medidas atenuantes para la evaluación incorrecta de la duración del tiempo del proyecto

Numero	Prácticas recomendadas (buenas prácticas)	Tipo de medida
51	Garantizar que el planificador (programador) del proyecto esté bien entrenado en los procesos de construcción	Organizacional
52	Preparación y administración del programa del proyecto con la participación del equipo de ejecución en el sitio de construcción	Preventiva
53	Desarrollar el programa con métodos basados y desarrollados en la ciencia y por la experiencia general y no basarse solo en percepciones aproximadas, bajo la experiencia íntima y particular del programador de turno	Preventiva
54	Establecer la educación y el asesoramiento del cliente en diferentes alternativas del programa, en caso de presentarse inalcanzables tiempos realistas del proyecto	Preventiva
55	A partir del buen criterio, tener la iniciativa necesaria, para rechazar un calendario poco realista del proyecto, que se encuentre apoyado por clientes dispuestos a rechazar la asesoría profesional	Organizacional
56	Desarrollar el programa de obra con planificadores (programadores) con experiencia en diversos métodos de construcción y que tengan un buen conocimiento de los diversos proyectos construcción	Preventiva
57	Realización el diseño de ejecución (Layout ⁸⁴ del proyecto), para validar el tiempo asignado a un proyecto	Predictiva
58	Garantizar para el desarrollo adecuado del programa del proyecto, que se asigne el tiempo suficiente durante la planificación	Preventiva
59	Asegurar en lo posible que el programa sea desarrollado por alguien que tenga relación o experiencia en el tipo de proyecto	Preventiva
60	Informar rápidamente a los integrantes del proyecto, si las circunstancias no previstas afectan el programa o cortes del mismo	Correctiva
61	Asegurarse desde el principio de que el programa se construya a partir de parámetros de duración de tiempo de varias actividades típicas, en lugar de tomar o utilizar una sola evaluación de actividad (garantizando que el tiempo asignado a las actividades es cuantificable)	Preventiva
62	Hacer un estudio a fondo de las actividades con cada una de sus precedencias y secuencias	Preventiva
63	Realizar un estudio detallado de los recursos empleados en cada una de las actividades, estableciendo, rendimientos, fechas de despachos y flujos de materiales para el proyecto.	Preventiva Predictiva

Fuente: elaborada por el autor con base en *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming. (2010:520).*

⁸⁴ Esquema de distribución de las instalaciones del proyecto, para la ejecución del mismo.

➤ **Programación mal elaborada (asociado con falta de control de esta).** Antes y durante el desarrollo del proyecto, se debe ejercer un control y estudio permanente del programa de obra inicial y como este evoluciona durante el desarrollo del proyecto, ya que si esto no se realiza el programa inicial del proyecto realizado será una causa perdida. Es necesario indicar que cualquier programa de ejecución mal elaborado que presente retrasos en actividades del programa del proyecto sin mayor fundamento realista, puede afectar económicamente el mismo, pues en caso de que el tiempo de ejecución sea mayor significara mayor tiempo de utilización de recursos materiales, humanos, de equipos y de herramientas, lo que representará un mayor presupuesto, adicionalmente siempre que sea posible se deben realizar programas específicos que puedan proporcionar un mayor grado de detalle de las tareas programadas, las medidas presentadas en la tabla 53, en su mayoría corresponden a medidas de organización que implementadas correctamente aseguran que los errores en programación sean menores pues la información se lleva de una forma más detallada.

Tabla 53. Medidas atenuantes para una realización incorrecta o deficiente del programa del proyecto

Numero	Prácticas recomendadas (buenas prácticas)	Tipo de medida
64	Realizar estudios de programaciones anteriores de proyectos similares y tratar de perfeccionarlos, haciendo estudios realistas de rendimientos de los diferentes recursos del proyecto	Organizacional
65	Realizar un programa discriminado de tareas y actividades previas, que corresponda al programa descrito y sean incluidos en este los hitos correspondiente para la asesoría previa a la construcción	Organizacional
66	Realizar una programación específica de la estructura, marcando las etapas a desarrollar en la obra, incluyendo las actividades preliminares, como el campamento y las instalaciones provisionales, así mismo, que incluya el desarrollo de la ejecución de la estructura	Organizacional
67	Realizar una programación discriminada de acabados, que contenga las actividades de todos los acabados de la obra, incluyendo los montajes de los equipos especiales que necesite el proyecto y que incluya la programación de las obras exteriores de la obra	Organizacional
68	Realizar el programa de urbanismo estableciendo en el todas las actividades referentes a las obras de urbanismo	organizacional
69	Realizar un programa de contratos, suministros, compras y negociaciones con proveedores, que contenga la información necesaria para que el equipo coordinador del proyecto pueda efectuar sin contratiempos todas las negociaciones y contrataciones importantes de la obra que permitan mantener oportunamente los insumos y recursos de la obra	Organizacional
70	Realizar una reprogramación de la obra, cuando los programas preparados inicialmente no se ajusten a la realidad de la obra, la cual advierta sobre todas las actividades que falten por terminar a la fecha de la programación, y en caso de ser necesario realizar reprogramaciones y variar los programas inicialmente establecidos, constituyendo objetivos y programas de intención (tareas) cuando la obra así lo requiera	Organizacional Predictiva

Continuación tabla 53

71	Revisar simultáneamente la programación con el control de costos, y el comportamiento y su relación con el flujo de fondos	Preventiva
72	Exponer semanalmente o cada vez que se considere necesario en el comité semanal de la obra, el estado real de la obra, y las recomendaciones necesarias para la recuperación de tiempos en caso de que existan atrasos	Organizacional
73	Efectuar un estudio de los avances y analizar cuáles de las actividades atrasadas son críticas, con el fin de determinar un atraso o adelanto real de la obra	Preventiva
74	Calcular el porcentaje de avance de la obra, respecto a la cantidad presupuestada, anotándolo en el programa de barras de Gantt	Predictiva
75	Hacer cortes y control de la obra ejecutada, de acuerdo con las actividades establecidas en la programación	Predictiva Preventiva
76	Realizar el <i>Last Planner</i> ⁸⁵ o método del último planificador, buscando la planificación confiable en el proyecto, mediante herramientas como: programación general, programación intermedia y programación semanal. En estas deben involucrarse a los contratistas de proyecto por medio de reuniones semanales, para una adecuada revisión y coordinación de avance de las tareas.	Predictiva Preventiva

Fuente: elaborada por el autor.

➤ **El incumplimiento de los subcontratistas.** Este es un obstáculo importante para la eficaz ejecución del control de los proyectos. Continuamente se debe comunicar el objetivo del proyecto a los subcontratistas para determinar tempranamente quienes son capaces de cumplir con este. La importancia de una buena relación de trabajo entre el constructor y los subcontratistas se considera esencial en el control del proyecto *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming, (2010:522)*.

➤ la gestión de la cadena de suministro es una práctica generalizada con muchos contratistas, es importante tener una buena relación y conocimiento de diferentes contratistas para alcanzar niveles superiores de servicio que lleven a buenos rendimientos.

➤ Asegurarse de la estabilidad financiera de los contratistas, garantiza la ejecución de las labores sin contratiempos.

➤ Tener alternativas de contratistas adicionales, si se prevén rendimientos que puedan perjudicar al proyecto (*Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming, 2010:522*).

⁸⁵ Este es un sistema diseñado por *Ballard y Howell*. El sistema denominado el último planificador (*Last Planner System*) presenta cambios fundamentales en la manera como los proyectos son planificados y controlados. El método incluye la definición de unidades de producción y el control del flujo de actividades, mediante asignaciones de trabajo. Adicionalmente facilita la obtención del origen de los problemas y la toma oportuna de decisiones relacionada con los ajustes necesarios en las operaciones para tomar acciones a tiempo, lo cual incrementa la productividad (Botero B. Luis Fernando, Álvarez Villa Martha Eugenia, 2005:148).

Tabla 54. Lista de las medidas de mitigación por falta de cumplimiento de los subcontratistas

Numero	Prácticas recomendadas (buenas prácticas)	Tipo de medida
77	Dirigir correctamente al subcontratista, para asegurarse de que conoce qué se espera de ellos en relación con el proyecto	Preventiva
78	Desarrollar una buena relación de trabajo con los subcontratistas	Organizacional
79	Poner en marcha un sistema para la identificación temprana de incumplimiento en las obras de subcontratación	Predictiva
80	Utilizar medidas de desempeño, por ejemplo, Curva S, para controlar el rendimiento de los subcontratistas en sus tareas	Predictiva
81	Asegurar que hay una cadena de suministro eficiente de los proveedores de los subcontratistas	Organizacional
82	Sugerir reemplazo de proveedores que puedan limitar el rendimiento de los subcontratistas	Correctiva
83	Asegurarse de que exista una asociación y buena colaboración con el subcontratista (esto puede garantizar que el subcontratista de un mejor desempeño)	Organizacional
84	Verificar el pago oportuno y aviso del mismo, por los trabajos realizados por subcontratistas en la medida que avanzan los mismos	Preventiva
85	Contar con procesos de selección de subcontratistas	Organizacional
86	Incluir en lo posible a los subcontratistas haciéndolos participes en etapas tempranas del proyecto, con el fin de asesorar el diseño y de prevenir repercusiones en los costos y el tiempo	Preventiva
87	Construir buenas relaciones de comunicación entre la empresa constructora y los subcontratistas	Organizacional
88	Corregir rápidamente problemas de incumplimiento que puedan ocurrir	Correctiva
89	Generar confianza en los subcontratistas para el desarrollo de sus tareas	Organizacional
90	Evitar la selección de subcontratistas con precios económicos, en caso de duda sobre su rendimiento	Preventiva
91	Dedicar tiempo para garantizar que el subcontratista se ajuste bien a los costos y tiempos, y con el funcionamiento y requisitos del proyecto	Predictiva
92	Asignar tiempo suficiente a los subcontratistas para completar su trabajo	Preventiva
93	Verificar los beneficios de tener una cadena de suministro de los subcontratistas	Organizacional
94	Compartir con los subcontratistas individuales los resultados de la Curva s de rendimiento del proyecto y revisar las debilidades con ellos para que puedan mejorar en el futuro	Correctiva, Preventiva
95	Tener conocimiento de los mejores subcontratistas de la compañía en sus diferentes proyectos	Preventiva
96	Contar con un sistema de formación de control de procesos, herramientas y técnicas de los subcontratistas con el fin de instruir en los fines de la empresa	Organizacional
97	Estimular la sana competencia entre subcontratistas en el avance de las tareas.	Organizacional

Fuente: elaborada por el autor con base en *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming. (2010:522)*.

- **La complejidad de las obras.** La complejidad del proyecto se puede definir como un solo factor o combinación de factores que afectan la normalidad del proyecto, para lo cual es necesario tener respuestas y acciones estudiadas y concertadas para lograr buenos resultados del proyecto. Los proyectos de construcción en ocasiones implican algún tipo de complejidad que puede ser difícil de resolver, lo cual representa un reto para la rentabilidad y el control del tiempo del proyecto. En los proyectos de construcción es probable que se termine tarde y con sobrecostos cuando se presentan complejidades de ejecución difíciles de resolver *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming, (2010:521)*. La complejidad de las obras es un factor importante para tener en cuenta pues tiene gran impacto para inhibir los controles de costos de construcción y tiempo del proyecto, para minimizar o eliminar este factor inhibitor es necesario tener en cuenta:
 - Tener etapas y fases de construcción de las actividades y del proyecto en general
 - Comprender la complejidad de los proyectos antes de emprenderlos, disminuyendo el efecto negativo de la complejidad que afecta el costo y el programa del proyecto.
 - Dividir los proyectos en partes por zonas, con su respectivo profesional responsable.
 - Realizar una planificación adecuada es esencial para la mitigación del efecto de la complejidad de las obras. Frecuentemente en los proyectos no existe el tiempo suficiente para la planificación, lo cual perjudica los procesos de ejecución *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming, (2010:521)*.

Tabla 55. Lista de las medidas de mitigación para la complejidad de las obras

Numero	Prácticas recomendadas (buenas prácticas)	Tipo de medida
98	Dividir el proyecto por zonas de ejecución con su respectivo responsable	Preventiva
99	Asegurarse de que el proyecto sea bien entendido antes de emprenderlo	Preventiva
100	Realizar un examen detallado de la información relativa a los trabajos antes de emprenderlos	Preventiva
101	Desarrollar un plan de trabajo y ejecución del proyecto antes de comenzar	Preventiva
102	Realizar la consecución de suficientes recursos para hacer frente a las complejidades	Correctiva
103	Asignar el proyecto a personal con experiencia que haya manejado proyectos similares	Preventiva
104	Incorporar en el programa, el tiempo suficiente para los trabajos o las fases complejas del proyecto	Preventiva
105	Garantizar en lo posible que en el diseño se tienen en cuenta los trabajos complejos antes de emprender el proyecto	Preventiva

Continuación tabla 55

106	Velar por la adecuada coordinación de las actividades de diseño antes y después de los trabajos complejos	Preventiva
107	Llamar a especialistas encargados de asesorar y contribuir a la planificación y gestión de obras y proyectos complejos	Preventiva
108	Uso de conocimientos de la empresa para la gestión y prevención de la complejidad de los proyectos	Preventiva
109	Realización de talleres e intercambio de ideas del grupo de trabajo antes y durante los proyectos o tareas complejas, con el fin de generar iniciativas que ayuden a la resolución de problemas	Predictiva
110	Incorporar análisis de riesgos específicos para actividades o fases complejas en un proyecto	Predictiva
111	Asegurar en lo posible de que un equipo de trabajo experto ejecute las tareas complejas del proyecto desde el principio hasta el final	Organizacional
112	Pensar de manera integral en la planificación y logística de un proyecto complejo, considerando, las interfaces, por ejemplo, que exista un departamento de servicios de pre-construcción que no sólo evalúe el plan del proyecto, sino que además realice visitas periódicas en el lugar del proyecto	Preventiva
113	Asegurar que los subcontratistas tengan la capacidad de hacer frente a los trabajos complejos adquiridos en el proyecto	Preventiva
114	Realizar un constante seguimiento de los progresos del programa y estar dispuesto a realizar cambios para mejorar el plan de gastos cuando sea necesario, teniendo en cuenta el estudio de varias alternativas de solución	Predictiva
115	Obtener la mayor información posible sobre la zona compleja del proyecto y la secuencia de sus actividades	Predictiva
116	Asegurar que cada elemento del programa tenga una perspectiva sobre el diseño, y que sean utilizados modelos 3D y 4D, para mostrar cómo será construida la obra (es decir, tener un plan y probarlo en ambiente virtual para ver cómo este funcionara)	Predictiva
117	Asegurar que el proyecto sea dividido en zonas manejables y de acuerdo a los recursos disponibles	Preventiva
118	Prevenir riesgos de retraso de construcción, ya que estos generan mayor costo y perjuicio cuando existen tareas complejas.	Preventiva

Fuente: elaborada por el autor con base en *Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming. (2010:521).*

➤ Conclusiones generales sobre las medidas de mitigación

En este estudio se encontró que una disminución en la producción del diseño detallado para proyectos de construcción, es identificada como una de las mayores causas de cambios en el diseño y el principal cuello de botella durante el proceso de control del proyecto. Fue también identificado que frecuentemente se confunde los conceptos de cambio de diseño y de desarrollo del diseño. El cambio de diseño se considera un obstáculo para la rentabilidad y el control del tiempo, lo que conlleva a diferencias entre los promotores y encargados de ejecutar proyectos. El desarrollo del diseño, es un concepto que está más

relacionado con la actividad de potencializar la producción y ejecución del proyecto aprovechando el diseño inicialmente realizado y ejecutándolo de la manera más efectiva y eficiente posible para el proyecto. Asimismo las encuestas evidenciaron el hecho de que los clientes contribuyen al problema del control del costo y el tiempo del proyecto, mediante la imposición de programaciones poco realistas.

Es necesario que las necesidades del control del proyecto se encuentren estrechamente coordinadas desde la primera fase del proyecto y tener los diseños definidos desde etapas tempranas del mismo. En este estudio se han dado medidas de mitigación específicas en este aspecto en particular. Por ejemplo, las medidas 8 (Diseño desde el inicio del proyecto con gran detalle), la 15 (Vigilar que no se realice un cambio de diseño, sin el conocimiento ni autorización del grupo de trabajo del proyecto) y la 18 (Realizar oportunamente los cambios de diseño cuando estos se presenten). Se ha comprobado que la ejecución de los cambios de diseño de último momento puede impactar negativamente la capacidad de controlar el costo y el programa del proyecto, es por esto que se han especificado varias medidas para la mitigación de los cambios de diseño durante el proceso de control del proyecto. Otra medida de mitigación importante para controlar los cambios de diseño es la medida 11, la cual indica que se debe tener formulada como será realizada la verificación de los procedimientos en la gestión de cambios de diseños, antes del inicio de los proyectos incorporando estos procedimientos en el contrato inicial del proyecto.

Es importante para los proyectos establecer procesos de optimización de estos. Algunas de las medidas más importantes que propenden por el desarrollo de estos conceptos son las medidas 34, 35, 36 y 42. Estas tratan de garantizar que el planificador “programador” del proyecto esté bien entrenado en los procesos de construcción, en la preparación del programa del proyecto, en desarrollar el programa con métodos basados y desarrollados en la ciencia y por experiencia la general de los profesionales encargados de dichas labores específicas y no depender de basarse solo en percepciones particulares aproximadas. Se debe asegurar en lo posible que el programa sea desarrollado por alguien que tenga relación o experiencia con el tipo de proyecto ejecutado

7.2 METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN DEL CONTROL DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBRA.

Para que el control de costos se ejecute sin contratiempos se requiere:

- Que la empresa y la persona que realiza el control de costos en el proyecto y encargada de la presentación de informes sea experta e idealmente ser independiente de la empresa constructora, lo cual facilita la imparcialidad y objetividad en el manejo de la información e informes respectivos de control.

- Que cada proceso administrativo de la obra como pedidos, compras, recepción, despacho y control de materiales y equipos y contratación, entre otros, se estudien a fondo para saber cómo se desarrollaran, como se pueden controlar y contabilizar en obra y que información producen, adicionalmente se debe dar una calificación de los proveedores, una revisión de las propuestas de compras más representativas en el comité de obra, que exista la posibilidad del manejo de diferentes alternativas de proveedores y subcontratistas y que sean determinados los descuentos de los proveedores en las funciones del encargado de compras, lo cual ayudara a que se complemente el trabajo de control de costos (Juan Guillermo Consuegra, 2010:218).
- Que cada proceso se documente en tiempo real, cuando las cosas están sucediendo y como parte de ellas, y que esa información esté disponible no solo para el proceso que lo origino sino también para los demás participantes en la obra.
- Que exista un sistema de controles para la consulta y el mantenimiento permanente del personal administrativo de obra de la integridad de la información.
- Que exista un sistema de alarmas o de restricción en el programa de control utilizado para prevenir a los interesados cuando se estén sobrepasando los límites preestablecidos.

El trabajo de control entonces, no corresponderá o dependerá solo del controlador de costos o del presupuestador de turno, sino también, de todo el personal administrativo involucrado en el proyecto, encargado de suministrar información oportuna, de guiarla de acuerdo a las directrices preestablecidas, y de acuerdo a la exigencia de la interventoría, auditoria o del encargado del control de costos del proyecto, evitando intermediarios que se limiten a dar interpretaciones subjetivas de la información sobre acciones ajenas, que no agreguen valor al proceso del control de costos realizado, mientras transcurren los hechos y la ejecución del proyecto.

- **Los reportes de control de costos.** El paso final es comparar la información del proyecto contra el presupuesto inicial, es decir el presupuesto proyectado contra la estimación inicial del presupuesto, para establecer las posibles desviaciones, indagar sobre sus causas y permitir la toma oportuna de correctivos, mediante reportes periódicos de control de costos para el análisis conjunto en reuniones de comité del proyecto (técnicos y gerenciales).
- **La metodología de los procesos.** El proceso de control de costos directos es una serie de operaciones sistemáticas dirigidas al logro de un objetivo, las cuales exigen el cumplimiento de los siguientes requisitos:
 - Estar orientados hacia un objetivo
 - Ser sistemáticos

- Ser tendientes a cumplir con los objetivos y las condiciones del plan
- Ser justificados y aprobados por las partes del proyecto

- En la metodología del control de costos directos de construcción, los procesos administrativos de las obras que deben seguirse, ordenarse y coordinarse en un trabajo asociado del proyecto para tratar que todos los procedimientos del control de costos funcionen correctamente, serán entonces:
 - El proceso de los diseños (completamente definidos)
 - El proceso de los componentes del presupuesto (indicando en el todas las actividades)
 - El proceso del programa de obra y el tiempo de ejecución del proyecto
 - El proceso de la metodología adecuada y definida para el control del proyecto (con las herramientas adecuadas “software para control” y con un buen aprovechamiento y uso de las mismas)
 - El proceso de definir adecuadamente los métodos de manejo y contingencia de las dificultades y complejidades propias que puedan presentarse en la ejecución de la obra.
 - Los procesos de inspección y control del funcionamiento de la obra deben estar apoyados de un software para control en todas sus operaciones y procesos administrativos de compras y alquileres (ver tabla 56), manejo de almacén e inventarios (ver tabla 57), administración y control de contratos (ver tabla 58) y control final de costos (de tesorería o contabilidad final, ver tabla 59) (Juan Guillermo Consuegra, 2002:220-232).

