

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS	CÓDIGO	FO-GS-15
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	VERSIÓN	02
FECHA		03/04/2017	
PÁGINA		1 de 1	
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca	Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): DAVID LEONARDO APELLIDOS: MOLINA SALAZAR

NOMBRE(S): CRISTIAN JOSÉ APELLIDOS: ORDÓÑEZ VERJEL

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JAVIER ALFONSO APELLIDOS: CÁRDENAS GUTIÉRREZ

NOMBRE(S): CARMEN TERESA APELLIDOS: MEDRANO LINDARTE

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ÓPTIMO DESARROLLO DE UN SOFTWARE ACADÉMICO DE ANÁLISIS DE COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE OBRA EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER – SEDE CÚCUTA

**RESUMEN:** Este proyecto surgió de la necesidad de complementar las metodologías tradicionales de enseñanza-aprendizaje con las TIC con el objetivo de desarrollar herramientas que dinamicen y faciliten la apropiación de conocimientos. Su desarrollo se centró en la elaboración de una propuesta metodológica para la elaboración de un software académico propio de la asignatura de costos, presupuestos y programación de obra con el fin de contribuir con una alternativa eficiente en la formación académica de los estudiantes del programa de ingeniería civil; la metodología empleada partió de la revisión y análisis de material bibliográfico del curso y de desarrollo de software, estableciendo así, los modelos más adecuados y funcionales en concordancia con lenguajes de programación computacional; además, de un sondeo de caracterización de percepción a estudiantes y egresados del programa. Dentro de los resultados conseguidos, se pudo plantear una metodología idónea para la elaboración del software, basado en la gestión y agrupación de información por medio de bases de datos, proponer una interfaz gráfica y resaltar el gran nivel de importancia y aceptación por parte de la comunidad estudiantil hacia este tipo de herramientas para la asignatura y el programa en general.

PALABRAS CLAVE: INGENIERIA CIVIL, SOFTWARE ACADÉMICO, METODOLOGAS DE ENSEÑANZA, TICs, COSTOS.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 168 PLANOS:      ILUSTRACIONES: 55 CD ROOM:

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ÓPTIMO DESARROLLO DE UN  
SOFTWARE ACADÉMICO DE ANÁLISIS DE COSTOS, PRESUPUESTOS Y  
PROGRAMACIÓN DE OBRA EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA  
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-SEDE CÚCUTA

Presentado por:

DAVID LEONARDO MOLINA SALAZAR  
CRISTIAN JOSÉ ORDÓÑEZ VERJEL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL  
CÚCUTA  
2021

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ÓPTIMO DESARROLLO DE UN  
SOFTWARE ACADÉMICO DE ANÁLISIS DE COSTOS, PRESUPUESTOS Y  
PROGRAMACIÓN DE OBRA EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA  
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-SEDE CÚCUTA

Presentado por:

DAVID LEONARDO MOLINA SALAZAR  
CRISTIAN JOSÉ ORDÓÑEZ VERJEL

PROYECTO DE GRADO

Director:

Ing. JAVIER ALFONSO CÁRDENAS GUTIERREZ

Magister en Administración de Empresas con especialidad en Dirección de Proyectos

Co-Director:

Ing. CARMEN TERESA MEDRANO LINDARTE

Magister en Ciencia y Tecnología de los Materiales

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL  
CÚCUTA

2021

## **ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO**

*FECHA:* 10 DE MAYO DE 2021 *HORA:* 11:30 a. m.

*LUGAR:* VIDEO CONFERENCIA GOOGLE MEET

*PLAN DE ESTUDIOS:* INGENIERIA CIVIL

*TITULO DE LA TESIS:* "PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ÓPTIMO DESARROLLO DE UN SOFTWARE ACADÉMICO DE ANÁLISIS DE COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE OBRA EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER – SEDE CÚCUTA".

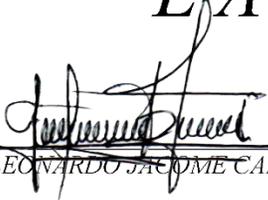
*JURADOS:* ING. JOSE LEONARDO JACOME CARRASCAL  
ING. MIGUEL ANGEL BARRERA MONSALVE

*DIRECTOR:* INGENIERO JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ

*CODIRECTORA:* INGENIERA CARMEN TERESA MEDRANO LINDARTE

<i>NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:</i>	<i>CODIGO</i>	<i>CALIFICACION</i>	
		<i>NUMERO</i>	<i>LETRA</i>
<i>DAVID LEONARDO MOLINA SALAZAR</i>	<i>1112602</i>	<i>5,0</i>	<i>CINCO, CERO</i>
<i>CRISTIAN JOSE ORDOÑEZ VERGEL</i>	<i>1112604</i>	<i>5,0</i>	<i>CINCO, CERO</i>