Tabla 56. Proceso de control de compras y alquileres

Control de compras y alquileres	
Gestión	Procedimiento
Determinar las cantidades de obra que deben ejecutarse en un periodo determinado	Se debe utilizar para esto la programación de la obra o los compromisos adquiridos durante el último comité de obra, cada vez que se considere necesario
Verificar en el almacén de obra y en los patios las existencias de materiales	Se debe revisar el Kardex, así mismo, las cantidades físicas existentes en el almacén y los patios de material donde se almacena el mismo y confrontarlos con el kardex, por lo menos una vez por semana
Verificar los precios de los proveedores y compararlos con el presupuesto	Se debe realizar con varios proveedores (mínimo 3) cada vez que exista posibilidad de demanda de nuevos materiales
Solicitar a la oficina principal los pagos de los anticipos	Se debe realizar a los proveedores que ofrecen descuentos especiales y principalmente en los contratos grandes de material, equipos o insumos como acero, cemento, equipos especiales (ascensores, rampas y escaleras eléctricas)
Calcular los equipos que se requieren para cumplir con el programa de obra	Se debe utilizar para esto la programación de la obra o los compromisos adquiridos durante el último comité de obra, cada vez que se considere necesario

Continuación tabla 56

Elaborar la requisición por el equipo de la obra indicando la actividad que lo requiere	Realizarlo en el almacén bajo instrucción del personal directivo de la obra, cada vez que sea necesario
Elaborar vales de almacén que indiquen la entrega y el recibo del equipo indicando el tiempo que fue utilizado con su valor unitario respectivo con el cual se ingresa en el presupuesto	Realizarlo en el almacén bajo instrucción del personal directivo de la obra, cada vez que sea necesario, estableciendo un kardex por actividad y equipo.
En el almacén se deben autorizar pagos a proveedores por alquiler de equipo	Estas condiciones deben ser establecidas desde la orden de alquiler
Los pagos a proveedores deben cruzarse en presupuesto periódicamente	El almacén debe ejercer control detallado de permanencia de los equipos en obra
Realizar salidas y entradas de almacén periódicamente (diarias)	Deben ser revisadas diariamente por el controlador de costos

Fuente: elaborada por el autor con base en Consuegra, Juan. (2010:222-224).

Tabla 57. Proceso de manejo y control de almacén e inventarios

Control de almacén e inventarios	
Gestión	Procedimiento
Al recibir en almacén un material enviado por un proveedor	Revisar la orden de compra verificando, nombre, referencia, lote, calidad, cantidad y precio y confrontarlo contra el presupuesto
Incorporar las cantidades nuevas al inventario	Realizando la entrada de almacén
Incorporar los valores de materiales al inventario	Realizando la entrada de almacén en el control de costos (Inventarios – Kardex)
Incorporar los valores de materiales al control de presupuesto	Verificar existencia en kardex
Atender solicitud de requerimiento y despacho de material	Se debe utilizar para esto la programación de la obra o los compromisos adquiridos durante el último comité de obra, cada vez que se considere necesario
Despacho y entrega de material	Elaborar comprobante de salida de almacén, haciendo firmar el comprobante por el responsable correspondiente (Maestro – Residente)
Incorporar salidas al control de presupuesto	Realizarlo teniendo en cuenta la destinación en el presupuesto, para que actividad fue utilizado
Incorporar al control de costos los materiales que no se muevan con vales de almacén	Calculando consumos teóricos con base en las cantidades de obra ejecutadas y valorizándolas

Fuente: elaborada por el autor con base en Consuegra, Juan. (2010: 226)

Tabla 58. Proceso de administración y control de contratos

Administración y control de contratos	
Gestión	Procedimiento
Elaborar un subcontrato de manufactura o instalación de la obra	Consultar las actividades y precios en el presupuesto y elaborar el documento en la obra paralelo con el documento del proveedor
Llevar registro de las cantidades contratadas en forma acumulativa para evitar que sobrepasen el presupuesto	Mantener paralelamente en la obra un registro particular en el control de lo ejecutado por el contratista
Autorizar pago de anticipos	Cuando estos hayan sido estudiados completamente por el personal de la obra
Afectar el presupuesto y su control con el anticipo realizado	Llevando registro de anticipos en el control de costos
Amortizar anticipos y afectación del presupuesto con los pagos	De acuerdo a lo estipulado en el contrato y revisando la cantidad real ejecutada en obra registrando su valor en la cuenta correspondiente del presupuesto, y descargando parcialmente según los porcentajes de amortización previstos en la cuenta de anticipos
Elaborar actas de obra a medida que avanza la ejecución del contrato	Liquidando el valor de las cantidades ejecutadas a precios del contrato y de acuerdo a lo estipulado en el presupuesto de obra y haciendo los descuentos que apliquen
Elaborar control acumulativo de cantidades y precios del contrato y la actividad	Actualizando el contrato y el kardex por actividad, cantidad y precio
Confrontar valor y cantidad de contratos pagados en el presupuesto contra la programación de la obra	Enviando las cantidades de obra ejecutadas al encargado de la programación del proyecto

Fuente: elaborada por el autor con base en Consuegra, Juan. (2010: 228)

Tabla 59. Proceso de control de tesorería o contabilidad final en obra (pagos finales a proveedores)

Control de tesorería o contabilidad final en obra (pagos finales a proveedores)	
Gestión	Procedimiento
Recibir facturas por compras o servicios	Revisar contra presupuesto firmar y autorizar
Recibir solicitudes autorizadas de pago de anticipos	Revisar contra presupuesto firmar y autorizar
Autorizar los pagos correspondientes	Revisar contra presupuesto firmar y autorizar
Afectar el presupuesto de obra	Revisar contra presupuesto en las cuentas correspondientes (inventarios o anticipos) firmar y autorizar
Verificar saldos y faltantes por invertir en las actividades o insumos de obra en los A.P.U.	Revisarlos diariamente en tiempo real en las cuentas entrantes al control de costos
Revisar que los pagos que realice la tesorería de la empresa constructora, que coincidan con los pagos previos autorizados y registrados en el control de costos de la obra	Se debe revisar el acta de pago con la cual el constructor realiza los cobros periódicos (mensuales, quincenales o semanales) a la gerencia del proyecto

Fuente: elaborada por el autor con base en Consuegra, Juan. (2010:230).

7.3 DISEÑO DE FASES DE CONTROL, DIAGRAMA DE FLUJO, LISTA DE VERIFICACIÓN Y HERRAMIENTA EN MICROSOFT EXCEL PARA REALIZAR EL PRESUPUESTO Y EL CONTROL DE COSTOS DEL PROYECTO.

La aplicación de la metodología propuesta busca mejorar y complementar las metodologías utilizadas para realizar el control de costos, generando mayor eficiencia en los presupuestos realizados, como también en la definición de las especificaciones, en la entrega de diseños y de planos definitivos de ejecución. Una propuesta metodológica de control de costos de proyectos de construcción, debe nacer desde la idea misma o concepción del proyecto, continuando por la prefactibilidad, la factibilidad, el inicio y hasta la culminación del mismo proyecto. Dicha metodología puede producir resultados satisfactorios cuando los residentes, el almacenista, el encargado de compras, las personas encargadas de la contabilidad y tesorería y todos los participantes en la obra ejercen adecuadamente su labor, documentando y canalizando de forma organizada la información, creando procesos ordenados de control para suministrarle a los directores, interventores y gerentes de proyectos información en tiempo real de todos los hechos económicos ocurridos en el proyecto, y para proyectar los faltantes de obra de manera oportuna en la ejecución del presupuesto, comparándolos permanentemente contra las previsiones presupuestales realizadas.

Para facilitar y evidenciar estos procedimientos con las personas encargadas y responsables de realizar el control de costos se diseña un diagrama de flujo⁸⁶ indicando las secuencias en las fases inicial y final del control. Igualmente una lista de verificación del proyecto, que es diseñada de acuerdo con el diagrama de flujo propuesto y los procedimientos necesarios en dicho control. Las actividades de estos dos componentes del diseño del control (diagrama de flujo y lista de verificación) están correlacionadas, las secuencias entre ambos coinciden en cada etapa del proceso para una mejor interpretación de los mismos. Así mismo, se identifican los responsables de los procesos y quienes en última instancia verifican la información. Tanto el diagrama de flujo como la lista de verificación indican la secuencia cronológica de revisión del proyecto, empezando desde las etapas iniciales de concepción de un proyecto (idea inicial), hasta la culminación y finalizando en la liquidación del mismo.

Para complementar dicha propuesta metodológica en sus fases, procedimientos y responsabilidades es necesario contar con una herramienta de ayuda alterna y herramienta de control de fácil manejo del presupuesto y del control de costos,

⁸⁶ Para su diseño y elaboración se estudiaron los resultados encontrados en todo el proceso investigativo, se tuvieron en cuenta las fases, etapas y procedimientos que deben realizar los implicados en las labores de control y gestión del proyecto, y se estudiaron diagramas de flujo de control de información, en los diagrama de flujo de revisión de la información como el del *PMI* y de *Eugenio Pellicer, Encarna Viquer* (2011:13-16).

que proporcione la agilidad de las diferentes labores en obra. Fue así como de acuerdo con los resultados de investigación y a las herramientas halladas para realizar el presupuesto y el control de costos, se pudo determinar que la herramienta o software más común entre los profesionales del medio era el Microsoft Excel. En consecuencia se diseñó una herramienta de fácil manejo, que puede ser parametrizada a las necesidades del usuario del Microsoft Excel para la realización del presupuesto y el control de costos. Esta herramienta permite fácilmente realizar y actualizar un presupuesto a partir de los insumos que en esta se incluyan, se puede adaptar cómodamente a las necesidades de códigos, precios y tenores de cada proyecto en particular. En esta herramienta se puede comenzar a realizar el presupuesto en un módulo de presupuesto inicial, proyectar el presupuesto en un módulo de presupuesto revisado y realizar el control de costos en diferentes modalidades, es decir por capítulos del presupuesto, por subcapítulos del presupuesto por ítems o actividades del presupuesto, o más detalladamente por insumos del presupuesto. Todo esto va acompañado de un manual del usuario para facilitar su uso. Igualmente se ejemplifica en un pequeño modelo como pueden determinarse los costos y cantidades de obra en *Autodesk Revit Architecture*, proponiendo así una metodología de control, compatible y complementaria con las existentes halladas en la investigación y trabajo de campo entre los profesionales del medio.

➤ **Fases, etapas y procedimientos propuestos que deben ser llevados a cabo, para un proceso de control de costos eficiente y efectivo para el proyecto (ver figura 46 y tabla 60):**

1. Fase inicial de control

En esta fase se encuentran las etapas de seguimiento de la planeación inicial, divididas en:

- Idea, prefactibilidad, factibilidad,
- Inicio del proyecto, estimación precisa del presupuesto, definición del diseño,
- Evaluación del tiempo y duración del proyecto e inicio del control del programa de obra.

➤ **Etapas de seguimiento: planeación inicial del proyecto (idea del proyecto - prefactibilidad – factibilidad).**

Procedimientos:

- **La idea o concepción del proyecto**, en esta se debe tener la noción de diseño del tipo de proyecto (vivienda, comercio, institucional, oficinas, mixto, otro),

e implementar la modelación del mismo en 3D y 4D. Es importante poder contar con una herramienta informática de fácil manejo para la elaboración del presupuesto durante el desarrollo de toda la etapa.

➤ **La prefactibilidad**, en esta se debe seleccionar el proyecto a ejecutar, tener un presupuesto clase 5 - *AACE International*, (presupuesto paramétrico *AACE International*) o su presupuesto equivalente por unidad de valor total, ejemplo: valor/m² de construcción, índice (valor) de construcción tipo. La información necesaria mínima del proyecto es: planta arquitectónica, ubicación futura y la revisión de normas urbanísticas.

➤ **La factibilidad**, en esta se realiza el desarrollo y proyección del proyecto, es necesario tener un presupuesto clase 4 - *AACE International*, presupuesto paramétrico por capítulos - *AACE International*, o presupuesto por capítulos. ejemplo: índice (valor) por capítulos de construcción tipo (modelo), y tener la información del diseño en bloque arquitectónico esquemático (plantas, fachadas y secciones arquitectónicas).

➤ **Etapas de seguimiento: inicio del proyecto - estimación precisa del presupuesto, y definición del diseño.**

Procedimientos:

➤ **Inicio del proyecto**, en este se debe realizar la estimación precisa del presupuesto, definición del diseño, y el inicio del proyecto, se debe tener al menos un presupuesto clase 3 - *AACE International*, o presupuesto inicial de autorización y control *AACE International*, para el inicio del control de costos. Para algunas empresas este presupuesto es la base final del programa de control de costos. Se debe contar con información de desarrollo de diseño, procesos de ingeniería completos, diseños técnicos y programación inicial de la obra. es bastante ventajoso para el proyecto si en esta etapa se puede tener el presupuesto clase 2 *AACE International*, presupuesto detallado o de construcción "presupuesto proyectado" (de control u oferta, según la *AACE International*), además tener una línea de base de control detallado de los costos reales y de los recursos que serán monitoreados por las variaciones en el presupuesto. La información necesaria para el inicio del proyecto será entonces los planos finales de diseño, procesos de ingeniería completos, diseños técnicos y programación inicial de la obra. Es importante que la información incompleta y ambigua de planos y especificaciones con los que se realizó el presupuesto inicialmente en las anteriores etapas sea identificada, referenciada e informada claramente a las personas involucradas en el proyecto.

➤ **La estimación precisa del presupuesto**, esta comprende la evaluación y proyección oportuna del presupuesto. Es necesario tener en esta etapa la información completa, precisa y detallada es decir el presupuesto proyectado

(revisado), y tener definición de las actividades a ejecutar con precios y cantidades reales. Es necesario realizar la cubicación y el análisis cualitativo y cuantitativo de las actividades a ejecutar, el estudio preciso de los análisis y subanálisis unitarios del presupuesto, la evaluación puntual del entorno del proyecto sus características y como estas pueden afectar o no la ejecución en un futuro, tener una correcta evaluación de la estrategia de ejecución del proyecto, y gestionar finalmente una exacta valoración definitiva del presupuesto.

➤ **La definición del diseño**, es necesario definir planos finales de diseño, procesos de ingeniería completos, diseños técnicos finales y programación inicial de la obra, realizar la evaluación y desarrollo del diseño teniendo en cuenta un “enfoque de costo de diseño”, realizar la producción de especificaciones completas y detalladas, la producción de diseño detallado y a tiempo y asistirlo del inicio del control de costos. Es necesaria la producción continua del desarrollo del diseño y “no realizar cambios de diseño”, se debe tener en cuenta que la producción (desarrollo) de diseño es diferente a realizar un cambio de diseño, se deben evitar cambios extemporáneos de diseño, y el grupo de trabajo debe realizar una evaluación constante de las implicaciones en tiempo y costos que tendrá aprobar un cambio de diseño, es decir, tener un “equipo proactivo de diseño”, evitando así el efecto dominó que un cambio de diseño genera, ya que estos pueden dar lugar a otros cambios.

➤ **Etapas de seguimiento: evaluación del tiempo y duración del proyecto – inicio del control del programa de obra.**

Procedimientos:

➤ **La evaluación del tiempo y duración del proyecto e inicio del control del programa de obra**, se debe contar con la evaluación del tiempo y duración del programa incluyendo las actividades definidas del proyecto, realizar la determinación realista del punto de partida y finalización del programa del proyecto (su tiempo de duración), y realizar la programación basándose en percepciones y la experiencia general de otros proyectos evitando así interpretaciones particulares de tiempo de duración, el programador debe visitar los proyectos y estudiar los procesos de ejecución que se llevaran a cabo, realizar el programa sin presiones de ningún tipo (cliente). Asimismo tener la definición precisa del programa de construcción, realizar programas específicos de pasos previos, suministros, contrataciones (hitos), acabados, estructura, urbanismo, compras y negociaciones. Se debe realizar una reprogramación de la obra si es necesario ajustando los gastos generales y los tiempos del personal de obra, tener pleno control del programa del proyecto con controles semanales a actividades, realizando “*last planner*” – (programación seis semanas), con estudio del avance y cortes de obra realizando la producción de informes de programación oportunos, para ajustar la programación y el presupuesto de obra.

2. Fase final de control

En esta fase se encuentran las etapas de:

- Inicio y desarrollo del control de costos en obra,
 - Manejo adecuado de ejecución y planificación de obra, y
 - Liquidación final de la obra.
- **Etapas de seguimiento: inicio y desarrollo del control de costos en obra.**

Procedimientos:

➤ **Inicio del control de costos**, es necesario en esta etapa tener definido el presupuesto proyectado, es ideal tenerlo totalmente proyectado los primeros meses (1º, 2ºo 3er mes) de ejecución del proyecto, proyectando las cantidades, precios y contratos pactados para el proyecto, consignándolos oportunamente en el presupuesto revisado, de esta manera se podrá saber rápidamente que actividades generaran sobrecostos y que actividades generaran ahorros para el proyecto.

➤ **Desarrollo del control de costos de construcción**, debe ser realizado utilizando software o herramienta para control fácil de utilizar por los profesionales del proyecto, y siguiendo todos los procedimientos de obra necesarios para el control de recursos y actividades del mismo.

Tener en cuenta durante los procedimientos de desarrollo del control de costos las siguientes tareas:

Control de compras y alquileres, se deben determinar cantidades y realizar controles periódicos de compras y alquileres, determinar las cantidades de obra que deben ejecutarse en un periodo determinado, verificar los precios de los proveedores y compararlos con el presupuesto, solicitar a la oficina principal los pagos de los anticipos, realizar salidas y realizar las entradas de almacén periódicamente (diariamente).

Manejo y control de almacén e inventarios, es necesario determinar cantidades y realizar controles periódicos y aleatorios del almacén de la obra, incorporar los valores y cantidades nuevas de material al inventario y control del presupuesto, e incorporar entradas y salidas al control de presupuesto.

Administración y control de contratos, se debe llevar registro de cantidades y servicios contratados para cierre o finalización de actividades, llevar registro de las cantidades contratadas en forma acumulativa para evitar que sobrepasen el presupuesto, autorizar el pago de anticipos cuando estos sean necesarios,

elaborar actas de entrega y recibo de obra a medida que avanza la ejecución del contrato, afectar el presupuesto y su control con el anticipo realizado y amortizarlo en su debido momento cuando esto se genere, confrontar el valor y la cantidad de contratos pagados en el presupuesto contra la programación de la obra revisando y controlando cualquier diferencia presentada, y elaborar un control acumulativo de cantidades, precios de contratos y de actividades.

Control de tesorería o contabilidad en obra, el controlador de costos debe revisar todos los pagos finales a proveedores verificando que la sumatoria de estos coincidan con lo autorizado en obra, afectar el presupuesto y actas de obra de acuerdo a los pagos realizados por la gerencia del proyecto a la empresa constructora, autorizar los pagos correspondientes, verificar saldos y faltantes por invertir en las actividades o insumos de obra en los A.P.U., y revisar que los pagos que realice la tesorería de la empresa constructora coincidan con los pagos previos autorizados y registrados en el control de costos de la obra.

➤ **Etapas de seguimiento: manejo adecuado de ejecución y planificación de obra**

Procedimientos:

➤ **Diseño y planificación de ejecución del proyecto**, se debe realizar el manejo adecuado diseño y planificación de las obras de construcción, principalmente cuando estos representan complejidades de ejecución del proyecto (en la construcción de la obra), utilizando la asesoría de expertos en proyectos similares, se debe dividir el proyecto por zonas, (asignando un profesional responsable de la ejecución a cada una), y es recomendable realizar una planificación adecuada del proyecto ayudándose de modelos 3D y 4D.

➤ **Etapas de seguimiento: liquidación final de obra**

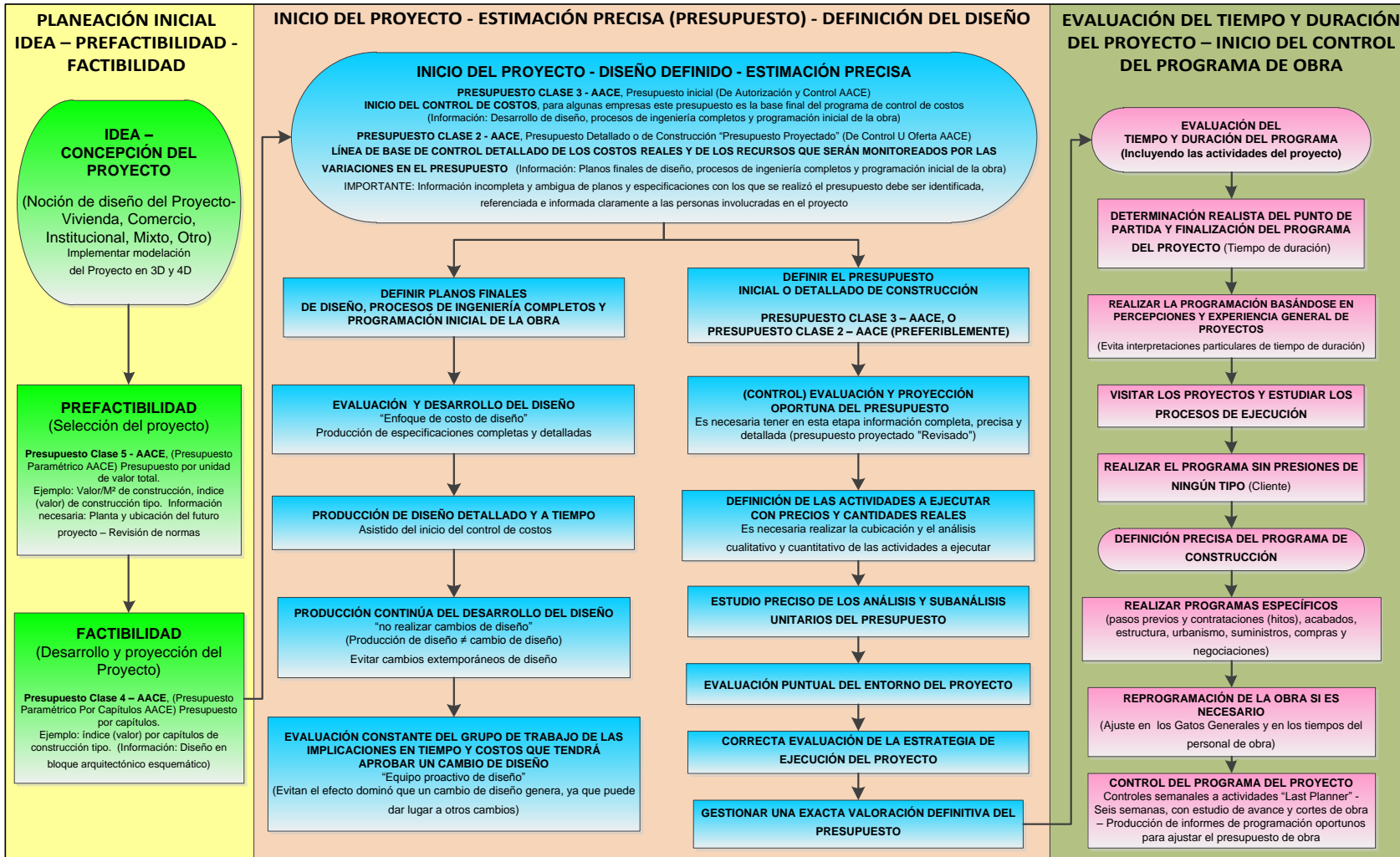
Procedimientos:

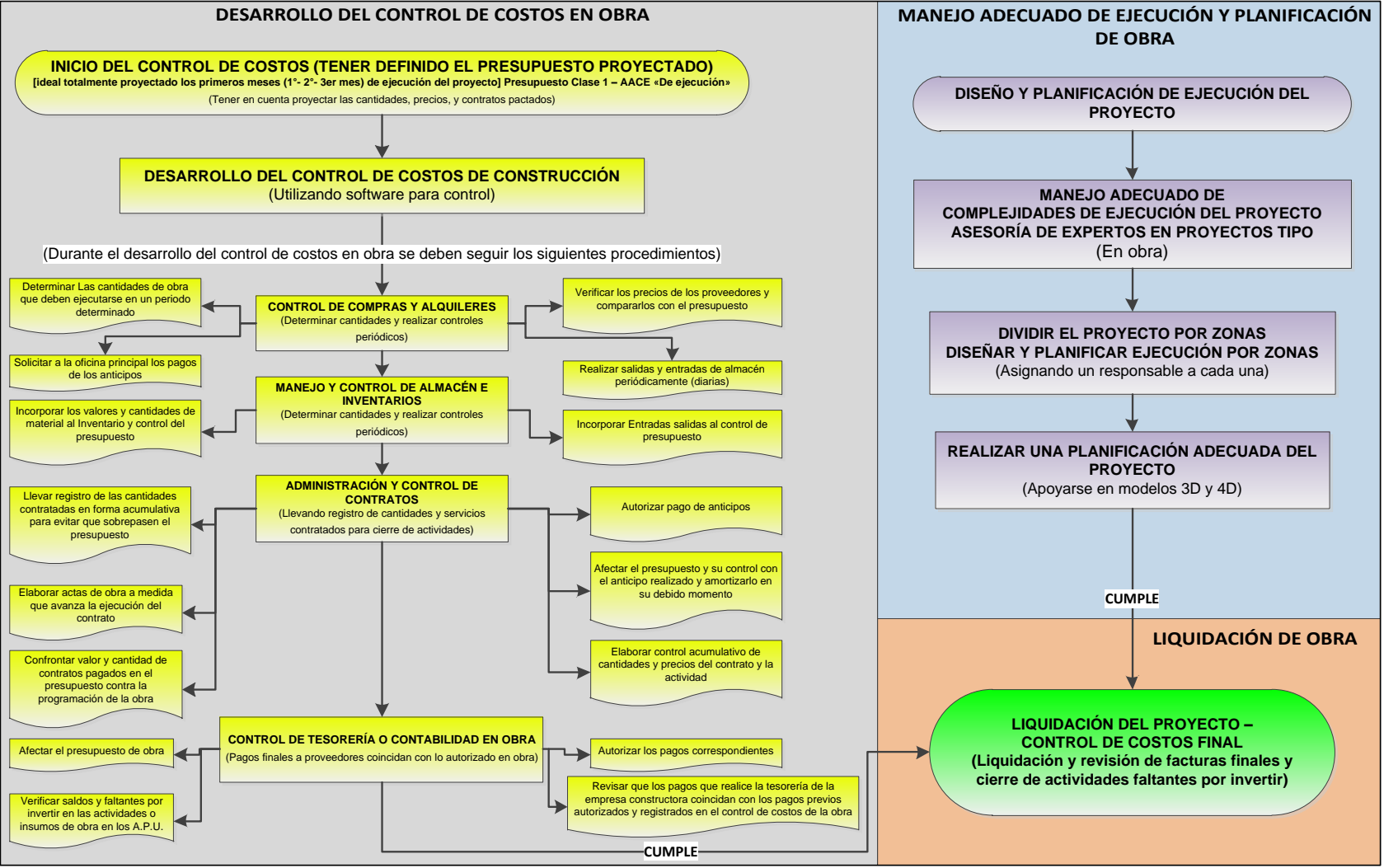
➤ **liquidación del proyecto**, se lleva a cabo realizando un control de costos final, la revisión y liquidación de facturas y contratos pendientes por finalizar, la revisión de los retenidos, amortizaciones, y anticipos a contratistas y cierre de actividades faltantes, por invertir, es conveniente archivar y proteger la información y datos finalmente obtenidos en el control de costos, ya que estos pueden ser utilizados para emprender y comparar proyectos futuros y similares.

➤ **Diagrama de flujo y lista de verificación de los procedimientos del control de costos directos de construcción durante las diferentes fases del proyecto (ver figura 46).**

Figura 46. Diagrama de flujo de la propuesta metodológica del control de costos directos de construcción en sus diferentes fases

FASE INICIAL DE CONTROL





Fuente: elaborada por el autor.

➤ **Lista de verificación de los procedimientos del control de costos directos de construcción durante las diferentes fases del proyecto (ver tabla 60).**

Tabla 60. Lista de verificación de los procedimientos del control de costos directos de construcción durante las diferentes fases del proyecto

ETAPA	COD.	PROCESO	CONTROL	OPORTUNIDAD	RESPONSABLE	Vo. Bo. DE CONTROL RESPONSABLE INICIAL	FIRMA RESPONSABLE (ES)	VERIFICADOR FINAL	FIRMA VERIFICADOR FINAL	Vo. Bo. FINAL VERIFICACIÓN FINAL
1. PLANEACION DEL PROYECTO										
1. PLANEACION DEL PROYECTO	1,1	Idea (Concepción del proyecto)	<ul style="list-style-type: none"> - Noción de diseño del Proyecto (esquemática) - Identificación del tipo de proyecto (Vivienda, Comercio, Institucional, Mixto, Otro) - Incluir el presupuesto y el control de costos como un elemento más del diseño - Implementar modelación del Proyecto en 3D y 4D (BIM), hasta su culminación 	Antes de iniciar ejecución del proyecto	Grupo de trabajo (Gerente o promotor, Gerente de proyecto, Diseñador, Presupuestador)	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	1,2	Prefactibilidad (Selección del Tipo de Proyecto)	<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto Clase 5 - <i>AACE International</i> (Paramétrico por construcción tipo - índice de valor/m² de construcción) - Diseño de planta arquitectónica y definición de la ubicación del futuro proyecto - Revisión de normas 	Antes de iniciar ejecución del proyecto	Grupo de trabajo (Gerente o promotor, Gerente de proyecto, Diseñador, Presupuestador)	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	1,3	Factibilidad (Desarrollo y proyección del Proyecto)	<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto Clase 4 - <i>AACE International</i> (Paramétrico por capítulos - Índice de valor por capítulos) 	Antes de iniciar ejecución del proyecto	Grupo de trabajo (Gerente o promotor, Gerente de proyecto, Diseñador,	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

			Diseño arquitectónico esquemático		Presupuestador)	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
2. INICIO DEL PROYECTO										
2. INICIO DEL PROYECTO	2,1	Diseño definido	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso de diseño, con planos y especificaciones completas, (control de desarrollo de diseño, procesos de ingeniería completos y programación inicial de la obra) - Evaluación y desarrollo del diseño - Producción de diseño detallado y a tiempo - Producción continua del desarrollo del diseño - Evaluación constante del grupo de trabajo de las implicaciones en tiempo y costos que tendrá aprobar un cambio de diseño 	Antes de iniciar y durante la ejecución del Proyecto	Grupo de diseños (arquitectos, técnicos, especiales) encargado de coordinar todos los diseños incluidos los técnicos, presupuestador y programador	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Diseñador arquitectónico		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	2,2	Definición del programa inicial de obra	Definir con precisión el programa inicial de obra	Antes de iniciar ejecución del proyecto	Programador	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	2,3	Estimación precisa (Definir Presupuesto Inicial)	<ul style="list-style-type: none"> - Tener el Presupuesto clase 3 - <i>AACE International</i>, Presupuesto inicial (De Autorización y Control - <i>AACE International</i>) - O preferiblemente, tener el Presupuesto clase 2 - <i>AACE International</i>, Presupuesto Detallado o de Construcción "Presupuesto Projectado" (De Control U Oferta - 	Momento de inicio del proyecto	Encargado del presupuesto	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

			<i>AACE International)</i>							
2,4	Inicio del control de costos	<ul style="list-style-type: none"> Con el Presupuesto clase 3 - <i>AACE International</i>, que es el Presupuesto inicial (De Autorización y Control <i>AACE International</i>) O preferiblemente con el Presupuesto clase 2 - <i>AACE International</i>, Presupuesto Detallado o de Construcción "Presupuesto Projectado" (De Control U Oferta <i>AACE International</i>) 	Momento exacto de inicio del proyecto y durante su ejecución	Encargado del presupuesto	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
2,5	Evaluación y proyección oportuna del presupuesto (presupuesto proyectado "Revisado")	<ul style="list-style-type: none"> Definición de las actividades a ejecutar con precios y cantidades reales Estudio preciso de los análisis y subanálisis unitarios del presupuesto Evaluación puntual del entorno del proyecto Correcta evaluación de la estrategia de ejecución del proyecto Gestionar una exacta valoración definitiva del presupuesto 	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Grupo de trabajo (Dirección del proyecto y Encargado del presupuesto)	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
2,6	Evaluación del tiempo y duración del proyecto – inicio del control del programa de obra	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación del tiempo y duración del programa Determinación realista del punto de partida y finalización del programa del proyecto Realizar la programación basándose en percepciones y experiencia general de proyectos 	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Programador de obra y quien ejecutara el control del programa	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

			<ul style="list-style-type: none"> - Visitar los proyectos y estudiar los procesos de ejecución 			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
			<ul style="list-style-type: none"> - Realizar el programa sin presiones de ningún tipo 			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
			<ul style="list-style-type: none"> - Definición precisa del programa de construcción 			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
			<ul style="list-style-type: none"> - Realizar programas específicos 			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
			<ul style="list-style-type: none"> - Reprogramación de la obra si es necesario 			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
			<ul style="list-style-type: none"> - Control del programa del proyecto 			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				

3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO (CONTROL ADMINISTRATIVO – CONTROL DE COSTOS)

3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO (Control administrativo – Desarrollo del control de costos)	3,1	Inicio del control de costos con el presupuesto proyectado [ideal totalmente proyectado los primeros meses (1°- 2°- 3er mes) de ejecución del proyecto]	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectar las cantidades, precios, y contratos pactados los primeros meses de iniciado el proyecto. Presupuesto clase 1 - AACE <i>International</i> 	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Presupuestador de obra y de quien ejecuta el control de costos	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	3,2	Desarrollo del Control de Costos de construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Mediante Software y con un profesional controlador de costos 	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Presupuestador de obra y de quien ejecuta el control de costos	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	3,3	Control de compras y alquileres (Determinar cantidades y realizar controles periódicos)	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar Las cantidades de obra que deben ejecutarse en un periodo determinado - Solicitar a la oficina principal los pagos de los anticipos - Verificar los precios de los proveedores y compararlos con el presupuesto 	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Presupuestador de obra, quien ejecuta el control de costos y almacenista de obra	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Controlador de costos de obra		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

			Realizar salidas y entradas de almacén periódicamente (diarias)			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
3,4	Manejo y control de almacén e inventarios (Determinar cantidades y realizar controles periódicos)	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporar los valores y cantidades de material al Inventario y control del presupuesto - Incorporar Entradas salidas al control de presupuesto 	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Presupuestador de obra, quien ejecuta el control de costos y almacenista de obra	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Controlador de costos de obra		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
3,5	Administración y control de contratos (Llevando registro de cantidades y servicios contratados para cierre de actividades)	<ul style="list-style-type: none"> - Llevar registro de las cantidades contratadas en forma acumulativa para evitar que sobrepasen el presupuesto - Elaborar actas de obra a medida que avanza la ejecución del contrato - Confrontar valor y cantidad de contratos pagados en el presupuesto contra la programación de la obra - Autorizar pago de anticipos - Afectar el presupuesto y su control con el anticipo realizado y amortizarlo en su debido momento - Elaborar control acumulativo de cantidades y precios del contrato y la actividad 	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Presupuestador de obra y de quien ejecuta el control de costos	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Controlador de costos de obra		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
3,6	Control de tesorería o contabilidad en obra (Pagos finales a proveedores coincidan con lo autorizado en obra)	<ul style="list-style-type: none"> - Afectar el presupuesto de obra - Verificar saldos y faltantes por invertir en las actividades o insumos de obra en los A.P.U. - Autorizar los pagos correspondientes 	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Presupuestador de obra, quien ejecuta el control de costos y encargado de revisión final de facturas en la empresa constructora (encargado de la	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Controlador de costos de obra		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

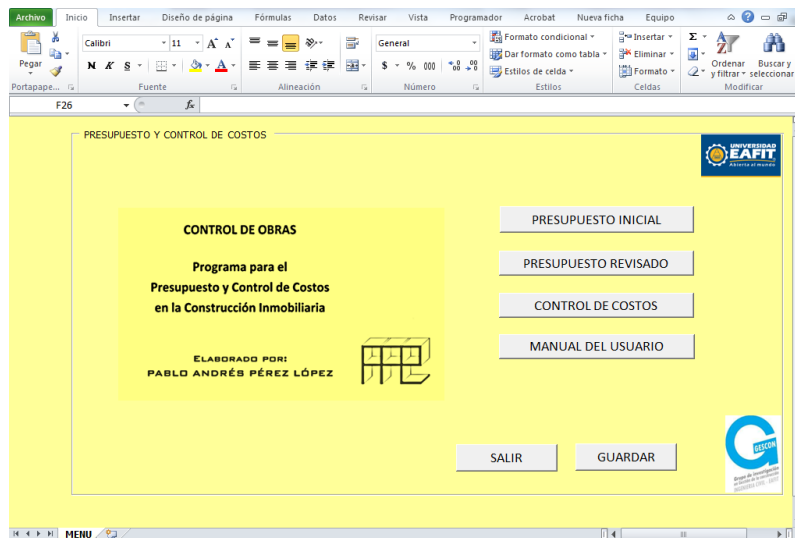
			Revisar que los pagos que realice la tesorería de la empresa constructora coincidan con los pagos previos autorizados y registrados en el control de costos de la obra		contabilidad de la empresa y del proyecto específico)	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
4. EJECUCIÓN DEL PROYECTO (CONTROL TÉCNICO)										
4. EJECUCIÓN DEL PROYECTO (Control técnico)	4,1	Manejo adecuado de complejidades de ejecución del proyecto (En obra)	Estudio estratégico de ejecución del proyecto (plantear zonas de ejecución)	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Grupo de trabajo de construcción Acompañamiento de experto en proyectos tipo	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	4,2	Dividir el proyecto por zonas (Asignando un responsable a cada una)	Dividir el proyecto por zonas con su respectivo residente encargado	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Grupo de trabajo de construcción	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
	4,3	Realizar una planificación adecuada del proyecto (Utilizar modelos 3D y 4D)	Verificar la utilización de herramientas que permitan hacer simulaciones de ejecución de la obra Realizar revisión del Proyecto en 3D y 4D (BIM)	Momento exacto de inicio del proyecto, durante su ejecución y hasta su culminación	Diseñador arquitectónico, grupo de trabajo de construcción, quien elabora el presupuesto y controlador de costos	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
5. ACEPTACIÓN FINAL DEL PROYECTO (LIQUIDACIÓN DE OBRA)										
5. ACEPTACIÓN FINAL DEL PROYECTO	5,1	Liquidación del proyecto - Control de costos final	Liquidación y revisión de facturas finales y cierre de actividades faltantes por invertir	Momento previo a culminar el proyecto y finalización del mismo	Controlador de costos	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Gerente del proyecto		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

Fuente: elaborada por el autor.

➤ **Herramienta en Microsoft Excel para realizar el presupuesto y el control de costos.**

La propuesta metodológica busca mejorar y complementar las metodologías utilizadas para realizar el control de costos, generando mayor eficiencia en los presupuestos realizados, como también en la definición de las especificaciones, en la entrega de diseños y de planos definitivos. Como parte complementaria de dicha propuesta; en este trabajo se diseñó una herramienta para el manejo del presupuesto y el control de costos en Microsoft Excel, diseñada a partir de las herramientas encontradas entre los encuestados y de acuerdo a las solicitudes y expectativas de los profesionales en cuanto a facilidad y familiaridad con el uso y manejo de la misma. Asimismo, se ejemplifica en un pequeño modelo cómo pueden determinarse los costos y cantidades de obra en *Autodesk Revit Architecture*, y se generó información que ayudó a proponer una metodología de control, compatible y complementaria con las existentes halladas en la investigación. Microsoft Excel, es una herramienta que permite la aplicación práctica de la metodología propuesta, es fácil de utilizar, y adicionalmente se encontró que su uso es común entre los profesionales que realizan presupuestos y control de costos en el medio. Se presenta una herramienta basada en este programa que propone la realización del presupuesto y del control de costos de manera práctica, el cual puede adecuarse fácilmente a las necesidades específicas de control, a las herramientas utilizadas por profesionales del medio y a los proyectos donde estos participan.

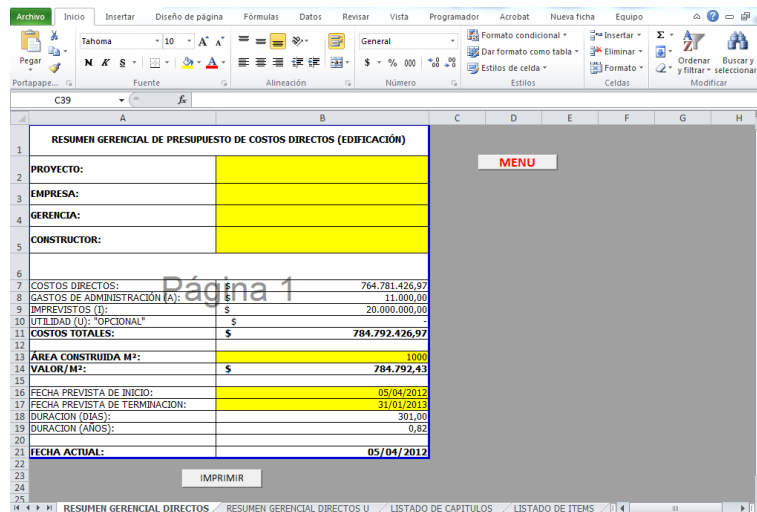
Figura 47. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto y control de costos - ventana de inicio



Desde la ventana de inicio de la herramienta presupuesto y control de costos. Cuando se requiera guardar una copia nueva de un presupuesto, y sin tener la necesidad de modificar el presupuesto sobre el cual se esta trabajando, se debe salir por el boton guardar, con el fin de guardar un archivo nuevo e independiente con el nombre del proyecto nuevo que se esta presupuestando, si se desea modificar el presupuesto base sobre el cual se esta trabajando se sale por la opcion salir tradicional marcada con equis (x), acostumbrada en Microsoft Excel (ver figura 47).

➤ **Uso y funcionamiento de la del hoja resumen gerencial de costos directos de edificación:**

Figura 48. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de resumen gerencial de costos directos de edificación)



➤ Esta hoja genera un informe de resumen gerencial del presupuesto de costos directos de edificación, con la información general del proyecto ejecutado (ver figura 48).

➤ **Modo de uso:**

- Los decimales deben ser separados por comas en todas las hojas.
- Se debe digitar solo la información requerida e indicada en las celdas sombreadas.
- En este reporte se calcula y presenta el valor total de costos directos, gastos de administración, imprevistos, costos totales del presupuesto de costos directos de edificación, y el valor por metro cuadrado de construcción en edificación.
- El informe de resumen gerencial de costos directos de edificación puede imprimirse por la opción tradicional del Microsoft Excel o directamente desde la hoja de trabajo del resumen gerencial de costos directos de edificación (ver figura

48).

Figura 49. Informe de resumen gerencial del presupuesto de costos directos de edificación

RESUMEN GERENCIAL DE PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS (EDIFICACIÓN)	
PROYECTO:	
EMPRESA:	
GERENCIA:	
CONSTRUCTOR:	
COSTOS DIRECTOS:	\$ 764.781.426,97
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN (A):	\$ 11.000,00
IMPREVISTOS (I):	\$ 20.000.000,00
UTILIDAD (U): "OPCIONAL"	\$ -
COSTOS TOTALES:	\$ 784.792.426,97
AREA CONSTRUIDA M²:	1000
VALOR/M²:	\$ 784.792,43
FECHA PREVISTA DE INICIO:	22/04/2012
FECHA PREVISTA DE TERMINACION:	31/01/2013
DURACION (DIAS):	284,00
DURACION (ANOS):	0,78
FECHA ACTUAL:	22/04/2012

22/04/2012 04:50 p.m.

➤ **Uso y funcionamiento de la hoja del resumen gerencial de costos directos de urbanismo:**

Figura 50. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de resumen gerencial de costos de urbanismo)

RESUMEN GERENCIAL DE PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS (URBANISMO)	
PROYECTO:	
EMPRESA:	
GERENCIA:	
CONSTRUCTOR:	
COSTOS DIRECTOS URBANISMO:	
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN (A):	\$ 11.000,00
IMPREVISTOS (I):	\$ 20.000.000,00
UTILIDAD (U): "OPCIONAL"	\$ 5.000.000,00
COSTOS TOTALES:	\$ 25.011.000,00
AREA CONSTRUIDA M²:	1000
VALOR/M²:	\$ 25.011,00
FECHA PREVISTA DE INICIO:	05/04/2012
FECHA PREVISTA DE TERMINACION:	31/01/2013
DURACION (DIAS):	301,00
DURACION (ANOS):	0,82
FECHA ACTUAL:	05/04/2012

Página 1

IMPRIMIR

➤ Esta hoja genera un informe de resumen gerencial del presupuesto de costos directos de urbanismo, con la información general del proyecto ejecutado (ver

figura 51).

➤ **Modo de uso:**

- Los decimales deben ser separados por comas en todas las hojas.
- Se debe digitar solo la información requerida e indicada en las celdas sombreadas.
- El resumen gerencial de costos directos de urbanismo puede imprimirse por la opción tradicional del Microsoft Excel o directamente desde la hoja de trabajo del resumen gerencial de costos directos de urbanismo (ver figura 50).
- En este reporte se calcula y presenta el valor total de costos directos, gastos de administración, imprevistos, costos totales del presupuesto de costos directos de urbanismo, y el valor por metro cuadrado en urbanismo.