## **LAUREADA**

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSE LEONARDO JACOME CARRASCAL

  
\_\_\_\_\_  
ING. MIGUEL ANGEL BARRERA MONSALVE

*Vo. Bo.*

  
\_\_\_\_\_  
JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA  
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta,

Señores

BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS

Ciudad

Cordial saludo:

Nosotros, **David Leonardo Molina Salazar** identificado con C.C. N° **1090520236** y **Cristian José Ordóñez Verjel** identificado con C.C. N° **1090514674**, autores de la tesis y/o trabajo de grado titulado **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ÓPTIMO DESARROLLO DE UN SOFTWARE ACADÉMICO DE ANÁLISIS DE COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE OBRA EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER – SEDE CÚCUTA** presentado y aprobado en el año **2021** como requisito para optar al título de **INGENIERO CIVIL**; autorizamos a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que **“los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores”**, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

**David Leonardo Molina Salazar**  
C.C. 1090520236

**Cristian José Ordóñez Verjel**  
C.C. 1090514674

## **AGRADECIMIENTOS DE LOS AUTORES**

Agradecer en primer lugar a Dios, por brindarme fortaleza, sabiduría e iluminar mi camino día a día.

A mis padres Baltasar Ordóñez y Rubiela Verjel, por darme la vida, educación, cariño, apoyo y la libertad para luchar por mis sueños.

A mi hermano Samir Leandro Ordóñez, por su presencia y confianza, fuentes de motivación para cada día esforzarme y ser mejor.

A mi compañera de vida Natalia Miranda, por su cariño, comprensión y apoyo incondicional en este largo camino.

A toda mi familia, por siempre apoyarme, creer en mí y llenarme de motivación para salir adelante.

A todos los docentes, por mi formación como profesional y a mis compañeros de clase por el apoyo mutuo y experiencias vividas.

**Cristian José Ordóñez Verjel**

Agradezco a Dios todo poderoso, por darme salud, entendimiento y brindarme el don de la sabiduría diariamente.

A mis padres Alejandro Molina y Martha Salazar, por darme la vida, la educación y su amor infinito e incondicional.

A mis hermanos Leydi y Luis, por ser ejemplo a seguir y enseñarme a ser fiel a mis sueños y metas.

A mi tía Dorina, que desde el cielo está acompañando e iluminándome en cada paso de mi vida.

A toda mi familia por brindarme su apoyo incondicional .

A mis docentes y compañeros por acompañarme en este proceso de formación profesional.

A mis directores Javier Alfonso y Carmen Teresa, por el apoyo incondicional, la paciencia durante el desarrollo de esta investigación y por compartir la ambición tan grande que tiene este proyecto.

**David Leonardo Molina Salazar**

## **PROLOGO**

Esta investigación parte de la necesidad que existe dentro de las instituciones de educación superior acerca del uso de herramientas tecnológicas como parte de la formación profesional, específicamente abarcando el tema de Costos, Presupuestos y Programación de Obra dentro del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Su contenido, tiene como fin establecer las bases necesarias para el posterior desarrollo de un software educativo que permita apalancar los procesos de enseñanza – aprendizaje, mediante el uso de las TICs, obteniendo así, un mayor interés sobre las clases y un entorno más dinámico y participativo.

Se espera principalmente que este documento aporte a la comunidad universitaria que se encuentre dentro del área de la construcción en primera instancia, pero en sus proyecciones está poder evolucionar y aportar a la comunidad empresarial.

Este es un trabajo desarrollado por estudiantes que pertenecen al Grupo de Investigación GITOC de la Universidad Francisco de Paula Santander.

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen	16
Introducción	167
1. Problema	19
1.1.Titulo	19
1.2.Planteamiento Del Problema	19
1.3.Objetivos	21
1.3.1.Objetivo General	21
1.3.2.Objetivos Específicos	21
1.4.Formulación Del Problema	22
1.5.Justificación	22
1.6.Alcances Y Limitaciones	23
1.6.1.Alcances	23
1.6.2.Limitaciones	23
1.7.Delimitaciones	24
1.7.1.Delimitación Espacial	24
1.7.2.Delimitación Temporal	24
1.7.3.Delimitación Conceptual	24
2. Marco Referencial	25
2.1.Estado Del Arte	25
2.1.1.Costos Y Presupuestos	25
2.1.2.Programacion De Obra	28
2.2. Antecedentes Empiricos	31
2.3.Antecedentes Bibliograficos.	32
2.4. Marco Teórico	37
2.4.1.Industria De La Construcción	37

2.4.2.Los Costos En La Construcción	38
2.5.Marco Conceptual	49
2.6.Marco Contextual	54
2.7.Marco Legal	55
3. Diseño Metodologico	56
3.1.Tipo De Investigación	56
3.2.Población Y Muestra	56
3.3.Fases Del Proyecto	57
4. Desarrollo De Actividades	60
4.1.Objetivo Específico # 1	60
4.2.Objetivo Específico # 2..	73
4.3.Objetivo Específico # 3	77
4.4.Objetivo Específico # 4	80
4.5.Objetivo Específico # 5	136
5. Conclusiones	158
6. Recomendaciones	160
7. Referencias Bibliográficas	161

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Bibliografía y cibergrafía recomendada por el programa de Ingeniería Civil	64
Tabla 2 Estructura general de un presupuesto por A.P.U.	70
Tabla 3 Usuarios del software	86
Tabla 4 Caracterización de procesos	87
Tabla 5 Caracterización de actividades	87
Tabla 6 Capítulos	88
Tabla 7 Actividad	88
Tabla 8 Identificador de presupuestos	88
Tabla 9 Identificador de Capítulos	89
Tabla 10 Identificador de actividades	90
Tabla 11 A.P.U	90
Tabla 12 Contenido	91
Tabla 13 A.P.U Contenido	91
Tabla 14 Lista de Ítems	92
Tabla 15 Salarios	94
Tabla 16 Programación	94
Tabla 17 Tipos de vinculación	95
Tabla 18 Información de las actividades	96
Tabla 19 Tipos de Trabajadores	96
Tabla 20 Información de Trabajadores	97
Tabla 21 Referenciación de Cuadrillas	98
Tabla 22 Programación de los trabajadores	98

Tabla 23 Programación de las actividades	99
Tabla 24 Casos de uso administración de usuarios	101
Tabla 25 Requerimientos funcionales administración de usuarios	101
Tabla 26 Casos de usos administración de presupuestos	102
Tabla 27 Requerimientos funcionales administración de presupuestos	102
Tabla 28 Casos de uso datos predefinidos	103
Tabla 29 Requerimientos funcionales datos predefinidos	103
Tabla 30 Casos de uso administración del A.P.U	104
Tabla 31 Requerimientos funcionales administración de A.P.U	104
Tabla 32 Casos de uso administración de la programación	105
Tabla 33 Requerimientos funcionales	105
Tabla 34 Especificaciones casos de uso administración de usuarios	106
Tabla 35 Especificaciones casos de usos administración de presupuestos	108
Tabla 36 Especificaciones casos de uso datos predefinidos (ítems)	110
Tabla 37 Especificaciones casos de uso datos predefinidos (salarios)	111
Tabla 38 Especificaciones casos de uso datos predefinidos (grupos)	112
Tabla 39 Especificaciones casos de uso administración de A.P.U.	114
Tabla 40 Especificaciones de casos de uso gestión de la programación	114
Tabla 41 Resultados perfil del encuestado	139
Tabla 42 Resultados percepción de la asignatura	141
Tabla 43 Resultados evaluación de conocimientos	146
Tabla 44 Resultados evaluación de conocimientos	146
Tabla 45 Resultados sección Software académico	154

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Tabla de contenido de la materia Costos, Presupuestos y Programación	61
Figura 2 Diagrama de flujo procedimiento recomendado presupuestos	76
Figura 3 Diagrama de flujo modelo propuesto programación	79
Figura 4 Casos de uso del software	81
Figura 5 Diagrama de flujo general de la herramienta	85
Figura 6 Vista de casos de uso administración de usuarios	105
Figura 7 Vista casos de usos administración de presupuestos	107
Figura 8 Vista casos de uso predefinidos - ítems	109
Figura 9 Vista casos de uso predefinidos-grupos	109
Figura 10 Vista casos de uso datos predefinidos- salarios	110
Figura 11 Vista casos de uso administración de A.P.U.	113
Figura 12 Vista casos de uso gestión de la programación	115
Figura 13 Diagrama de realización de inicio de sesión	117
Figura 14 Diagrama de realización de registrar usuario	117
Figura 15 Diagrama de secuencia de inicio de sesión	118
Figura 16 Diagrama de secuencia de inicio de sesión y registro	118
Figura 17 Diagrama de realización de gestión de presupuestos	119
Figura 18 Diagrama de secuencia de gestión de presupuestos	119
Figura 19 Diagrama de realización de gestión de ítems	120
Figura 20 Diagrama de secuencia de gestión de ítems	121
Figura 21 Diagrama de paquetes	122
Figura 22 Diagrama de clases	122