Figura 51. Informe de resumen gerencial del presupuesto de costos directos de urbanismo

RESUMEN GERENCIAL DE PRESUPUESTO DE COSTOS DIRECTOS (URBANISMO)	
PROYECTO:	
EMPRESA:	
GERENCIA:	
CONSTRUCTOR:	
COSTOS DIRECTOS URBANISMO:	\$ -
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN (A):	\$ 11.000,00
IMPREVISTOS (I):	\$ 20.000.000,00
UTILIDAD (U): OPCIONAL*	\$ 5.000.000,00
COSTOS TOTALES:	\$ 25.011.000,00
AREA CONSTRUIDA M ² :	1000
VALOR/M ² :	\$ 25.011,00
FECHA PREVISTA DE INICIO:	22/04/2012
FECHA PREVISTA DE TERMINACIÓN:	31/01/2013
DURACION (DIAS):	284,00
DURACION (AÑOS):	0,78
FECHA ACTUAL:	22/04/2012

22/04/2012 04:52 p.m.

➤ **Uso y funcionamiento de la hoja del listado de capítulos de costos directos de edificación y urbanismo:**

Figura 52. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de listado de capítulos)

TIPO DESCRIPCIÓN TIPO DE COSTOS	VALOR1	VALOR2	% INC.
A) ADMIN. IMPREVISTOS Y UTILIDAD	20.011.000,00	20.011,00	2,55%
20 GASTOS GENERALES	0,00	0,00	0,00%
21 IMPREVISTOS	20.000.000,00	20.000,00	2,55%
22 UTILIDAD	0,00	0,00	0,00%
D) COSTOS DIRECTOS DE CONSTRUCCIÓN	704.781.438,97	704.781,43	97,45%
60 ECAVACIONES Y LLENOS (PRELIMINAR)	225.953.949,70	225.953,94	29,76%
62 FUNDACIONES Y MUROS DE CONTENCIÓN	172.530.308,12	172.530,31	23,33%
63 ESTRUCTURA	302.698.873,07	302.698,87	40,70%
64 ACERO DE REFORZO	0,00	0,00	0,00%
65 MAQUINARIA	0,00	0,00	0,00%
66 IMPERMEABILIZACIONES Y FILTROS	0,00	0,00	0,00%
67 CUBIERTAS Y CELOSÍAS	0,00	0,00	0,00%
68 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	0,00	0,00	0,00%
69 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y DE GAS	0,00	0,00	0,00%
70 PUERTAS Y CERRADURAS	0,00	0,00	0,00%
71 FIDUCIARIAS	0,00	0,00	0,00%
72 PROYECTOS DE OBRAS Y CAPÍTULOS	0,00	0,00	0,00%
73 EQUIPOS DE OBRAS	5.500,00	5,50	0,00%
74 EMPLEOS Y BRUJIDOS	0,00	0,00	0,00%
75 APARATOS SANITARIOS Y	0,00	0,00	0,00%
76 EQUIPOS ESPECIALES	0,00	0,00	0,00%
77 EQUIPOS ESPECIALES	0,00	0,00	0,00%
78 EQUIPOS Y MARCHES	5.500,00	5,50	0,00%
79 OBRAS PROVISIONALES	0,00	0,00	0,00%
A (U) ADMIN. IMPREVISTOS Y UTILIDAD (URBANISMO)	0,00	0,00	0,00%
23 GASTOS GENERALES URBANISMO	0,00	0,00	0,00%
24 IMPREVISTOS URBANISMO	0,00	0,00	0,00%
25 UTILIDAD URBANISMO	0,00	0,00	0,00%
U) COSTOS DE URBANISMO	0,00	0,00	0,00%
22 MOVIMIENTO DE TIERRA	0,00	0,00	0,00%
23 REDES DE ALICANTADO Y GAS	0,00	0,00	0,00%
24 ACCESORIOS REDES	0,00	0,00	0,00%
25 ACERDECITO	0,00	0,00	0,00%
26 VAS Y ANDENES	0,00	0,00	0,00%
27 REDES ELÉCTRICAS EXTERIORES	0,00	0,00	0,00%
28 OBRAS COMPLEMENTARIAS	0,00	0,00	0,00%

➤ Esta hoja genera un informe del listado de capítulos del presupuesto, que especifica el código de tipo de costo (directos, gastos generales por administración, urbanismo e imprevistos), el código del capítulo, con su respectiva descripción, valor por metro cuadrado del capítulo, valor total del capítulo y porcentaje de incidencia del capítulo respecto al valor total del presupuesto (ver figura 53).

➤ **Modo de uso:**

- Los decimales deben ser separados por comas en todas las hojas.
- Se debe tener en cuenta al momento de digitar la información en las celdas que el código, la descripción y el valor del capítulo debe ser igual a los que se encuentran en el listado de ítems, es por esto que estos datos deben permanecer vinculados a la hoja del listado de ítems.
- Si es necesario ingresar nuevos capítulos de presupuesto en esta hoja se debe digitar solamente la información de las celdas sombreadas, es decir, el tipo y la descripción del tipo de costos de los capítulos, los datos restantes de la hoja se encuentran vinculados a otras hojas del archivo o dependen de fórmulas que se encuentran practicadas y definidas
- Cuando se requieran ingresar nuevos ítems al presupuesto, es necesario copiar las fórmulas que existen en las filas anteriores de la misma hoja listado de capítulos, teniendo en cuenta la fila sobre la cual se está trabajando (ver herramienta presupuesto y control de costos).
- El listado de capítulos del presupuesto puede imprimirse por la opción

tradicional del Microsoft Excel o directamente desde la hoja del listado de capítulos.

Figura 53. Informe del listado de capítulos del presupuesto de costos directos de edificación y urbanismo

TIPO		DESCRIPCIÓN TIPO DE COSTOS	CODIGO	DESCRIPCIÓN CAPÍTULO	VALOR	VALOR/M2	% INC.
A. ADMON. IMPREVISTOS Y UTILIDAD					20.011.000,00	20.011,00	2,53%
20		GASTOS GENERALES			11.000,00	11,00	0,00%
21		IMPREVISTOS			20.000.000,00	20.000,00	2,53%
20		UTILIDAD			0,00	0,00	0,00%
D. COSTOS DIRECTOS DE CONSTRUCCIÓN					764.791.426,97	764.791,43	97,45%
01		EXCAVACIONES Y LLENOS (PRELIMINARES)			225.583.846,78	225.583,84	28,74%
02		FUNDACIONES Y MUROS DE CONTENCIÓN			172.080.808,11	172.080,81	21,93%
03		ESTRUCTURA			367.085.878,07	367.085,88	46,78%
04		ACERO DE FIERRO			0,00	0,00	0,00%
05		MAESTRÍA			0,00	0,00	0,00%
06		IMPRESIONES Y FILTROS			0,00	0,00	0,00%
07		PUERTAS Y CERRAJES			0,00	0,00	0,00%
08		INSTALACIONES ELÉCTRICAS			0,00	0,00	0,00%
09		INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y DE GAS			0,00	0,00	0,00%
10		PUERTAS Y CERRAJES			0,00	0,00	0,00%
11		REJOLQUES			0,00	0,00	0,00%
12		PIEDOS EN CHISLE Y ZOCALOS			0,00	0,00	0,00%
13		CARPINTERÍA			\$ 5.000,00	\$ 5,00	0,00%
14		PINTURA Y ENLUCIDOS			0,00	0,00	0,00%
15		SERENOS, BASTANTES Y ACCESORIOS			0,00	0,00	0,00%
16		EQUIPOS ESPECIALES			0,00	0,00	0,00%
17		EQUIPOS ESPECIALES			0,00	0,00	0,00%
18		EQUIPOS Y VARIOS			\$ 5.000,00	\$ 5,00	0,00%
19		OTROS PROVISIONALES			0,00	0,00	0,00%
A (U) ADMON. IMPREVISTOS Y UTILIDAD (URBANISMO)					25.011.000,00	25.011,00	100,00%
20		GASTOS GENERALES URBANISMO			11.000,00	11,00	0,04%
20		IMPREVISTOS URBANISMO			20.000.000,00	20.000,00	79,96%
21		UTILIDAD URBANISMO			\$ 5.000.000,00	\$ 5.000,00	19,99%
U. COSTOS DE URBANISMO					0,00	0,00	0,00%
22		MOVIMIENTO DE TIERRA			0,00	0,00	0,00%
23		REDES DE ALICATILLADO Y GAS			0,00	0,00	0,00%
24		ACCESORIOS REDES			0,00	0,00	0,00%
25		ACERUCIO			0,00	0,00	0,00%
26		LUJAS Y ANOVES			0,00	0,00	0,00%

➤ **Uso y funcionamiento de la hoja del listado de items:**

Figura 54. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de listado de ítems – actividades)

COD. CAP.	COD. SUBCAP.	DESCRIPCIÓN CAPÍTULO SUBCAPÍTULO	CODIGO ITEM	DESCRIPCIÓN ITEM	UN.	CANTIDAD	VALOR	TOTAL	% INC.
1 EXCAVACIONES Y LLENOS (PRELIMINARES)									
1 EXCAVACIONES									
	01001	EXCAVACIÓN PARA TERRAZCO	M2	800,90		2.267,55	388.868,00		0,22%
	01002	EXCAVACIÓN CAMPANA PARA FILAS	M3	80,42		53.079,00	6.482.721,40		0,82%
	01003	EXCAVACIÓN PARA DESMOLDO	M3	16,08		8.039,60	8.039,60		0,00%
	01004	EXCAVACIÓN TALUD MANUAL	M2	707,30		90,00	642.220,40		0,08%
	01005	EXCAVACIÓN EN TIPO SOTANO	M3	102,8		8.039,60	102.442,25		0,02%
	01006	VOLADURA ENRICA	M2	67,01		4.051,63	277.071,44		0,04%
	01007	EXCAVACIÓN PARA ALÍZ - H-22	UB	2,00		894.744,40	20.579.201,20		2,62%
	01008	EXCAVACIÓN PARA FOS	M3	0,00		500,00	0,00		0,00%
	01009	EXCAVACIÓN DESAGÜE DE PISOS	M3	58,20		7.955,50	439.362,30		0,06%
	01010	EXCAVACIÓN VALLE PARA FONDO DE CONTENCIÓN	M3	94,00		2.280,00	287.787,00		0,04%
	01011	EXCAVACIÓN VALLES DE AMARRA	M3	97,25		1.024,00	452.250,00		0,02%
	01012	TRANSPORTE INTERNO TIERRA Y/O ARENILLA	M3	2.620,30		2.824,50	7.663.067,35		0,98%
	01013	CORTE CARQUE Y BOTADA DE TIERRA A MAQUINA	M3	6.224,90		20.033,00	127.339.210,70		16,23%
	01014	ROTACIONES TIERRA EN VOLQUETA	M3	1.409,45		16.033,00	21.529.226,85		2,72%
	01015	EXCAVACIONES (CABEZOTES)	M3	0,00		10.812,00	0,00		0,00%
	01016	EXCAVACIÓN TANQUE DE AGUA	M3	3,00		10.812,00	307,00		0,00%
	01017	EXCAVACIÓN PARA RECORTE	M3	70,00		3.244,30	647.810,00		0,08%
	01018	EXCAVACIÓN MURO DE CONTENCIÓN	M3	0,00		7.864,00	0,00		0,00%
	01019	EXCAVACIÓN RAMPA	M3	0,00		7.864,00	0,00		0,00%
	01020	EXCAVACIÓN CÁMERA	M3	0,00		7.864,00	0,00		0,00%
	01021	ENTREROS	M3	0,00		4.254,14	0,00		0,00%
	01022	BOMBEO DE AGUA	EX	0,00		16,00	0,00		0,00%
	01023	EXCAVACIÓN REDES ELÉCTRICAS ENTERRADAS	M3	0,00		18.075,50	0,00		0,00%
	01024	PREPAREDOS TIERRA CONTRERRO	M3	0,00		300.000,00	0,00		0,00%
	01025	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	EX	20,00		290.000,00	5.000.000,00		0,64%
	01026	OTROS	EX	0,00		0,00	0,00		0,00%
2 LLENOS								31.014.427,95	4,00%
	02001	ENTRERO EN BASE GRANULAR + 0,30	M3	800,90		4.008,00	162.217,91		1,64%
	02002	LLENOS EN ARENILLA	M3	331,43		215,93	20.652.260,76		2,66%

➤ Esta hoja genera un informe del listado de ítems del presupuesto, que contiene el código del capítulo, código del subcapítulo, el código del ítem, con su respectiva descripción, unidad, cantidad del ítem, valor unitario del ítem, valor total de la actividad y porcentaje de incidencia de la actividad respecto al valor total del presupuesto, (ver figura 55).

➤ **Modo de uso:**

➤ Los decimales deben ser separados por comas en todas las hojas.

➤ Si es necesario ingresar nuevos capítulos de presupuesto en esta hoja se debe digitar solamente la información de las celdas sombreadas, es decir, el código y la descripción del capítulo y subcapítulo.

➤ Si se requiere adicionar capítulos o ítems es necesario copiar la respectiva fórmula que se encuentra en las filas anteriores del capítulo o ítem correspondiente teniendo en cuenta la fila sobre la cual se está trabajando y con previa realización del respectivo APU en la hoja de análisis unitarios (ver herramienta presupuesto y control de costos).

➤ El listado de ítems del presupuesto puede imprimirse por la opción tradicional del Microsoft Excel.

Figura 55. Informe del listado de ítems del presupuesto de costos directos de edificación

PA PL / herramienta PRES UPUESTO Y CONTROL DE COSTOS (2)		LISTADO DE ÍTEMES							1/18
COD. CAP.	COD. SUBCAP.	DESCRIPCIÓN CAPÍTULO SUBCAPÍTULO (PRELIMINARES)	CODIGO ÍTEM	DESCRIPCIÓN ÍTEM	UN.	CANTIDAD	VALOR	TOTAL	% INC.
								129.383.849,79	28,74%
	1	EXCAVACIONES						129.789.413,83	24,87%
			011001	EXCAVACIÓN PARA TERRECIOS	M2	800,00	1.200,00	1.200,00	0,00%
			011002	EXCAVACIÓN CANALIA PARA FILAS	M2	100,00	20,00	20,00	0,00%
			011003	EXCAVACIÓN PARA ACEROS	M2	10,00	2,00	2,00	0,00%
			011004	EXCAVACIÓN TALLER TERMINAL	M2	100,00	20,00	20,00	0,00%
			011005	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	100,00	20,00	20,00	0,00%
			011006	EXCAVACIÓN EN LINDERO	M2	100,00	20,00	20,00	0,00%
			011007	EXCAVACIÓN PARA UN 1:2 - 1:100	M2	100,00	20,00	20,00	0,00%
			011008	EXCAVACIÓN PARA FILAS	M2	100,00	20,00	20,00	0,00%
			011009	EXCAVACIÓN PARA FILAS	M2	100,00	20,00	20,00	0,00%
			011010	EXCAVACIÓN PARA FILAS DE COFINACIÓN	M2	100,00	20,00	20,00	0,00%
			011011	EXCAVACIÓN PARA FILAS DE COFINACIÓN	M2	100,00	20,00	20,00	0,00%
			011012	TRANSPORTE INTERIO TIERRA VIO ARENILLA	M3	2.820,00	2.820,00	2.820,00	0,00%
			011013	CORTE, CARGUE Y BOTADA DE TIERRA VIO ARENILLA	M3	8.224,00	20,13	20,13	0,00%
			011014	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011015	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011016	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011017	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011018	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011019	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011020	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011021	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011022	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011023	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011024	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011025	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011026	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011027	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011028	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011029	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011030	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011031	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011032	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011033	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011034	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011035	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011036	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011037	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011038	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011039	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011040	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011041	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011042	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011043	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011044	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011045	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011046	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011047	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011048	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011049	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011050	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011051	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011052	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011053	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011054	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011055	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011056	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011057	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011058	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011059	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011060	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011061	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011062	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011063	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011064	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011065	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011066	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011067	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011068	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011069	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011070	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011071	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011072	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011073	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011074	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011075	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011076	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011077	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011078	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011079	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011080	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011081	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011082	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011083	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011084	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011085	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011086	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011087	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011088	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011089	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011090	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011091	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011092	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011093	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011094	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011095	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011096	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011097	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011098	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011099	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011100	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011101	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011102	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011103	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011104	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011105	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011106	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011107	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011108	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011109	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011110	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011111	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011112	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011113	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00	20,00	20,00	0,00%
			011114	EXCAVACIÓN PARA BARRIO	M2	1.000,00</			

➤ **Uso y funcionamiento de la hoja del listado de análisis unitarios:**

Figura 56. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de análisis unitarios)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	FACTOR	VALOR	TOTAL	CANT		
1	010000	EXCAVACION PARA TERRAZCO	M2	800.30		2.267,55	1.016.000,00			
2	0100	MDE EXCAV 0-2 METROS ANCHO	M3	0,25	0,00	3.500,00	4.262,50	200,23		
3	008	VARIOS EXCAVACIONES	CL	0,04	0,00	350,00	6,05	34,44		
4										
5										
6										
7	010002	EXCAVACION CAMPANA PARA PLAS	M3	120,42		53.170,00	6.402.731,40			
8	008	VARIOS EXCAVACIONES	GL	1,70	0,00	350,00	595,00	204,71		
9	70	ALQUILER MOTOCICLA	DI	0,30	0,00	43.000,00	12.900,00	36,15		
10	82	MDE EXCAV CAMPANA	M3	1,00	0,00	38.465,00	38.465,00	10,45		
11	88	ALQUILER MOLINETE	EI	1,10	0,00	1.100,00	1.210,00	132,46		
12										
13										
14	010003	EXCAVACION FOSO ASCENSOR	M3	16,85		3.087,00	153.115,95			
15	010	MDE EXCAV 0-2 METROS ANCHO	M3	1,00	0,00	3.000,00	3.000,00	16,85		
16	008	VARIOS ESTRUCTURA	CL	0,22	0,00	350,00	77,00	3,71		
17										
18										
19										
20	010004	EXCAVACION TALUD MANUAL	M2	707,30		300,00	642.220,40			
21	010	MDE EXCAV 0-2 METROS ANCHO	M3	1,10	0,00	3.000,00	3.000,00	70,73		
22	008	VARIOS EXCAVACIONES	CL	0,02	0,00	350,00	7,00	1,15		
23										
24										
25										
26	010005	EXCAVACION FILTROS SOTANO	M3	112,91		3.069,50	1.024.037,25			
27	010	MDE EXCAV 0-2 METROS ANCHO	M3	1,00	0,00	3.000,00	3.000,00	112,91		
28	008	VARIOS EXCAVACIONES	CL	0,17	0,00	350,00	59,50	19,15		
29										
30										
31										
32	010006	VOLADURA EN ROCA	M2	57,11		4.851,68	277.079,44			
33	88	MDE EXCAVACION DE PLAS	PL	0,33	0,00	155,00	495,69	183,07		
34	70	ALQUILER MOTOCICLA	DI	0,04	0,00	500,00	20,00	2,25		
35	70	VARIOS EXCAVACIONES	CL	10,50	0,00	350,00	4.375,00	715,85		
36										
37										
38	010007	EXCAVACION PLAS 0-1,2 - h=22	UN	23,00		894.754,40	20.579.351,20			
39	010	MDE EXCAV PLAS 0-02 A MA	M3	2,20	0,00	3.196,00	20.602,72	51,98		
40	83	MDE EXCAV PLAS 02-04 A MA	M3	2,20	0,00	11.765,00	26.530,80	51,98		
41	83	MDE EXCAV PLAS 04-06 A MA	M3	2,20	0,00	6.289,00	14.210,00	51,98		

➤ Esta hoja genera un informe del listado de análisis unitarios del presupuesto, que especifica el código de la actividad, código del insumo, descripción del A.P.U. descripción de los insumos que lo componen, unidad de la actividad, unidad del insumo, cantidad de la actividad, cantidad del insumo en su respectivo A.P.U., valor unitario de los insumos, valor unitario de la actividad, valor total de la actividad, y valor y cantidad total de cada insumo presupuestado en su respectiva actividad, (ver figura 57).

➤ **Modo de uso:**

- Los decimales deben ser separados por comas en todas las hojas.
- Antes de comenzar los APU, y si se desea incluir un nuevo insumo verificar que no exista en el listado de insumos e incluirlo.
- Tener presente ingresar solamente información en las celdas sombreadas, es decir, en esta hoja se debe digitar solo el código del APU (ítem) y su descripción, el código del insumo, la unidad con la cual se realizara el respectivo APU, la cantidad del APU (ítem), la cantidad del insumo y el factor de desperdicio necesario del insumo en cada APU.
- Si es necesario cambiar el precio de algún insumo se debe cambiar solamente en la hoja listado insumos.
- Si es necesario incluir más insumos en algún APU solo se debe copiar la fórmula de la fila inmediatamente anterior manteniendo los formatos de las celdas anteriores.
- Las celdas que no llevan valor no se les digitara valor alguno o deben quedar con valor cero.

- Se debe verificar que las columnas descripción, unidad, valor, total y cantidad total contengan su respectiva fórmula.
- Si es necesario incluir nuevos insumos de presupuesto se debe realizar en la hoja listado insumos, procurando en lo posible que estos se incluyan en orden alfabético, y verificando que no cambie el código de algún insumo utilizado hasta ese momento en la construcción de APUs. Se recomienda para esto que si se han realizado varios análisis unitarios se debe revisar que la numeración de los insumos utilizados en los APU realizados hasta ese momento no se modifique, pues de lo contrario esto puede cambiar el contenido de los APU realizados en el presupuesto hasta ese momento.
- Tener presente durante la elaboración de todos los APU de digitar la información necesaria solamente en los espacios sombreados.
- El factor es el porcentaje de desperdicio y solo se aplica a los materiales que lo puedan ocasionar
- Verificar el formato y fórmula de las celdas en la fila respectiva cuando algún resultado no coincida, los formatos preestablecidos no deben cambiarse.
- Cuando se requieran ingresar nuevos APU al presupuesto, es necesario copiar las fórmulas que existen en las filas anteriores de la misma hoja análisis unitarios, teniendo en cuenta la fila sobre la cual se está trabajando (ver herramienta presupuesto y control de costos).
- El listado de análisis unitarios del presupuesto puede imprimirse por la opción tradicional del Microsoft Excel.

Figura 57. Informe del listado de análisis unitarios del presupuesto de costos directos de edificación

PAPL/ herramienta PRESUPUESTO Y CONTROL DE COSTOS (2)				ANALISIS UNITARIOS			1/94
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	FACTOR	VALOR	TOTAL	CANT.T
011001	EXCAVACIÓN PARA TERRACEO	M2	800,80		2.267,55	1.916.080,80	
624	M DE O EXCAV. 0-2 MTRS A MANO	M3	0,25	0,00	9.010,00	2.252,50	200,25
1088	VARIOS EXCAVACIONES	GL	0,04	0,00	350,00	15,08	34,44
011002	EXCAVACIÓN CAMPANA PARA PILAS	M3	120,42		53.178,00	6.402.731,40	
1088	VARIOS EXCAVACIONES	GL	1,70	0,00	350,00	595,00	204,71
70	ALQUILER MOTOBOMBA	DI	0,30	0,00	43.000,00	12.900,00	36,13
627	M DE O EXCAV. CAMPANA	M3	1,00	0,00	38.465,00	38.465,00	120,42
88	ALQUILER MOLINETE	DI	1,10	0,00	1.100,00	1.210,00	132,46
011003	EXCAVACIÓN POZO ASCENSOR	M3	16,85		9.087,00	153.115,98	
624	M DE O EXCAV. 0-2 MTRS A MANO	M3	1,00	0,00	9.010,00	9.010,00	16,85
1088	VARIOS ESTRUCTURA	GL	0,25	0,00	350,00	70,00	3,71
		#N/A					0,00
011004	EXCAVACIÓN TALUD MANUAL	M2	702,38		908,00	642.228,48	
624	M DE O EXCAV. 0-2 MTRS A MANO	M3	0,10	0,00	9.010,00	901,00	70,73
1088	VARIOS EXCAVACIONES	GL	0,03	0,00	350,00	7,00	14,15
		#N/A					0,00
011005	EXCAVACIÓN FILTROS SOTANO	M3	112,91		9.069,50	1.024.037,28	
624	M DE O EXCAV. 0-2 MTRS A MANO	M3	1,00	0,00	9.010,00	9.010,00	112,91
1088	VARIOS EXCAVACIONES	GL	0,17	0,00	350,00	59,50	19,19
		#N/A					0,00
011006	VOLADURA EN ROCA	M2	57,11		4.851,68	277.079,44	
613	M DE O DESMOLBOS DE PILAS	PL	2,35	0,00	196,00	456,68	133,07
1183	VOLADURA EN ROCA	PL	0,04	0,00	300,00	20,00	2,38
1088	VARIOS EXCAVACIONES	GL	13,50	0,00	350,00	4.375,00	713,88
		#N/A					0,00
011007	EXCAVACIÓN PILAS Ø=1,2 - h=22	UN	23,00		894.754,40	20.579.351,20	
630	M DE O EXCAV. PILAS Ø=0-02 A MA	M3	2,28	0,00	9.118,00	20.602,16	51,98
631	M DE O EXCAV. PILAS Ø=04 A MA	M3	2,28	0,00	11.766,00	26.591,16	51,98
632	M DE O EXCAV. PILAS Ø=06 A MA	M3	2,28	0,00	14.310,00	32.340,60	51,98

22/04/2012 04:46 p.m.

➤ **Uso y funcionamiento de la hoja del listado de análisis unitarios compuestos:**

Figura 58. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de análisis compuestos – subanálisis de precios unitarios)

CODIGO	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	FACTOR	VALOR	TOTAL
825	MORTERO DE PEGA 1:4 PREP OBRA (ANALISIS COMPUESTOS)	M3				173.778,40
88	ARENA DE PEGA	M3	1,12	5,00	10.000,00	11.760,00
988	TRANSPORTE ARENA DE PEGA	M3	1,12	0,00	12.000,00	13.440,00
140	CAL	SC	3,36	7,00	4.500,00	16.178,40
178	CEMENTO GRIS	SC	7,50	2,00	16.000,00	122.400,00
742	M DE O PREPARACIÓN MORTERO	M3	1,00	0,00	5.000,00	5.000,00
780	M DE O TRANSPORTE MORTERO	M3	1,00	0,00	5.000,00	5.000,00
826	MORTERO DE PEGA 1:5 PREP OBRA (ANALISIS COMPUESTOS)	M3				149.298,40
88	ARENA DE PEGA	M3	1,12	5,00	10.000,00	11.760,00
988	TRANSPORTE ARENA DE PEGA	M3	1,12	0,00	12.000,00	13.440,00
140	CAL	SC	3,36	7,00	4.500,00	16.178,40
178	CEMENTO GRIS	SC	6,00	2,00	16.000,00	97.920,00
742	M DE O PREPARACIÓN MORTERO	M3	1,00	0,00	5.000,00	5.000,00
780	M DE O TRANSPORTE MORTERO	M3	1,00	0,00	5.000,00	5.000,00
832	MORTERO DE REVOQUE 1:4 PREP OB (ANALISIS COMPUESTOS)	M3				157.674,40

➤ Esta hoja genera un informe del listado de análisis compuestos del presupuesto, que especifica el código del insumo compuesto, descripción del insumo, unidad del insumo compuesto, unidad de cada insumo cantidad del insumo compuesto, porcentaje (factor) de desperdicio., valor unitario de los insumos, y valor total del insumo compuesto (ver figura 59).

➤ **Modo de uso:**

Se debe digitar la información a ingresar solamente en los espacios sombreados en amarillo, en esta hoja se actualizan los insumos compuestos y automáticamente la herramienta los actualiza en el listado general de insumos.

➤ El valor de un insumo que este en la hoja análisis compuestos debe ser modificado desde esta misma hoja (análisis compuestos) y no debe ser modificado en la hoja listado insumos.

➤ En los análisis compuestos solo debe digitarse el código, la cantidad y el factor (de desperdicio) del insumo respectivo.

➤ El código del insumo análisis compuesto debe ser igual al código que se encuentra en la hoja listado insumos.

➤ El listado de análisis compuestos del presupuesto puede imprimirse por la opción tradicional del Microsoft Excel.

Figura 59. Informe del listado de análisis compuestos (sub-análisis unitarios) del presupuesto de costos directos de edificación

PAPL / herramienta PRESUPUESTO Y CONTROL DE COSTOS (2) ANALISIS COMPUESTOS 1/3						
CODIGO	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	FACTOR	VALOR	TOTAL
828	MORTERO DE PEGA 1:4 PREP OBRA (ANALISIS COMPUESTOS)					173.778,40
88	ARENA DE PEGA	M3	1,12	5,00	10,000,00	11.760,00
988	TRANSPORTE ARENA DE PEGA	M3	1,12	0,00	12,000,00	13.440,00
140	CA	SC	3,36	7,00	4,500,00	16.178,40
178	CEMENTO GRIS	SC	7,56	2,00	16,000,00	122.400,00
740	M DE O REPARACION MORTERO	M3	1,00	0,00	5,000,00	5.000,00
780	M DE O TRANSPORTE MORTERO	M3	1,00	0,00	5,000,00	5.000,00
828	MORTERO DE PEGA 1:5 PREP OBRA (ANALISIS COMPUESTOS)					149.298,40
88	ARENA DE PEGA	M3	1,12	5,00	10,000,00	11.760,00
988	TRANSPORTE ARENA DE PEGA	M3	1,12	0,00	12,000,00	13.440,00
140	CA	SC	3,36	7,00	4,500,00	16.178,40
178	CEMENTO GRIS	SC	6,00	2,00	16,000,00	97.800,00
740	M DE O REPARACION MORTERO	M3	1,00	0,00	5,000,00	5.000,00
780	M DE O TRANSPORTE MORTERO	M3	1,00	0,00	5,000,00	5.000,00
832	MORTERO DE REVOQUE 1:4 PREP OB (ANALISIS COMPUESTOS)					157.674,40
88	ARENA DE REVOQUE	M3	1,12	5,00	23,200,00	27.040,00
988	TRANSPORTE ARENA DE REVOQUE	M3	1,12	0,00	13,000,00	14.784,00
140	CA	SC	3,36	7,00	4,500,00	16.178,40
178	CEMENTO GRIS	SC	6,48	2,00	16,000,00	104.480,00
740	M DE O REPARACION MORTERO	M3	1,00	0,00	5,000,00	5.000,00
780	M DE O TRANSPORTE MORTERO	M3	1,00	0,00	5,000,00	5.000,00
228	CONC HECHO EN OBRA 1:2:2 3000 (ANALISIS COMPUESTOS)					187.181,24
36	ARENA LAVADA PARA CONCRETO	M3	0,65	7,00	28,000,00	19.470,00
988	TRANSPORTE ARENA LAVADA PARA C	M3	0,65	0,00	13,000,00	8.450,00
178	CEMENTO GRIS	SC	2,60	7,00	43,000,00	14.380,00
178	CEMENTO GRIS	SC	6,50	2,00	16,000,00	104.080,00
740	M DE O REPARACION CONCRETO	M3	1,00	0,00	5,000,00	5.000,00
780	M DE O TRANSPORTE DE CONCRETO	M3	1,00	0,00	5,000,00	5.000,00
1000	TRANSPORTE EMBALAJE DE 1/4"	M3	0,65	0,00	13,000,00	8.710,00
1000	TRANSPORTE DE 1/4"	M3	0,65	7,00	37,600,00	19.786,44
268	CONCRETO 4000PSI (OBRA) (ANALISIS COMPUESTOS)					205.450,32
36	ARENA LAVADA PARA CONCRETO	M3	0,55	7,00	28,000,00	14.470,00
988	TRANSPORTE ARENA LAVADA PARA C	M3	0,55	0,00	13,000,00	7.185,00
36	ADITIVO PARA CONCRETO	LT	2,44	0,00	4,000,00	10.445,32

➤ **Uso y funcionamiento de la hoja del listado general de insumos:**

Figura 60. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto (ventana de listado general de insumos)

COD	INSUMO	UNIDAD	VALOR	CANT. TOTAL	VALOR TOTAL
1	1 A.C.P.M	GA	5.800,00	74,00	467.000,00
2	2 A.C.P.M	GA	8.200,00	0,00	0,00
3	3 A.C.P.M	GA	8.200,00	0,00	0,00
4	4 A.C.P.M	GA	8.200,00	0,00	0,00
5	5 A.C.P.M	GA	8.200,00	0,00	0,00
6	6 ABASTO PLASTICO GRAVAL	LNJ	8.500,00	0,00	0,00
7	7 ABASTO PLASTICO GRAVAL	LNJ	8.500,00	0,00	0,00
8	8 ABASTO PLASTICO GRAVAL	LNJ	8.500,00	0,00	0,00
9	9 ABASTO PLASTICO GRAVAL	LNJ	8.500,00	0,00	0,00
10	10 ABASTO PLASTICO GRAVAL	LNJ	8.500,00	0,00	0,00
11	11 ACARRILOS VARIOS	GL	188.528,57	0,00	0,00
12	12 ACESORES CORRER ABASTOS	GL	18.000,00	0,00	0,00
13	13 ACESORES CORRER ABASTOS	GL	18.000,00	0,00	0,00
14	14 ACESORES CORRER ABASTOS	GL	18.000,00	0,00	0,00
15	15 ACESORES CORRER ABASTOS	GL	28.000,00	0,00	0,00
16	16 ACESORES PVC ABASTOS	GL	12.000,00	0,00	0,00
17	17 ACESORES PVC ABASTOS	GL	12.000,00	0,00	0,00
18	18 ACESORES PVC ABASTOS	GL	12.000,00	0,00	0,00
19	19 ACESORES TANQUE DE AGUA	GL	1.000,00	0,00	0,00
20	20 ACEPO DE REFUERZO 150000PSI	KIS	1.100,00	0,00	0,00
21	21 ACEPO DE REFUERZO 120000PSI	KIS	2.400,00	0,00	0,00
22	22 ACOMETIDA ACERVALETO	GL	4.000.000,00	0,00	0,00
23	23 ACOMETIDA ALCANTARILLADO	GL	8.000.000,00	0,00	0,00
24	24 ACORNAL	KIS	4.200,00	0,00	0,00
25	25 ACORNAL	KIS	4.200,00	0,00	0,00
26	26 ACORNAL	KIS	4.200,00	0,00	0,00
27	27 ACORNAL	KIS	4.200,00	0,00	0,00
28	28 ADAPTADOR DE LIMPRESAS	LNJ	33.447,00	0,00	0,00
29	29 ANCLAJE HERRAJES Y PATOS	GL	5.000.000,00	0,00	0,00
30	30 ADITIVO PARA CONCRETO	LT	4.000,00	0,00	0,00
31	31 ADIBRE 1/2" 40	LNJ	650,00	0,00	0,00
32	32 ADIBRE 1/2" 40	LNJ	650,00	0,00	0,00
33	33 ADIBRE 1/2" 40	LNJ	650,00	0,00	0,00
34	34 ADIBRE 1/2" 40 CATALAN TERMINA	LNJ	721,00	0,00	0,00
35	35 ADIBRE E-12-24 BOCADILLO	LNJ	600,00	0,00	0,00
36	36 ADIBRE E-12-24 BOCADILLO	LNJ	600,00	0,00	0,00
37	37 ADIBRE E-12-24 BOCADILLO	LNJ	600,00	0,00	0,00
38	38 AFERRADO REGADO COMPACTADO	KIS	43.848,00	0,00	0,00
39	39 ALA MADEFLIXS	LNJ	43.000,00	0,00	0,00

➤ Esta hoja genera un informe del listado general de insumos del presupuesto, que especifica el código del insumo, descripción del insumo, unidad del insumo compuesto, valor del insumo, cantidad total del insumo en el presupuesto y valor total del insumo en el presupuesto (ver figura 61).

➤ **Modo de uso:**

➤ Los insumos pueden ser importados a esta hoja desde cualquier sistema o programa, con su respectivo código y descripción y estos se verán reflejados en los insumos que componen el presupuesto realizado, es necesario para esto copiar los códigos, unidades y descripción de insumos y estos pueden ser fácilmente utilizados en el presupuesto.

➤ Se deben actualizar los insumos antes de iniciar el presupuesto, es decir, su valor, unidad, descripción y código solamente en esta hoja, y automáticamente se actualizarán en todo el presupuesto, (excepto el código de los insumos compuestos, como el concreto, los morteros, etc.), ya que estos son analizados en la hoja de insumos compuestos).

➤ Se debe tener presente que el valor de un insumo que pertenezca a los análisis compuestos debe ser modificado solamente desde la hoja de los análisis compuestos.

➤ El código, la descripción, unidad y valor de cualquier insumo debe ser modificado solamente en la hoja de insumos, ya que al modificarlos en esta hoja dicho insumo se actualizara en todo el presupuesto.

➤ En esta hoja todos los insumos deben tener diferente código

➤ Esta hoja tiene la característica de totalizar la cantidad y el valor total presupuestada de cualquier insumo, lo cual facilita los procesos de compras, negociaciones y contrataciones de los mismos (ver figura 60).

Figura 61. Informe del listado de insumos del presupuesto de costos directos de edificación

PAPL / herramienta PRESUPUESTO Y CONTROL DE COSTOS (2)		LISTADO INSUMOS			1/30
COD.	INSUMO	UNIDAD	VALOR	CANT. TOTAL	VALOR TOTAL
1	A.C.P.M	EA	5.000,00	74,00	407.000,00
2	A.C.P.M	GL	6.000,00	0,00	0,00
3	A.C.P.M	GL	6.000,00	0,00	0,00
4	A.C.P.M	GL	6.000,00	0,00	0,00
5	A.C.P.M	GL	6.000,00	0,00	0,00
6	ABASTO PLASTICO GRUVAL	UFI	8.000,00	0,00	0,00
7	ABASTO PLASTICO GRUVAL	UFI	8.000,00	0,00	0,00
8	ABASTO PLASTICO GRUVAL	UFI	8.000,00	0,00	0,00
9	ABASTO PLASTICO GRUVAL	UFI	8.000,00	0,00	0,00
10	ABASTO PLASTICO GRUVAL	UFI	8.000,00	0,00	0,00
11	ACCESORIOS VARIOS	GL	186.948,87	0,00	0,00
12	ACCESORIOS SOBRE ABASTOS	GL	18.000,00	0,00	0,00
13	ACCESORIOS SOBRE ABASTOS	GL	18.000,00	0,00	0,00
14	ACCESORIOS PVC ABASTOS	GL	38.000,00	0,00	0,00
15	ACCESORIOS PVC ABASTOS	GL	12.000,00	0,00	0,00
16	ACCESORIOS PVC ABASTOS	GL	12.000,00	0,00	0,00
17	ACCESORIOS PVC DESAGUE	GL	15.000,00	0,00	0,00
18	ACCESORIOS TALLER DE AGUA	GL	1.000,00	0,00	0,00
19	ACERO DE REFUERZO 1/2 6000 PSI	KG	2.100,00	0,00	0,00
20	ACERO DE REFUERZO 1/2 6000 PSI	KG	2.400,00	0,00	0,00
21	ACERO DE REFUERZO 6000PSI #4	KG	2.400,00	0,00	0,00
22	ACEROS EN CUBILOCAS	GL	4.000.000,00	0,00	0,00
23	ACOMETIDA ALICANTARILLADO	GL	4.000.000,00	0,00	0,00
24	ACRONAL	KG	4.000,00	0,00	0,00
25	ACRONAL	KG	4.000,00	0,00	0,00
26	ACRONAL	KG	4.000,00	0,00	0,00
27	ACRONAL	KG	4.000,00	0,00	0,00
28	ADAPTADOR DE LIMPIEZA S	UFI	39.447,00	0,00	0,00
29	ADICIONACION ACESOS Y PATOS	GL	3.000.000,00	0,00	0,00
30	ADITIVO PARA CONCRETO	LF	4.000,00	0,00	0,00
31	ADOSE 10*20*40	UFI	650,00	0,00	0,00
32	ADOSE 10*20*40	UFI	650,00	0,00	0,00
33	ADOSE 10*20*40	UFI	650,00	0,00	0,00
34	ADOSE 10-15-30 CATALAN/TERMINA	UFI	721,00	0,00	0,00
35	ADOSE 10-15-30 BOCADILLO	UFI	600,00	0,00	0,00
36	ADOSE 8-12-24 BOCADILLO	UFI	600,00	0,00	0,00
37	ADOSADO BORDOY CONTRACTADO	MG	48.848,00	0,00	0,00
38	ALA VANDERBEEK	UFI	49.000,00	0,00	0,00
39	ALA VANDERBEEK	UFI	78.000,00	0,00	0,00
40	ALA VANDERBEEK	UFI	80.000,00	0,00	0,00
41	ALA VANDERBEEK	UFI	80.000,00	0,00	0,00
42	ALA VANDERBEEK	UFI	80.000,00	0,00	0,00

22/04/2012 05:15 p.m.

➤ **Uso y funcionamiento de la hoja de las hojas del control de costos del presupuesto:**

➤ **Control de costos por capítulos:** Esta hoja genera un informe del control de costos por capítulos, donde se especifica el código del capítulo, descripción del capítulo, valor del presupuesto inicial, valor del presupuesto revisado, total invertido en el presupuesto, total faltante del presupuesto, valor total del proyecto, desviación del presupuesto, desviación con respecto al control de costos anterior y observaciones generales del control en cada capítulo (ver figura 62).

Figura 62. Herramienta diseñada para realizar el control de costos (ventana de informe del control de costos por capítulos del presupuesto)

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	P. INICIAL	P. REVISADO	TOTAL INVERTIDO A LA FECHA DE CORTE	TOTAL FALTANTE	TOTAL PROYECTO	DESVIACIÓN CONTROL ACTUAL	DESVIACIÓN CONTROL ANTERIOR	DIFERENCIA CON CONTROL ANTERIOR	OBSERVACIONES
01	EXCAVACIONES Y LLENOS (PRELIMINARES)	225,563,844	224,674,700	220,000,300	0	220,000,300	-24,411,141	0	0	24,411,141
02	PUNTALEONES Y MURDO DE CONTENCIÓN	179,250,300	179,250,300	179,250,300	0	179,250,300	0	0	0	0
03	ESTRUCTURA	260,000,000	260,000,000	260,000,000	0	260,000,000	0	0	0	0
04	AVISO DE HECHO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05	MANEJO DE TIERRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06	PAPELERÍA, IMPRESIONES Y FOLIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07	CONCRETO Y CEMENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09	REFRIGERACIONES, CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	REDES DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	5,500	5,500	5,500	0	5,500	0	0	0	0
13	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	EQUIPOS ESPECIALES	5,500	5,500	5,500	0	5,500	0	0	0	0
16	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	REDES DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
108	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
117	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
118	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	REDES DE SANEAMIENTO Y SOCIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	REDES DE FIBRO ÓPTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	REDES DE AGUA Y CEBADILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	REDES ELÉCTRICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	REDES DE CONDENSADORAS Y DE GAS									

indican ahorros del presupuesto inicial y se registran con un valor negativo en color verde (ver figura 63).

➤ La herramienta diseñada para realizar el presupuesto y el control de costos es una herramienta versátil y práctica, que puede ser modificable y configurada de acuerdo a las necesidades del usuario. Trae hojas adicionales a las cuales se le ha dejado el botón MENU, para que el usuario configure individualmente y de acuerdo a sus necesidades los informes de control de costos.

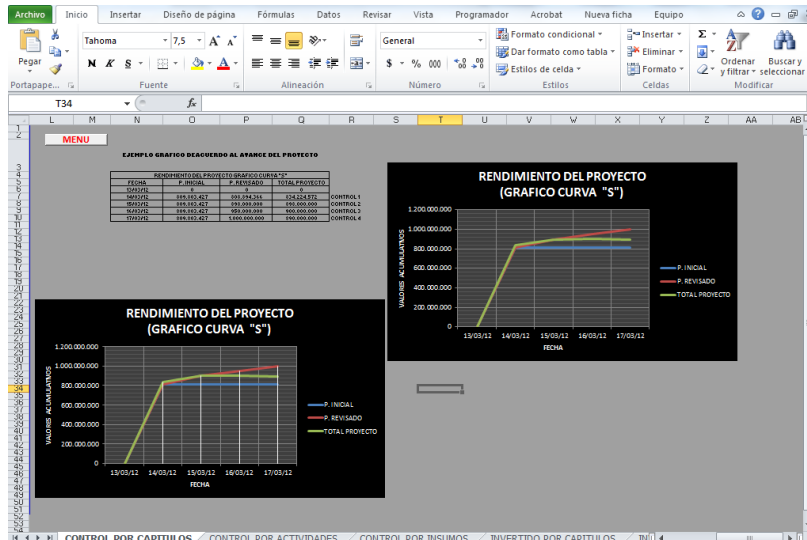
➤ Adicionalmente se anexan hojas para llevar el control y registro del movimiento de obra de lo invertido por capítulos, por actividades e insumos y que pueden ser configuradas, de acuerdo a las necesidades del usuario y del proyecto realizado (ver figuras 69 y 70).