Figura 23 Diagrama de componentes	125
Figura 24 Diagrama de despliegue	126
Figura 25 Modelo vista controlador	127
Figura 26 Inicio de sesión y registro de usuarios	128
Figura 27 Pantalla de inicio	129
Figura 28 Base de datos salarios	130
Figura 29 Items de la base de datos.	130
Figura 30 Caracterizaciones	131
Figura 31 Materiales	132
Figura 32 Cuadrillas	132
Figura 33 Maquinaria	133
Figura 34 Transporte	133
Figura 35 Lista de presupuestos	135
Figura 36 Gestión del presupuesto	135
Figura 37 Base de datos trabajadores	135
Figura 38 Programación de obra	135
Figura 39 Estructura de la encuesta	137
Figura 40 Áreas de desempeño de los egresados	140
Figura 41 Percepción de la comunidad estudiantil sobre la asignatura CPP	142
Figura 42 Experiencia y aprendizaje obtenidos por estudiantes en la asignatura CPP	143
Figura 43 Enfoque de las preparaciones previas a un examen de CPP	144
Figura 44 Material utilizado para complementar el estudio independiente	145
Figura 45 Percepción de las metodologías de aprendizaje implementadas en la asignatura CCP	

	149
Figura 46 Postura de los docentes universitarios hacia la transición de unas metodologías de enseñanza	150
Figura 47 Percepción sobre la implementación de un software educativo	151
Figura 48 Interés en formación sólida en manejo de software	152
Figura 49 Implementación de software como herramienta tecnológica de la asignatura de CPP	155
Figura 50 Opinión sobre el desarrollo e implementación de un software académico que complemente la formación en el área de CPP en el programa de ingeniería civil.	156
Figura 51 Temáticas para un software de costos y presupuestos	157

## Resumen

Este proyecto surgió de la necesidad de complementar las metodologías tradicionales de enseñanza-aprendizaje con las TIC con el objetivo de desarrollar herramientas que dinamicen y faciliten la apropiación de conocimientos. Su desarrollo se centró en la elaboración de una propuesta metodológica para la elaboración de un software académico propio de la asignatura de costos, presupuestos y programación de obra con el fin de contribuir con una alternativa eficiente en la formación académica de los estudiantes del programa de ingeniería civil; la metodología empleada partió de la revisión y análisis de material bibliográfico del curso y de desarrollo de software, estableciendo así, los modelos más adecuados y funcionales en concordancia con lenguajes de programación computacional; además, de un sondeo de caracterización de percepción a estudiantes y egresados del programa. Dentro de los resultados conseguidos, se pudo plantear una metodología idónea para la elaboración del software, basado en la gestión y agrupación de información por medio de bases de datos, proponer una interfaz gráfica y resaltar el gran nivel de importancia y aceptación por parte de la comunidad estudiantil hacia este tipo de herramientas para la asignatura y el programa en general.

## Introducción

Este trabajo está centrado en el desarrollo de una propuesta metodológica para la elaboración de un software educativo orientado al análisis de costos, presupuestos y programación de obras de ingeniería con el fin de contribuir a la academia con una herramienta útil en la formación académica y profesional de los futuros ingenieros civiles.

La idea nace de complementar los métodos de aprendizaje de la facultad de ingeniería civil en la Universidad Francisco de Paula Santander ya que se sigue llevando actualmente la formación en cuanto a costos y presupuestos de forma empírica o utilizando hojas de cálculo tradicionales; de ahí parte la necesidad de implementar herramientas tecnológicas que funcionen como alternativa útil en el refuerzo y apropiación de conocimientos acerca de presupuesto, implementación de análisis de costos unitarios y programación de obra, aspectos que son de suma importancia en un proyecto de construcción en el marco económico para la ejecución de las obras (Martinez, 2017).

En el ejercicio de la carrera profesional, un alto número de Ingenieros Civiles desarrollan actividades relacionadas con presupuestos de obras de construcción en el sector público o privado, tanto como gerentes de proyectos, propietarios de obras, constructores, diseñadores, por consiguiente, el desarrollo de esta competencia es de gran importancia para su futura vida profesional (Matienzo, 2011). Manejar de manera correcta el presupuesto y la programación de obra permite conocer con exactitud si lo planeado está acorde con lo ejecutado; de no realizarse estas actividades de manera eficiente, se corre el riesgo de no tener los resultados esperados y por consiguiente no cumplir con los objetivos planeados, allí radica la importancia de realizar estas actividades ya que la toma de decisiones se puede realizar a tiempo y el

proyecto en ejecución seguirá el camino previamente establecido. (Vanegas, 2016)

Para el desarrollo de este trabajo, que se proyecta alrededor de 6 meses para llevarse a cabo lo propuesto, se parte del estudio y análisis de las herramientas básicas de costos y gerencia de proyectos, elaborando un recuento de fundamentación teórica que luego será redireccionada al desarrollo óptimo de modelos de programación para visualizar como sería el funcionamiento de un software (interfaz, comandos, etc.) que ejecute y procese la información suministrada.

Aprehender este conocimiento desde la academia es de suma relevancia, por ello con este trabajo se espera enriquecer de forma elemental la conceptualización de los elementos necesarios para que estudiantes y docentes tengan un recurso de capacitación versátil y propio de la institución educativa enfocado en el área de gestión de obras de construcción.

## **1. Problema**

### **1.1. Título**

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ÓPTIMO DESARROLLO DE UN SOFTWARE ACADÉMICO DE ANÁLISIS DE COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE OBRA EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-SEDE CÚCUTA

### **1.2. Planteamiento Del Problema**

A medida que avanza el tiempo, la tecnología le sigue el pie, va en constante evolución; cada día surgen nuevos conocimientos y el ser humano está inmerso en ellos; además tiene la capacidad de apropiarse de manera efectiva si se lo propone y tiene las herramientas a su disposición; no obstante muchas veces por desconocimiento, poco interés o miedo al cambio se condiciona a recurrir al uso formas empíricas para solucionar problemas debido a la falta de disponibilidad de herramientas útiles como apoyo; sin ir muy lejos, vemos como en muchas instituciones de educación superior se siguen impartiendo las enseñanzas de maneras muy tradicionales y metódicas, empleando metodologías que quizás un par de años atrás estaban a la vanguardia, pero que hoy en día se quedan un poco cortas y limitan o estancan la forma de adquirir nuevos conocimientos, esto se puede apreciar muy bien en el campo de la gerencia de proyectos, costos y presupuestos, los cuales están inmersos en todas las áreas de la ingeniería, sea hidráulica, diseño de carreteras, geotecnia, estructuras, etc., todas tienen ese aspecto en común desde su etapa inicial hasta el final, por ello es de mucha importancia mejorar y buscar avances en estos aspectos.

El uso de herramientas innovadoras y funcionales en la ingeniería es una razón por la cual el dinero, tiempo y trabajo se reducen de manera excesiva, generando así un paso en la

evolución en el conocimiento y ejecución de los proyectos de construcción, dejando atrás la época del papel y el lápiz (Nieto Salas, M. D. (2016). Existen muchas herramientas adecuadas y además multidisciplinarias las cuales, especialmente en el área de la construcción, facilitan en gran medida muchas tareas en cuanto a cómputo de materiales, precios, orden y cronograma de actividades, las cuales si se hicieran de forma manual conllevarían un tiempo elevado de realización y daría pie a que se cometan gran cantidad de errores. Por ejemplo, utilizando el programa Microsoft Excel, pueden crearse programaciones de tal forma que ejecuten operaciones matemáticas de manera intuitiva y permite además editarse fácilmente en caso de cometer errores, así mismo, permite interpretar los resultados arrojados de una manera más clara por medio de gráficas y tablas, entre algunas otras opciones adicionales. De tal forma, que esta herramienta, aunque es muy buena, sofisticada y posee una gran variedad de funciones, aún sigue teniendo una forma muy mecánica para realizar las tareas que anteriormente se mencionan, por lo tanto, surge la necesidad de dar un paso hacia adelante y generar una herramienta propia de carácter educativo y enfocada únicamente hacia la ingeniería civil, que elimine todas esas tareas repetitivas, enlace toda la información y agilicen aún más el trabajo según como lo afirma (Kumar, R., Khan, S. A., & Khan, R. A. (2016) cuando se refiere a que un software debe tener en cuenta la confiabilidad, la facilidad de uso y la calidad del mismo para que sea fácil crear un proyecto duradero y eficaz.

La ausencia de herramientas tecnológicas en la academia enfocadas al análisis y gestión de costos y presupuestos de obra es una cuestión que debe ser trabajada, debido a que se viene laborando con las mismas herramientas tradicionales y no hay variedad de formas alternativas de complementar y reforzar lo aprendido en el aula por los docentes; si bien, se inculcan a los estudiantes el uso de las TICs como medio para estar a la vanguardia del desempeño y

productividad como futuros profesionales, la ausencia de estas herramientas hace