Figura 63. Desviaciones del presupuesto inicial

TOTAL INVERTIDO A LA FECHA DE CORTE	TOTAL FALTANTE	TOTAL PROYECTO	DESVIACIÓN CONTROL ACTUAL	DESVIACIÓN CONTROL ANTERIOR
250.004.986	0	250.004.986	24.421.145	0
1.000	172.089.908	172.089.908	0	0
0	0	0	-367.095.678	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

➤ **Gráfico curva S:**

Figura 64. Herramienta diseñada para realizar el control de costos (ventana de informe del control de costos - gráfico curva S)



El grafico curva S (figura 64), es la línea de costos programada, cuya base para su elaboración en proyectos de construcción son las estimaciones de costos y rendimientos expresados a través de los análisis de precios unitarios (APU), por partida de obra, en este se determinan las diferencias entre el presupuesto inicial, el presupuesto revisado y el valor actual total del proyecto.

➤ **Control de costos por actividades:** Esta hoja genera un informe del control de costos por actividades, donde se especifica el código de la actividad, descripción de la actividad, valor de la actividad en el presupuesto inicial, valor de la actividad en el presupuesto revisado, total invertido de la actividad en el presupuesto, total faltante de la actividad en el presupuesto, valor total de la actividad en el proyecto, desviación de la actividad en el presupuesto, desviación de la actividad con respecto al presupuesto inicial (ver figura 65).

Figura 65. Herramienta diseñada para realizar el control de costos (ventana de informe del control de costos por actividades del presupuesto)

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT. INICIAL	VR. INICIAL	TOTAL INICIAL	CANT. REVISADO	VR. REVISADO	TOTAL REVISADO	CANT. INVERTIDA	VR. INVERTIDO (PROMEDIO)	TOTAL INVERTIDO
01001	EXCAVACIÓN PARA TERRAJEO	800,30	2.267,50	1.096.000,00	400,00	6.267,50	507.620,00	500,00	5.000,00	2.500.000,00
01002	EXCAVACIÓN CAMPANA PARA PLAS	100,42	53.170,00	6.402.733,40	100,42	53.170,00	6.402.733,40			0,00
01003	EXCAVACIÓN FOSO ASCENSOR	10,00	3.007,00	93.100,00	10,00	3.007,00	93.100,00			0,00
01004	EXCAVACIÓN TALLER MANUAL	707,00	800,00	642.288,40	707,00	300,00	642.288,40			0,00
01005	EXCAVACIÓN PLTOS SOTANO	10,00	3.063,00	1.024.072,25	10,00	3.063,00	1.024.072,25			0,00
01006	EXCAVACIÓN EN TROC	37,00	4.870,64	277.078,44	37,00	4.870,64	277.078,44			0,00
01007	EXCAVACIÓN PLAS 20,12 - h=22	23,00	834.754,40	20.573.351,00	23,00	834.754,40	20.573.351,00			0,00
01008	EXCAVACIÓN ZAPATA	0,00	530.004,00	0,00	0,00	530.004,00	0,00			0,00
01009	EXCAVACIÓN DE SAQUES PISO	50,00	1.553,00	433.362,30	50,00	1.553,00	433.362,30			0,00
01010	EXCAVACIÓN VIGAS MENOS DE CONTENCIÓN	34,00	2.278,50	207.387,00	34,00	2.278,50	207.387,00			0,00
01011	EXCAVACIÓN VIGAS DE AGUAFIE	10,00	1.004,00	93.260,60	10,00	1.004,00	93.260,60			0,00
01012	TRANSPORTE INTERNO TIERRA Y/O ARENILLA	2.620,00	2.324,00	3.653.047,20	2.620,00	2.324,00	3.653.047,20			0,00
01013	COPILE, CARBUO Y BOTACA DE TIERRA A MAGUINA	6.248,90	20.070,00	127.578.070,00	6.248,90	20.070,00	127.578.070,00			0,00
01014	BOTACA DE TIERRA EN VOLQUETA	1.403,45	0.000,00	21.523.204,45	1.403,45	0.000,00	21.523.204,45			0,00
01015	EXCAVACIÓN DADO (CABECOTES)	0,00	10.920,00	0,00	0,00	10.920,00	0,00			0,00
01016	EXCAVACIÓN TANQUE DE AGUA	0,00	10.070,00	30.070,00	0,00	10.070,00	30.070,00			0,00
01017	EXCAVACIÓN PARA PRECITE	70,00	3.244,00	647.000,00	70,00	3.244,00	647.000,00			0,00
01018	EXCAVACIÓN PARA CONTENCIÓN	0,00	7.364,00	0,00	0,00	7.364,00	0,00			0,00
01019	EXCAVACIÓN BOMBA	0,00	1.364,00	0,00	0,00	1.364,00	0,00			0,00
01020	EXCAVACIÓN OREJA	0,00	1.364,00	0,00	0,00	1.364,00	0,00			0,00
01021	ENTRADA	0,00	4.254,14	0,00	0,00	4.254,14	0,00			0,00
01022	BOMBEO DE AGUA	0,00	14,00	0,00	0,00	14,00	0,00			0,00
01023	EXCAVACIÓN REDES ELECTRICAS ENTERRADAS	0,00	18.577,00	0,00	0,00	18.577,00	0,00			0,00
01024	PREPADO DE TIERRA COMPACTO	0,00	900.000,00	0,00	0,00	900.000,00	0,00			0,00
01025	LOCALIZACIÓN Y RECAPADO	20,00	250.000,00	1.500.000,00	20,00	250.000,00	1.500.000,00			0,00
01026	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01027	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01028	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01029	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01031	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01032	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01033	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01035	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01036	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01037	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01038	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01039	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01040	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01041	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01042	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01043	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01044	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01045	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01046	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01047	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01048	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01049	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01051	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01052	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01053	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01054	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01055	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01056	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01057	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01058	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01059	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01060	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01061	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01062	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01063	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01064	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01065	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01066	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01067	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01068	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01069	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01070	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01071	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01072	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01073	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01074	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01075	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01076	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01077	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01078	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01079	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01080	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01081	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01082	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01083	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01084	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01085	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01086	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01087	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01088	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01089	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01090	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01091	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01092	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01093	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01094	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01095	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01096	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01097	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01098	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01099	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
01100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00

Continuación figura 65

CONTROL DE COSTOS POR ACTIVIDADES DE PRESUPUESTO											
	TOTAL INICIAL	CANT. REVISADO	VR. REVISADO	TOTAL REVISADO	CANT. INVERTIDA	VR. INVERTIDO (PROMEDIO)	TOTAL INVERTIDO	CANT. FALTANTE	VR. FALTANTE (PROMEDIO)	TOTAL FALTANTE	DESVIACIÓN / P. INICIAL
1	186,880.00	409.00	2,242.30	907,820.00	500.00	5,000.00	2,500,000.00	0.00	0.00	0.00	483,939.23
2	8,460,731.40	930.42	53,159.00	6,462,171.40							
3	13,116.35	16.81	3,009.00	20,155.20							
4	442,229.40	507.50	309.00	442,229.40							
5	1,024,037.21	161.30	3,054.50	1,024,037.21							
6	271,079.44	17.41	4,897.63	271,079.44							
7	20,573,351.00	23.00	534,774.40	20,573,351.00							
8	0.00	0.00	126,024.00	0.00							
9	430,362.30	12.00	1,553.50	430,362.30							
10	201,719.00	18.00	2,275.50	201,719.00							
11	98,280.60	87.41	1,004.00	98,280.60							
12	1,643,081.30	2,820.30	2,324.50	1,643,081.30							
13	67,273,279.70	6,224.90	20,153.00	67,273,279.70							
14	21,323,206.85	1,403.41	6,513.00	21,323,206.85							
15	0.00	0.00	30,762.00	0.00							
16	10,170.00	3.00	6,039.00	10,170.00							
17	647,709.00	70.00	3,244.50	647,709.00							
18	0.00	0.00	7,864.00	0.00							
19	0.00	0.00	1,864.00	0.00							
20	0.00	0.00	1,864.00	0.00							
21	0.00	0.00	4,254.34	0.00							
22	0.00	0.00	14.00	0.00							
23	0.00	0.00	19,537.50	0.00							
24	0.00	0.00	30,000.00	0.00							
25	1,000,000.00	20.00	270,000.00	1,000,000.00							
26	0.00	0.00	0.00	0.00							
27	10,014,427.35	0.00	0.00	10,014,427.35							
28	12,123,123.12	100.30	14,000.00	12,123,123.12							
29	20,052,328.76	10.00	11,128.20	20,052,328.76							
30	0.00	0.00	21,510.50	0.00							
31	534,848.00	24.00	4,560.00	534,848.00							
32	0.00	0.00	0.00	0.00							
33	10,030,309.50	0.00	10,030,309.50	10,030,309.50							
34	0.00	0.00	0.00	0.00							
35	60,301,010.00	0.00	10,370,101.00	60,301,010.00							
36	4,374,474.41	0.00	1,474,474.41	4,374,474.41							

➤ **Control de costos por insumos del presupuesto:** Esta hoja genera un informe del control de costos por insumos del presupuesto, donde se especifica el código del insumo, descripción del insumo, valor del insumo en el presupuesto inicial, valor del insumo en el presupuesto revisado, total invertido del insumo en el presupuesto, total del insumo en el presupuesto, indicando las desviaciones por insumo del presupuesto (ver figura 66).

Figura 66. Herramienta diseñada para realizar el control de costos (ventana de informe del control de costos por insumos del presupuesto)

CONTROL POR INSUMOS														
CODIGO	INSUMO	UNIDAD	PRESUPUESTO INICIAL			PRESUPUESTO REVISADO			PRESUPUESTO INVERTIDO			CANT. TE INVERT		
			VALOR INICIAL	CANT. TOTAL INICIAL	TOTAL INICIAL	VALOR PROYECTA DO	CANT. TOTAL PROYECTA DO	TOTAL PROYECTA DO	VALOR INVERTIDO	CANT. TOTAL INVERTIDO	TOTAL INVERTIDO			
1	AC.P.F.P.	GL	8,340.00	7.00	8,340.00	1	AC.P.F.P.	GL	8,340.00	7.00	8,340.00	1	AC.P.F.P.	GL
2	AC.P.F.P.	GL	1,100.00	0.00	1,100.00	2	AC.P.F.P.	GL	1,100.00	0.00	1,100.00	2	AC.P.F.P.	GL
3	AC.P.F.P.	GL	1,100.00	0.00	1,100.00	4	AC.P.F.P.	GL	1,100.00	0.00	1,100.00	4	AC.P.F.P.	GL
4	AC.P.F.P.	GL	1,100.00	0.00	1,100.00	5	AC.P.F.P.	GL	1,100.00	0.00	1,100.00	5	AC.P.F.P.	GL
5	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	6	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	6	ABATTO PLASTICO GERAL	UN
6	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	7	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	7	ABATTO PLASTICO GERAL	UN
7	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	8	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	8	ABATTO PLASTICO GERAL	UN
8	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	9	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	9	ABATTO PLASTICO GERAL	UN
9	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	3	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	3	ABATTO PLASTICO GERAL	UN
10	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	10	ABATTO PLASTICO GERAL	UN	1,800.00	0.00	1,800.00	10	ABATTO PLASTICO GERAL	UN
11	AC.P.F.P.	GL	104,523.75	0.00	104,523.75	11	AC.P.F.P.	GL	104,523.75	0.00	104,523.75	11	AC.P.F.P.	GL
12	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	12	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	12	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL
13	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	13	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	13	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL
14	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	21,000.00	0.00	21,000.00	14	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	21,000.00	0.00	21,000.00	14	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL
15	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	15	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	15	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL
16	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	16	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	16	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL
17	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	17	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	17	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL
18	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	18	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	18	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL
19	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	19	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	19	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL
20	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	20	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	10,000.00	0.00	10,000.00	20	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL
21	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	1,000.00	0.00	1,000.00	21	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL	1,000.00	0.00	1,000.00	21	ACCESORIOS CABLE ABATTO	GL

➤ **Manual del usuario:** en este se consignan las recomendaciones generales para la aplicación del programa en la realización del presupuesto y el control de costos en proyectos de construcción inmobiliaria (ver figura 67 y 68).

Figura 67. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto y el control de costos (manual del usuario del presupuesto inicial y revisado)

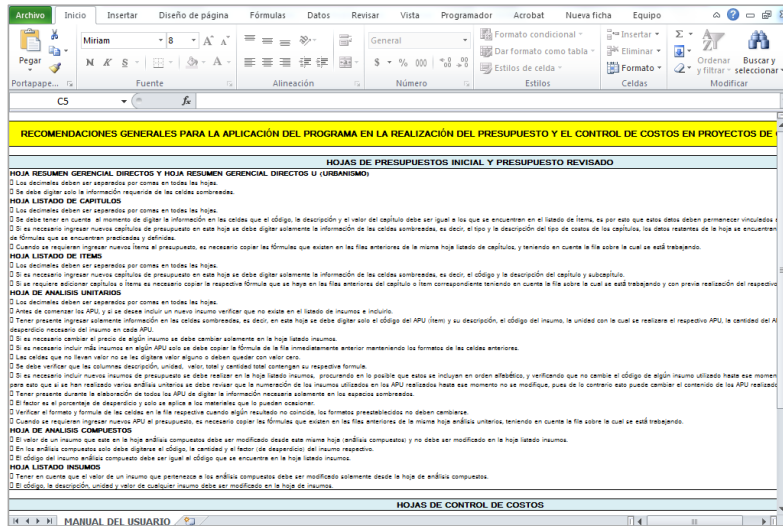
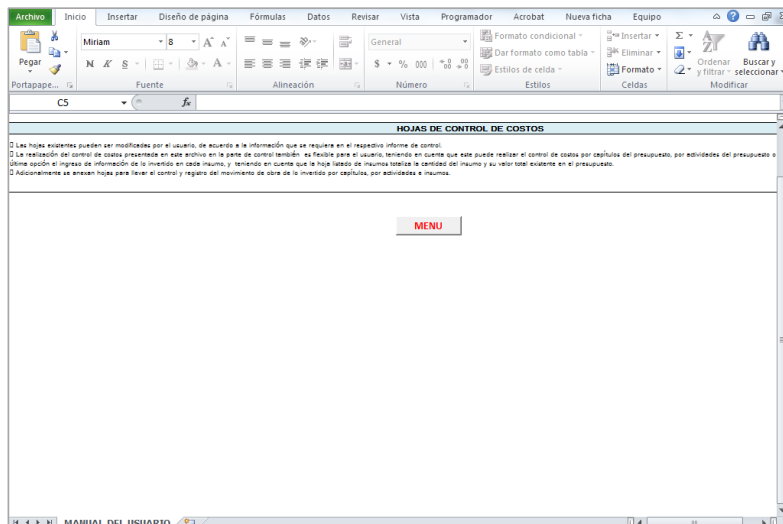


Figura 68. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto y el control de costos (manual del usuario del control de costos)



➤ **Invertido por capítulos y actividades del presupuesto:** Esta hojas pueden ser utilizadas para llevar un reporte organizado de los valores totales invertidos en los capítulos y en las actividades a una fecha de corte específica (ver figuras 69 y 70).

Figura 69. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto y el control de costos (informe de invertido por capítulos del presupuesto)

INVERTIDO A UNA FECHA DE CORTE		CAPITULO																			OBSERVACION/CONCEPTO		TOTAL/DIA Y MES													
FECHA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32			
01/02/2012		995	1000																																	1995
02/02/2012		996																																		996
03/02/2012		997																																		997
04/02/2012		998																																		998
05/02/2012		25000000																																		25000000
06/02/2012		1000																																		1000
07/02/2012																																				0
08/02/2012																																				0
09/02/2012																																				0
10/02/2012																																				0
11/02/2012																																				0
12/02/2012																																				0
13/02/2012																																				0
14/02/2012																																				0
15/02/2012																																				0
16/02/2012																																				0
17/02/2012																																				0
18/02/2012																																				0
19/02/2012																																				0
20/02/2012																																				0
21/02/2012																																				0
22/02/2012																																				0
23/02/2012																																				0
24/02/2012																																				0
25/02/2012																																				0
26/02/2012																																				0
27/02/2012																																				0
28/02/2012																																				0
29/02/2012																																				0
30/02/2012																																				0
31/02/2012																																				0
28/02/2012																																				0
29/02/2012																																				0
TOTAL CAP./MES		250004986	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			250005986	

Figura 70. Herramienta diseñada para realizar el presupuesto y el control de costos (informe de invertido por actividades con su respectivo corte de obra)

DESCRIPCION		CORTE1 - FECHA:			CORTE2 - FECHA:			CORTE3	
ITEM		CANTIDAD	VR.	CONTRATISTA	CANTIDAD	VR.	CONTRATISTA	CANTIDAD	VR.
011001	EXCAVACION PARA TERRAZCO								
011002	EXCAVACION CAMPANA PARA PILAS	2,00	500,00						
011003	EXCAVACION FOSO ASCENSOR								
011004	EXCAVACION TALUD MANUAL								
011005	EXCAVACION FILTROS SOTAVO								
011006	VOLADURA EN ROCA								
011007	EXCAVACION PILAS Ø=1,2 -h=22								
011008	EXCAVACION ZAPATAS								
011009	EXCAVACION DESAZQUES PISOS								
011010	EXCAVACION VIGAS MUROS DE CONTENCIÓN								
011011	EXCAVACION VIGAS DE AMARRE								
011012	TRANSPORTE INTERNO TIERRA Y/O ARENILLA								
011013	CORTE, CARGUE Y BOTADA DE TIERRA A MAQUINA								
011014	BOTADA DE TIERRA EN VOLQUETA								
011015	EXCAVACION DADOS (CABEZOTES)								
011016	EXCAVACION TANQUE DE AGUA								
011017	EXCAVACION PARA RESCITE								
011018	EXCAVACION MURO DE CONTENCIÓN								
011019	EXCAVACION RAMPA								
011020	EXCAVACION CAÑUELA								
011021	ENTIBADOS								
011022	BOMBEO DE AGUA								
011023	EXCAVACION REDES ELECTRICAS ENTERRADAS								
011024	REPALEO DE TIERRA CON RETIRO								
011025	LOCALIZACION Y REPLANTEO								
011026	0,00								
011027	0,00								
011028	0,00								
012001	ENTRUSUELO EN BASE GRANULAR e =0,30 m								
012002	LENOS EN ARENILLA								
012003	LENOS ESTRUCTURALES								

➤ **Uso de la tecnología BIM**

El empleo de las tecnologías *BIM*, está concebido para el modelamiento 3D y la estimación de cantidades de obra y costos, con la finalidad de mostrar a los profesionales del sector de la construcción la facilidad y las ventajas que significa la implementación de estas herramientas con programas como *Revit Architecture*.

Con la tecnología *BIM* se tiene la posibilidad de coordinar, modelar, simular y optimizar en un modelo 3D, el ciclo de vida completo de un proyecto, desde la arquitectura, la ingeniería y la construcción en todo su período de operación. BIM es una base de información del diseño y proceso de construcción que posibilita, además de la construcción tridimensional, asociar al modelo 3D información precisa de cada uno de los elementos y componentes que conforman el proyecto, como superficie, volumen, propiedades, descripciones, precios, cantidades, programación, información sobre especificaciones de productos en tiempo real, aumentando así la comprensión de los proyectos y la óptima comunicación entre las partes participantes del mismo. En países como Estados Unidos, el uso de tecnologías BIM aplicados a la ejecución de proyectos han demostrado una disminución del costo final de construcción estimado entre un 3% y hasta un 9% del presupuesto inicial, y es por esto que en estos momentos más del 50% de los clientes exigen tecnologías BIM para el desarrollo de sus proyectos (Sebastián Arias, 2011).

Figura 71. Ejemplo gráfico de proyecto vivienda en *Autodesk Revit Architecture*

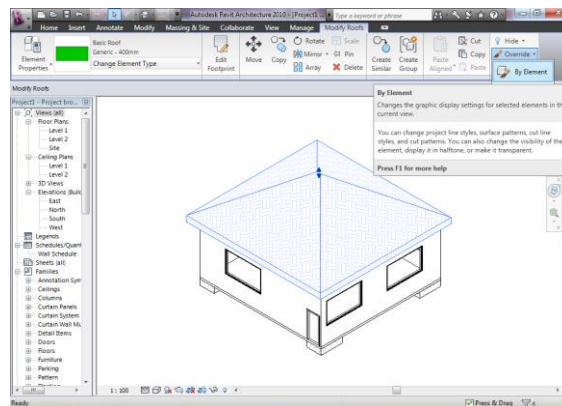


Figura 72. Selección de materiales para los elementos componentes de la edificación

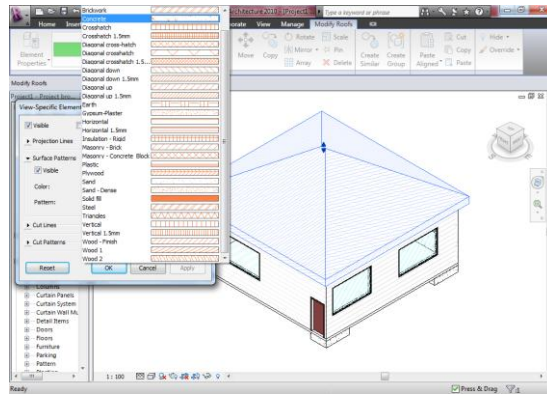
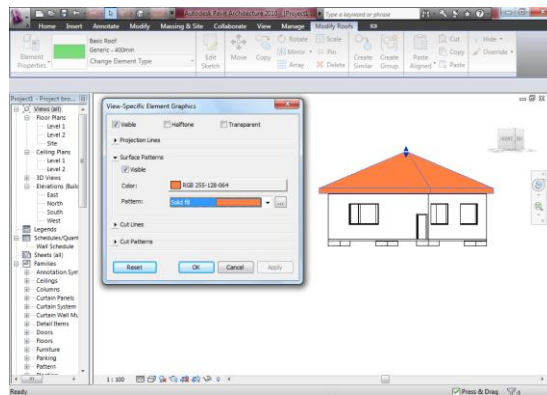


Figura 73. Selección y definición de material de cubierta para la edificación



Continuación figura 73

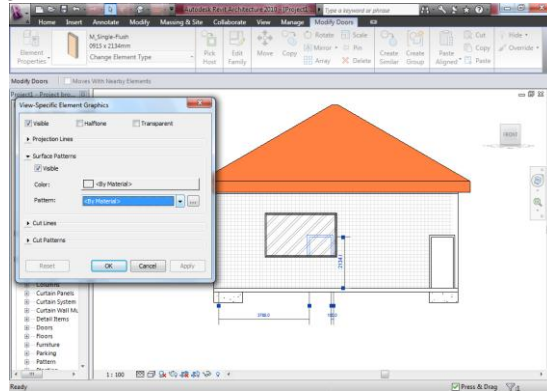


Figura 74. Cambio de especificación de material de cubierta en teja de barro

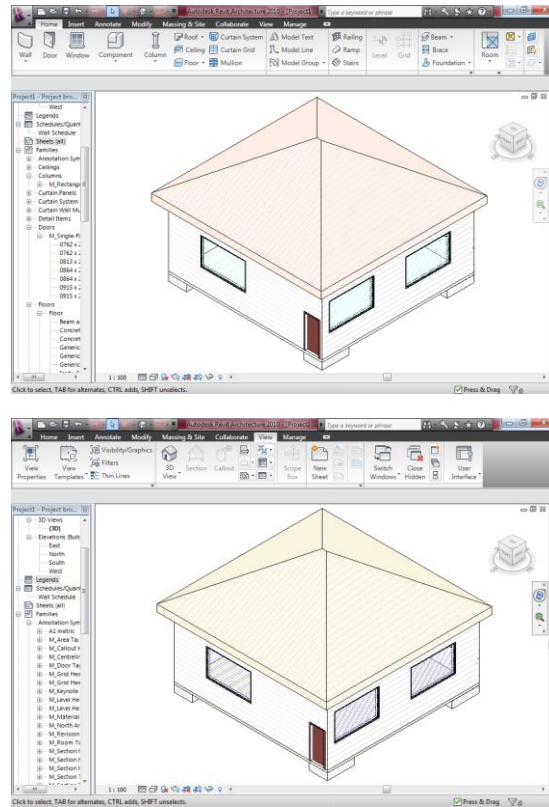


Figura 75. Definición de materiales de fachada

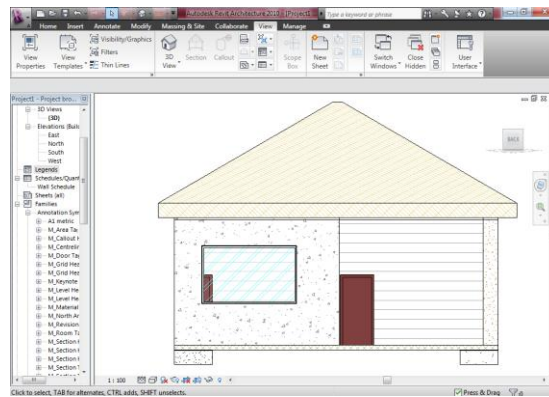
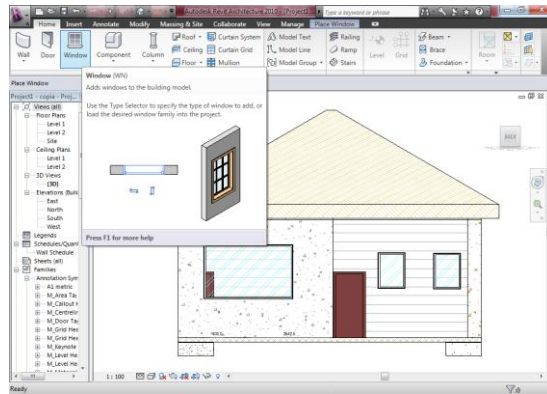
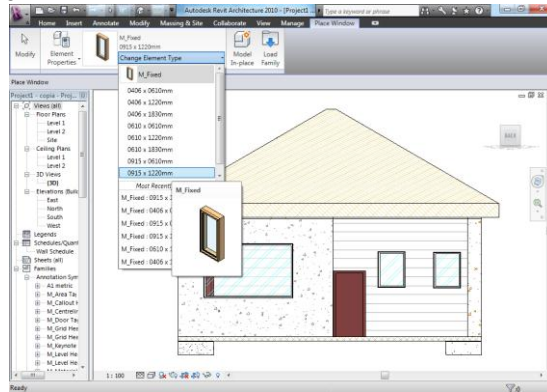


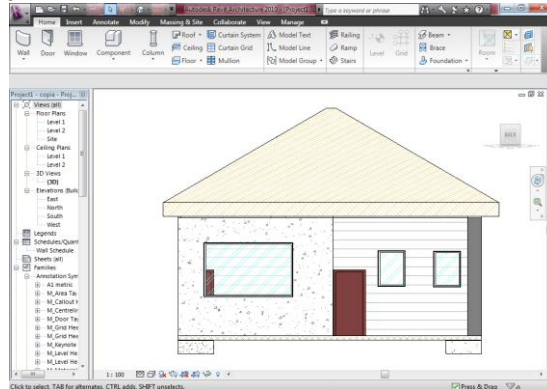
Figura 76. Reforma de fachada (adición de ventanería, disminución de mampostería, cambio de material de columna)



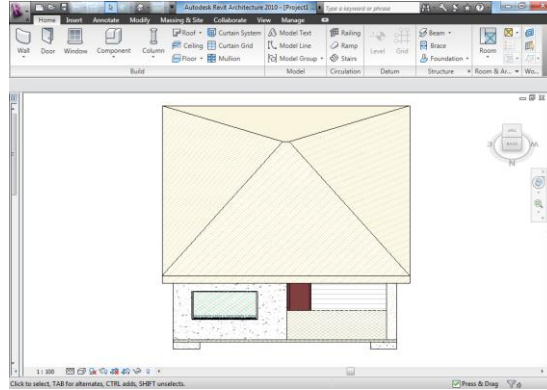
Continuación figura 76



Continuación figura 76



Continuación figura 76



Continuación figura 76

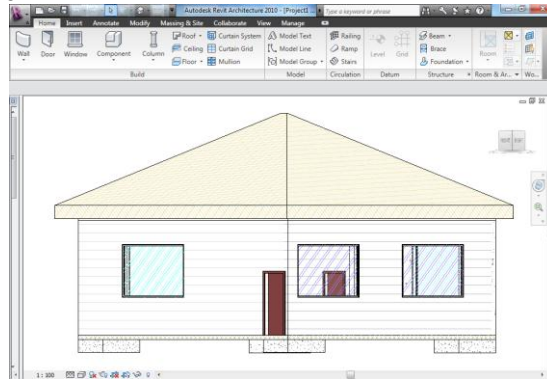
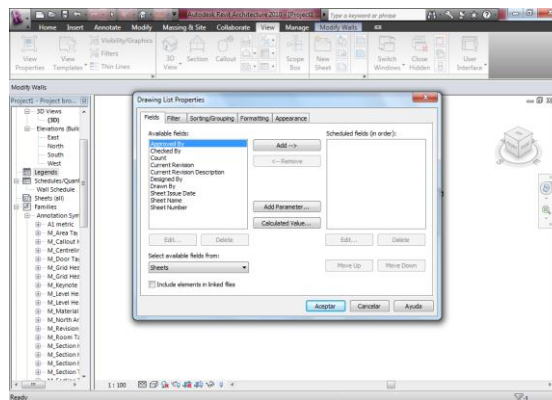
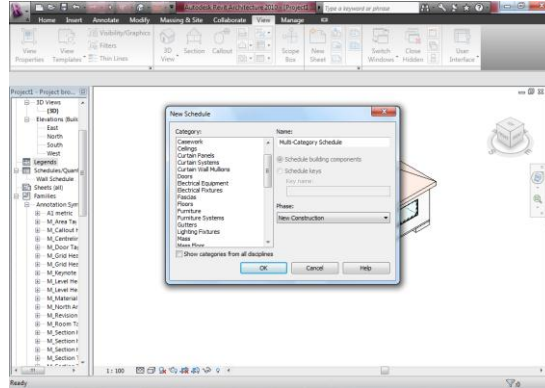


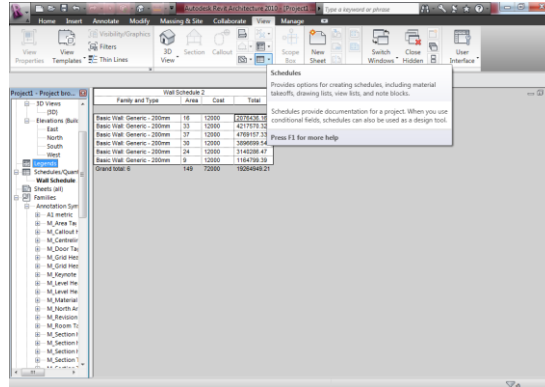
Figura 77. Ejemplo gráfico de tablas de cuantificación de cantidades y costos de mampostería de proyecto vivienda en *Autodesk Revit Architecture*



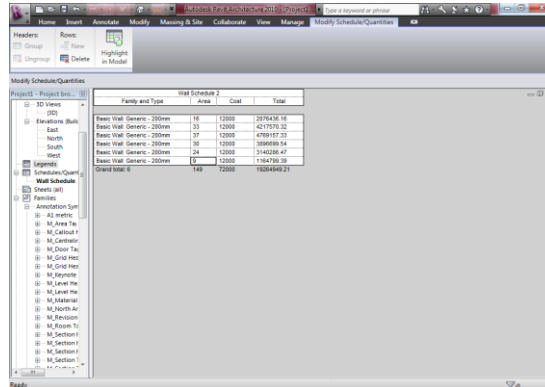
Continuación figura 77.



Continuación figura 77.

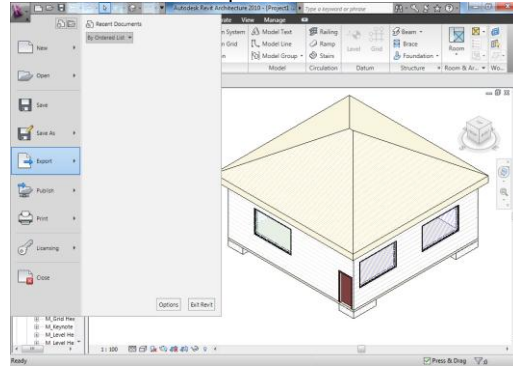


Continuación figura 77.

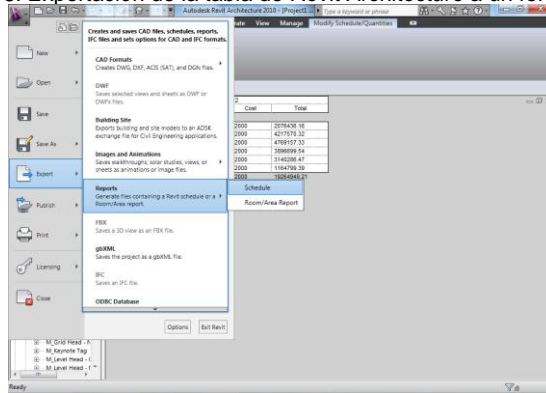


Nota: con la inserción de tablas de presupuesto del *Revit Architecture*, se seleccionan los elementos a cuantificar, y se actualizan las cantidades y costos del proyecto en tiempo real de ejecución, realizando la configuración las mismas para cuantificación de los elementos.

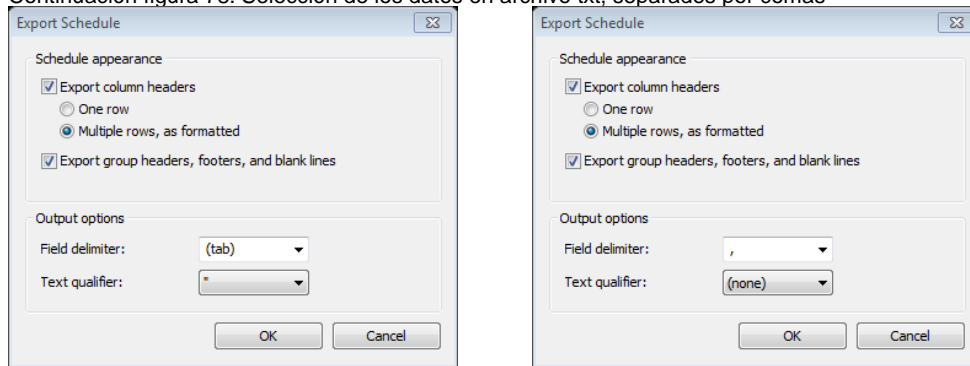
Figura 78. Proceso gráfico de realización del presupuesto y cubicación de cantidades en *Revit Architecture* con exportación a Microsoft Excel



Continuación figura 78. Exportación de la tabla de *Revit Architecture* a un formato txt



Continuación figura 78. Selección de los datos en archivo txt, separados por comas



Continuación figura 78. Se guarda el archivo txt en la carpeta deseada

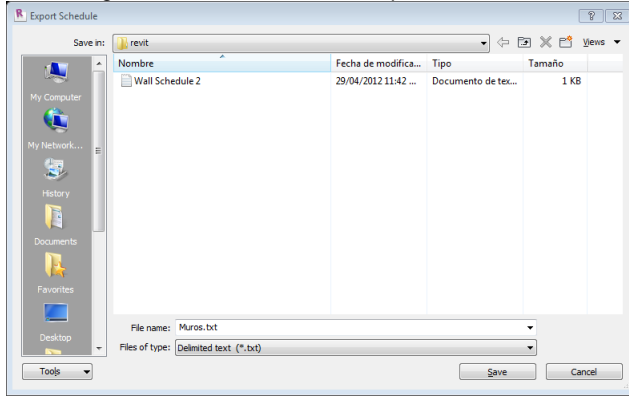
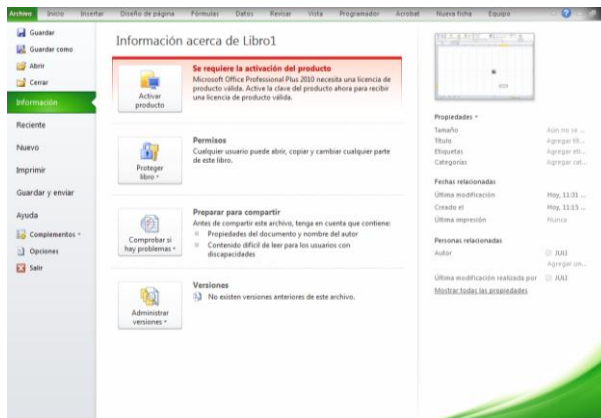
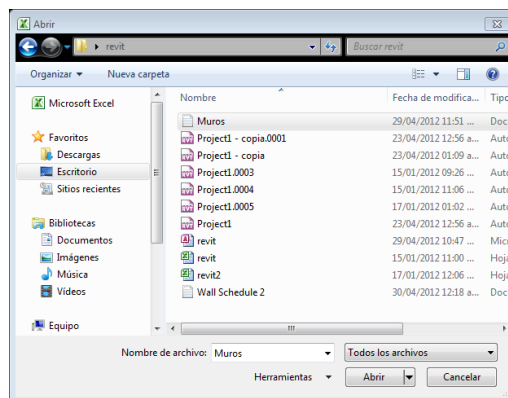


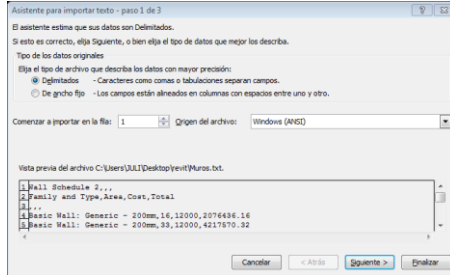
Figura 79. Exportación de la tabla de cantidades y costos de *Revit Architecture* a Microsoft Excel



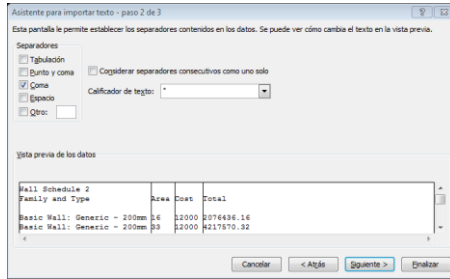
Continuación figura 79



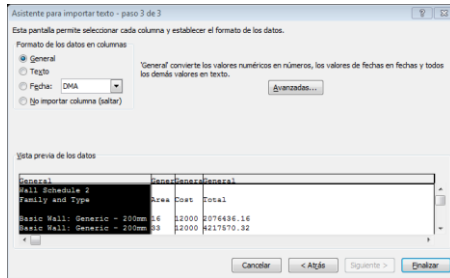
Continuación figura 79



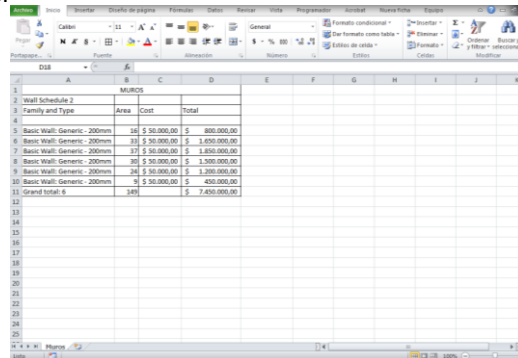
Continuación figura 79



Continuación figura 79



Continuación figura 79.



8. CONCLUSIONES

A partir de la investigación del estado del arte se identificó que en otros países los constructores le han dado mayor interés e importancia a la normalización para la realización de presupuestos, lo cual no ocurre en el medio, ya que existen diferencias en la metodología para realizarlo, lo cual influye también en la realización del control de costos de los proyectos del medio. Por esto mismo, el objetivo trazado inicialmente con el trabajo toma importancia pues este fue proponer una metodología para controlar costos directos de construcción eficientemente, a partir de un presupuesto de construcción bien concebido.

Las encuestas de este trabajo se utilizaron para proporcionar información útil sobre temas relacionados con la práctica del control de costos de proyectos de construcción en el medio. Aspectos tales como el grado de aplicación de los controles en los proyectos, las técnicas de control de costos, el apoyo con programas (software) para el control de costos y tiempo, la frecuencia de control del tiempo y los costos, y los factores de control de costo y tiempo efectivos, fueron tenidos en cuenta para identificar las principales causas inhibitoras del control. Así mismo, se estudiaron y formularon medidas de mitigación para atenuar los factores que fueron expuestos como los principales inhibidores del control del tiempo y los costos en la práctica de la construcción en el medio.

La utilización de metodologías adecuadas de control y de herramientas que provee la tecnología para controlar los proyectos, facilita la comparación frecuente de lo que se ejecuta contra lo presupuestado, y la presentación oportuna de informes que evidencien y respaldan el avance y rendimiento real de los proyectos. Este trabajo trató de ordenar secuencialmente dichas metodologías. En las empresas que tienen diferentes proyectos, es importante para ellos tratar de normalizar los procesos de control de costos de dichos proyectos, para dar garantía de uniformidad en las metodologías implementadas, evitando así constantes cambios que pueden interrumpir, inhibir o perjudicar las tareas de control.

Todos los estudios que se realicen previamente para determinar el presupuesto y la programación de obra de cualquier proyecto de construcción, se justifican en la misma medida en que estos sean controlados y monitoreados desde el comienzo y hasta la finalización de los proyectos, ya que si estos no son vigilados minuciosamente, parte del proceso de planeación a partir de la programación de obra y del control de costos a partir de su presupuesto será ineficaz.

Se ha encontrado que los riesgos del control de costos surgen principalmente de los cambios de diseño del proyecto y se interpretan por lo general como factores que tienen un efecto adverso sobre el logro de los objetivos económicos del proyecto. La construcción es sin lugar a dudas una actividad de riesgo por muchas razones, pues es común que en los proyectos se parta de diseños y

especificaciones parciales e imprecisas, lo cual ha llevado a calificarlo como el principal factor que reprime el control de costos y tiempo en el programa del proyecto, pues los efectos de estos cambios son bastante considerables debido a la incertidumbre y sobrecostos que generan en la construcción.

Las principales causas inhibitorias del control de costos parten de las funciones que inadecuadamente son realizadas por las personas encargadas del proyecto y que están directamente relacionadas con su ejecución. Así mismo, por la ausencia de una metodología precisa y ordenada de control, lo cual fue evidenciado y demostrado en los principales factores inhibitorios de control de los proyectos de construcción del medio, los cuales son factores internos (endógenos) a los mismos.

Se debe tener presente en el presupuesto algunos fondos que puedan servir para enfrentar y subsanar eventos fortuitos o contingencias (como es el caso de condiciones meteorológicas imprevisibles). Aspectos que pueden ser previstos en la realización del presupuesto no deben ser considerados como inhibitorios representativos del control, ya que estos pueden ser previstos por un buen analista de presupuestos, estableciendo una partida en el presupuesto para atender oportunamente cualquier contingencia relacionada en caso de presentarse.

La identificación de los factores de inhibición fue fundamental para exponer las medidas de mitigación que se han establecido en este estudio para abordar los problemas potenciales causados por los anteriormente mencionados factores inhibitorios. Las medidas fueron clasificadas como preventivas, predictivas, correctivas y de organización, es importante tener presente que estas medidas no son una verdad absoluta, ya que, evidentemente, corresponderán al caso específico que sea evaluado en la práctica, sin embargo, representan un buen punto de partida para su entendimiento y aplicación. También cabe señalar que las medidas pueden parecer obvias o sencillas a los profesionales con experiencia, pero pueden ser bastante útiles para los profesionales de menos experiencia y personal nuevo en la profesión de gestión de proyectos de construcción. Este estudio debe ser visto como un primer esfuerzo de desarrollo de soluciones para mitigar los principales factores de privación del control de costos y el tiempo. Es evidente que, un estudio más profundo es necesario para cubrir los demás factores (los factores externos o exógenos al proyecto y la aplicación de la metodología).

Tener información oportuna en los proyectos, establecida con base en diseños y especificaciones definitivas donde hayan participado todos los integrantes necesarios del equipo de trabajo del proyecto, es importante para llevar a cabo las labores de control. Los diseños que al momento de la ejecución del proyecto no están completos impiden la planeación y generan imprevistos de las actividades que ocasionan mayor valor de las mismas y retrasos en el cronograma, y esto

puede ocurrir en cualquier etapa del proyecto generando así cambios considerables que repercuten gravemente sobre los costos del proyecto.

Para realizar un control eficaz y eficiente es necesario realizar una revisión diaria del movimiento de almacén, utilizar la información nueva que llega y cada actualización de los diseños, para revisar los ítems y los análisis de precios unitarios de ejecución, es necesario concientizar al personal de obra de que no sólo se debe priorizar la ejecución en lo técnico y en el pago de los subcontratistas, adicionalmente se debe tener una buena administración, planeación y conciencia del manejo de los recursos económicos del proyecto por parte de todo el equipo de trabajo que interviene en ellos.

Algunos insumos como el acero, el cemento, los agregados para concreto, actividades como el movimiento de tierra, las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, de equipos especiales y los gastos generales entre otros conceptos, son capítulos bastante representativos en el presupuesto, por lo cual requieren especial atención (es necesario priorizar aplicando la Ley de Pareto) durante el control de costos. En una obra entran una gran cantidad de artículos de difícil control, es por esto que se debe contar con personas de total confianza y competencia para controlar los materiales, las actividades y los costos, asimismo el equipo de ejecución de la construcción debe realizar el análisis del presupuesto antes y durante la ejecución de tareas, contribuyendo de esta manera a las labores de control.

El presupuesto representa en lo técnico y económico antes y durante el proceso de ejecución la herramienta de control ideal, en este se ven reflejados como fueron interpretados los objetivos de costos planeados por la gerencia al emprender el proyecto, dichos costos deben ser constantemente monitoreados y cualquier cambio eventual que ponga en riesgo económico el proyecto debe ser reportado inmediatamente para aplicar los correctivos necesarios oportunamente. En lo posible se deben utilizar herramientas comunes en las empresas que permitan resolver dificultades iniciales en la estructura de los análisis de precios unitarios y los presupuestos cuando estos sean muy diferentes entre sí, lo cual es una buena opción para disminuir tiempos de conversión que requiere un sistema específico de empresa para los presupuestos entregados por externos.

Es importante que las compañías que realizan control de costos, adicionalmente puedan implementar los procedimientos necesarios que rectifiquen los desaciertos encontrados para que sean prevenidos y corregidos a tiempo, lo cual se da con más frecuencia entre las empresas que realizan control con su propio personal, la realización de los controles por personal propio del constructor es además de práctico, confiable en la medida que cuente con procedimientos adecuados, porque el personal domina con su quehacer diario todos estos aspectos y sabe las implicaciones que cada decisión tiene en cada uno de los aspectos de la gestión de la construcción. Algunas de las ventajas que estas prácticas presentan son

agilidad y oportunidad en la entrega de información y la retroalimentación permanente. Es necesario aclarar que en obras con interventoría es más aplicable este tipo de esquema, y no se debe descuidar cuando sea necesario la alternativa de contar con un consultor de costos experimentado que sepa guiar los objetivos de costos de los proyectos.

La metodología propuesta documenta los procedimientos necesarios en la realización de un eficiente y efectivo control de costos. La importancia que estos procedimientos significan para el éxito económico de un proyecto, es que brindan y favorecen la aplicación de controles ordenados en las diferentes fases de un proyecto, desde su idea inicial hasta la liquidación del mismo, concientizando a los profesionales que intervienen en dichas actividades de gestión de costos, de las responsabilidades y procedimientos que deben estar muy bien definidos y que cabalmente se deben cumplir, para garantizar la inspección constante de las diferentes variables que pueden perjudicar los objetivos económicos propuestos en los proyectos.

Con la herramienta desarrollada en Microsoft Excel, se busca generar un modelo práctico de elaboración del presupuesto y del control de costos, que sea fácilmente utilizada por cualquier profesional del sector de la construcción en el medio, debido a su facilidad de acceso y a que es una herramienta práctica. Tiene la ventaja de que no requiere actualización de software, por estar desarrollada en el software Microsoft Excel, y que para su uso, únicamente es necesario que cada profesional la adecue y configure de acuerdo a las necesidades de sus proyectos. El diseño de la herramienta se pensó en beneficio de la realización y ágil desarrollo del presupuesto y el control de costos en proyectos inmobiliarios, esta presenta la ventaja particular, de que cualquier listado de insumos elaborado en otros software pueden ser importados fácilmente a dicha herramienta para ser utilizados con sus códigos, descripciones y unidades originales del software con el cual hayan sido creados, lo cual favorece y beneficia ampliamente su uso, mejoramiento y desarrollo futuro, por parte de otros investigadores.

9. CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

Las medidas de mitigación de los factores inhibidores del control en este trabajo presentadas esbozan lo que debería hacerse en términos generales, pero no abordan todas las formas detalladas para cada proyecto específico, ya que todos los proyectos son diferentes y cada uno necesitara aplicaciones de la metodología de control diferentes. Aspectos particulares de cada tipología de proyecto, como la puesta en marcha de la propuesta metodológica presentada y la eficacia de las medidas de mitigación presentadas en este trabajo, podrían ser abordadas en investigaciones posteriores, con el fin de medir su efectividad.

El planteamiento general de la propuesta metodológica documentada en este trabajo de investigación, puede generar algún cambio o mejoramiento en el control y gestión de costos en los proyectos, cuando estos conceptos sean aplicados con el rigor necesario. Solamente de esta manera se podrán comprobar los resultados que de la aplicación de esta metodología se obtienen, lo cual puede ser puesto a prueba en estudios piloto donde sean aplicados dichos procedimientos que midan su efectividad final.

10. BIBLIOGRAFÍA

AACE International Transactions. "Cost estimate classification system – as applied in engineering, procurement, and construction for the process industries". 2005, núm. 18R.

Al-Jibouri, Saad H. "Monitoring systems and their effectiveness for project cost control in Construction". *Project management*. Twente, 2003, núm. 22.

Arboleda López, Sergio. *Presupuesto y programación de obras civiles*. Medellín: ITM, 2010.

Arias Marín, Sebastián. "Aplicación de las tecnologías BIM en un proyecto de construcción en el peñol". Medellín, 2011, 77p. Trabajo de grado. Ingeniería Civil. Universidad EAFIT. Texto inédito.

Bhaba R., Sarker, et al. "Planning and design models for construction industry: A critical survey". *Automation in Construction*. Louisiana. 2012, núm. 22.

Bateman Thomas, Snell Scott. *Management. Leading and collaborating in the competitive world*. Cuerna Vaca: Mc Graw Hill, 8 ed., 2009.

Borrero Ochoa, Oscar. *Avalúos de Inmuebles y Garantías*. Santa fe de Bogotá: Bhandar editores, 3 ed., 2008.

Botero B., Luis Fernando. *Construcción de edificaciones aspectos administrativos*. Medellín: Universidad EAFIT, 2008.

Botero B., Luis Fernando. Álvarez Villa, Martha Eugenia. "Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción. Estudio del caso de la ciudad de Medellín". *Ingeniería & Desarrollo*, 2005, núm. 17.

Botero B., Luis Fernando. Acevedo Agudelo, Harlem. "Simulación digital en un proyecto de construcción en Colombia". *Revista Universidad EAFIT*. Medellín, 2009, vol. 45, núm. 155.

Botero B., Luis Fernando, Acevedo Agudelo Harlem. "Simulación de operaciones y línea de balance: herramientas integradas para la toma de decisiones". *Ingeniería y Ciencia*. Medellín, 2011, vol. 7, núm. 13.

Cámara Colombiana de la Construcción. *Directorio de la industria de la construcción*. Medellín. 2011, 33 ed.

Castillón, Ditier. Ochoa, Francisco. Castrillón, Ricardo. *Avaluó de bienes inmuebles conceptos técnicas y vivencias*. Medellín: Castillón, D. Ochoa, F. Castrillón, R., 2 ed., 1997.

Consuegra, Juan. *Presupuestos de construcción*. Santa fe de Bogotá: Bhandar editores, 2 ed., 2002.

Galindo Cáceres, Luis. *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación*. México, D.F.: Pearson Educación. 1998.

Guerrero P., Adriana. *Diseño muestral para estudio de autoevaluación institucional* 2011. Medellín. 2010.

Guerrero P., A. Buitrago C, M. V. y Curieses P, M. *Estadística Básica*. Medellín: ITM, 2 ed., 2010.

Gómez Giraldo Hugo. *Estadística*. Manizales. 2009.

González Forero, Hernando. *Presupuesto su control en un proyecto arquitectónico*. Santa Fe de Bogotá: Ecoe Ediciones, 3 ed, 2011.

Guo-li Yin, "Project time and budget monitor and control. management science and engineering". Montreal. 2010. Vol. 4, iss. 1.

Hellriegel, Don. Jackson, Susan. Slocum, John. *Management, a competency based approach*. México, D.F.: Thomson, 9 ed., 2002.

Hemanta Kumar Doloi. "Understanding stakeholders' perspective of cost estimation". *Project Management*. Melbourne, 2011, núm. 29.

Jui-Sheng Chou. "Cost simulation in an item-based project involving construction engineering and management". *Project management*. Taiwan. 2011, núm. 29.

Keoughan Burrows Theresa, Pegg Ian, Martin Joe. "Predicting building construction duration". *AACE International Transactions*. London, 2005. Ps 14.1.

Kinnear Thomas C., Taylor James R.. *Investigación de mercados un enfoque aplicado*. Bogotá: Mc Graw Hill. 4 ed., 1993.

Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia. Documento Análisis Inmobiliario No. 97 Actividad Inmobiliaria 2011, p.1-7. Departamento de Investigaciones Lonja de Propiedad Raíz de Medellín. 2012.

Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia. Documento Análisis Inmobiliario No. 98 Vivienda en el Valle de Aburrá 2012, p 1-7. Departamento de Investigaciones Lonja de Propiedad Raíz de Medellín. 2012.

Martin Joe. "Database for elemental cost planning". AACE international transactions. Morgantown: 2004.

Ma Zhiliang, et al. "Application and extension of the IFC standard in construction cost estimating for tendering in China". Automation in Construction. Beijing. 2011, núm. 20.

Monsalve, Jaime Antonio, Rodríguez Carlos Monroy. *Modelo integral de gestión de costos para empresas constructoras venezolanas*. Seventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2009) "Energy and Technology for the Americas: Education, Innovation, Technology and Practice". San Cristóbal. Venezuela. 2009.

Olawale Yakubu Adisa, Sun Ming. "Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice". Construction management and economics. Bristol. 2010, núm. 28.

Owen Grant B. "Enhancing the role of the construction cost consultant". Cost engineering. Manchester. 2009, vol. 51, núm. 9.

Pérez, J.S.; Juárez, J.L.; Pérez, J.L., Laboratorio de Ingeniería de Producto, Centro de Instrumentos, congreso nacional de instrumentación, UNAM. Ciudad Universitaria, México, D.F.

Project Management Institute, Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide, Fourth Edition, 2008, Pennsylvania. 2008.

Serpell, Alfredo f., "Modeling project's scope for conceptual cost estimating". Cost engineering. 2010. Morgantown, vol. 52, iss. 8.

Sundaram Venkataramani. "Essentials of design phase cost management and budget control". Cost engineering. Morgantown. 2008. Vol. 50, iss. 2.

Toro Jaramillo, Iván; Parra Ramírez, Rubén. *Fundamentos epistemológicos de la investigación y la metodología de la investigación Cualitativa/Cuantitativa*. Medellín: Universidad EAFIT, 1 ed., 2010.

T. Warren Liao, et al. "Metaheuristics for project and construction management – A state-of-the-art review". *Automation in Construction*. Louisiana y Taipei, 2011, núm. 20.

Varela Alonso Leopoldo. *Ingeniería de costos teoría y práctica en construcción. Versión Abreviada*. México, D.F. 2009.

Sitios Web Consultados

BPMGeek. Business Process Management, BPM [en línea]. Disponible en: <http://bpmgeek.com/blog/what-catwoe-analysis>. Consulta: 15 de marzo de 2012.

Cámara Colombiana de la Construcción [en línea]. Disponible en: <http://camacol.co/>. Consulta: 20 de marzo de 2012.

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [en línea]. Disponible en: <http://www.camamedellin.com.co/site/>. Consulta: 25 de septiembre de 2011.

Cámara de Comercio del Áburra Sur [en línea]. Disponible en: <http://www.ccas.org.co/seccionafi.php>. Consulta: 25 de septiembre de 2011.

Construdata [en línea]. Disponible en: Com. <http://www.construdata.com>. Consulta: 28 de marzo de 2012.

Francisco Correa Restrepo y Cía. Ltda [en línea]. Disponible en: <https://www.paco.com.co/index.html>. Consulta: 16 de agosto de 2011.

<http://eddyalfaro.galeon.com/geneticos.html>. Consulta: 27 de marzo de 2012.

<http://www.opus-planet.com/>. Consulta: 13 de enero de 2012.

Instituto de Investigaciones Filosóficas [en línea]. Disponible en: http://www.filosoficas.unam.mx/~Tdl/atocha.htm#N_1_. Consulta: 3 de abril de 2012.

Instituto Tecnológico de Chihuahua [en línea]. Disponible en: http://www.itch.edu.mx/academic/industrial/sabaticorita/_private/07Procesos%20es%20tostaticos.htm. Consulta: 1 de marzo de 2012.

Pellicer, Eugenio. Consideraciones sobre la función de control aplicada a la gestión de proyectos de construcción, Departamento de ingeniería de la construcción y proyecto de ingeniería civil, universidad politécnica de valencia. España [en línea]. Disponible en: <http://personales.upv.es/vyepesp/05PYX01.pdf>. Consulta: 15 de abril de 2010.

R. Caballero, T. et al [en línea]. Disponible en: <http://antiguo.itson.mx/dii/elagarda/apagina2001/PM/pl.html>. Consulta: 7 de abril de 2012.

ANEXOS.



ENCUESTA A CONSTRUCTORES SOBRE GESTIÓN Y CONTROL DE COSTOS DIRECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS INMOBILIARIOS

El grupo de investigación GESCON⁸⁷ (Gestión de la Construcción) de la Universidad EAFIT, realiza actualmente una investigación sobre la gestión, control económico y metodologías utilizadas para realizar el control de costos de construcción en proyectos inmobiliarios. Solicitamos el favor de diligenciar dicha encuesta con la mayor objetividad posible. Los datos reunidos en esta encuesta serán tratados con confidencialidad, se utilizarán fundamentalmente con fines académicos, y usted podrá ser retroalimentado con los resultados finales obtenidos. Gracias.

Cualquier inquietud o sugerencia favor comunicarse en la Universidad EAFIT con:

Coordinador grupo GESCON: Luis Fernando Botero Botero

Correo Electrónico: lfbotero@eafit.edu.co ☎ 261 95 00 Ext. 9659

Estudiante de maestría en ingeniería (Énfasis Gestión de la Construcción): Pablo Andrés Pérez López

Correo Electrónico: pperezl@eafit.edu.co ☎ 300 656 38 83

⁸⁷ Los principales objetivos del grupo GESCON de la Universidad EAFIT son: fomentar la investigación aplicada bajo un enfoque colaborativo, mediante la integración academia - sector productivo, con el fin de aumentar la competitividad de las empresas del sector de la construcción en Colombia. Vincular estudiantes de pregrado y posgrado a los diferentes proyectos realizados, con el fin de que el nuevo conocimiento generado alimente los programas de formación. Obtener recursos para financiar en un alto porcentaje el trabajo de investigación. Generar un cambio de actitud en los profesionales del sector de la construcción, motivándolos a emplear las nuevas estrategias de gestión de producción en la concepción y construcción de proyectos.

1. Información personal del encuestado (por favor indique en los espacios sombreados la información solicitada)		
Nombre:		
Cargo (función*):		
Empresa a la cual pertenece:	Años de experiencia: (___)	Cantidad (numero) de proyectos a cargo: (___)
Tipo de proyecto en que se encuentra actualmente (vivienda- comercio-otro):		
*Gerente del Proyecto, Gerente comercial, Gerente constructora, Director de obra (técnico), Director de obra (administrativo), Interventor, Controlador de costos, Presupuestador, Gerente de construcción (Coordinador técnico de obra), Residente, Diseñador.		
2. Desarrolla alguna metodología o técnica para realizar el control de costos directos de construcción en los proyectos en los que participa actualmente		
Sí (___)	Con método (programa) interno de la empresa (___)	Con método (programa) externo a la empresa (___)
Método(s) (programa) utilizado(s):		
Quien lo realiza (entidad(es)):		
Como lo realiza:		
No (___)	Porqué?	
3. Utiliza el presupuesto de obra como herramienta para realizar el control de costos y que tan importante es esta herramienta para dicho fin.		
Sí (___)	Porque:	
No (___)		
Quien realiza el presupuesto:		

4. Realiza control de costos, presupuesto y la programación con personas de la propia empresa o lo realiza con personas externas, distintas a las encargadas de esta labor en su empresa, favor indicar ventajas, desventajas, software utilizado para realizar el presupuesto y/o el control de costos.

Si (___)	Porque:				
No (___)					
Ventajas					
Desventajas					
Alquila software para control ()	Compra software (software comercial) ()	Utiliza Software propio (desarrollado en la empresa) ()	Otro? Cual:	Valor (mensual, anual, total, otro):	

5. Realizar el control de costos de construcción mediante software de empresa externa le genera algún otro costo o gasto adicional en su proyecto.

Si (___)	Porque:			
No (___)				

6. Cual es el Software utilizado para realizar el control de costos del proyecto (por favor marque con una x en el espacio sombreado la opción seleccionada)

Software	Presupuesto	Control de presupuesto	ventajas	Desventajas	Otras ventajas o desventajas encontradas en el sistema de control utilizado
Microsoft Project					
Construdata					
Licita					
Primavera					
PACO					
SINCO					
Microsoft Excel					
Opus					
SAC					
Otro?. Cual:					

7. El costo que genera el uso de programas para control de costos, por alquiler y/o compra, es motivo valido para no utilizarlo en sus proyectos

Si (___)	Porque:			
No (___)				

8. Cual es la metodología (técnica) que consideraría y le gustaría utilizar para realizar y mejorar el control de los costos directos del proyecto. (por favor marque con una x en el espacio sombreado la opción seleccionada)

Metodología	Opciones	Observaciones
Contratarlo con contratistas externos especializados en la realización de presupuestos y/o control de costos		
Realizar un análisis final de beneficios o pérdidas obtenidas en el proyecto		
Realizar analisis parciales de utilidad o pérdida en las fechas de valoración de cada contrato		
Realizar un presupuesto inicial de construcción y proyectar los costos en el tiempo de acuerdo al avance del proyecto		
Realiza el calculo del costo unitario y la cantidad de las actividades a ejecutar, comparandolas con el valor final ejecutado		
Realizar un presupuesto inicial y comparar el valor final con el valor de proyectos similares		
Realizar un análisis del valor dado en el presupuesto inicial y el valor final obtenido del proyecto		
Programar una evaluación y revisión técnica frecuente (diaria, semanal o mensual) del presupuesto y del control de costos para actualizar los costos del proyecto periodicamente (mediante un software)		
Realizar un método de revisión periodico de los principales parámetros de costos (actividades mas representativas en los costos directos del proyecto)		
Otro?. Cual:		

9. Considera usted que en los proyectos donde ha participado se presentan desviaciones del presupuesto que han puesto en riesgo la terminación o calidad del proyecto (favor marcar con una x en los espacios sombreados)

Casi siempre (___)	Con frecuencia (___)	Algunas veces (___)	Nunca (___)
--------------------	----------------------	---------------------	-------------

Por favor Indique las razones y observaciones generales de las desviaciones presentadas:

10. Cual es la razón mas común en la practica, de las desviaciones en el control de costos directos y la programación del proyecto? (Por favor califique de 1 a 7, según su alternativa de respuesta así:														
1 = Totalmente en desacuerdo.	RESPUESTAS													
2 = Muy en desacuerdo.														
3 = En desacuerdo														
4 = Indiferente.														
5 = De acuerdo.														
6 = Muy de acuerdo														
7 = Totalmente de acuerdo														
Razón que influye en el factor de control	Alternativa de respuesta													
	Presupuesto							Programación						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Cambios en el diseño														
Inexacta evaluación del tiempo y duración del proyecto														
La complejidad de las obras														
Riesgos e incertidumbres asociadas a los proyectos														
Incumplimiento de los subcontratistas y proveedores escogidos														
Falta de experiencia y formación adecuada del Gerente del Proyecto														
Las discrepancias en la documentación de los contratos														
Escasa mano de obra calificada														
El conflicto entre las diferentes partes (representantes) del proyecto														
Condiciones meteorológicas imprevisibles														
Inadecuada programación de la financiación y pago por obras finalizadas														
Desacuerdos en el contrato y en la interpretación de las especificaciones														
La dependencia de materiales importados														
La falta de un software y metodología de control adecuada														
La inflación de los precios														
Débil regulación y control o falta de estas														
Fraudes y corrupción en el proyecto														
Políticas gubernamentales inestables														
Inestables tasas de interés														
Fluctuación de la moneda o del tipo de cambio de moneda extranjera														
Presupuesto mal elaborado														
Programación mal elaborada (Deficiente control de programa durante la ejecución del proyecto)														
Otro?. Cual														

11. De que manera socializa el presupuesto, el control de costos y la programacion de obra en el proyecto, para dar soluciones preventivas o correctivas conjuntas a la razón mas común de las desviaciones presentada en la practica . (por favor marque con una x la(s) opción(es) utilizadas).

Comité técnico de obra (___) Como?:	Comité de gerencia (___) Como?:	Comité con proveedores (___) Como?:	Otros?. Cuales
--	--	--	-----------------------

12. Califique el nivel de importancia del control de costos directos como garantia del éxito economico de los proyectos:

Muy importante (___)	Importante (___)	Poco importante (___)	Sin ninguna importancia (___)
-----------------------------	-------------------------	------------------------------	--------------------------------------

Observaciones: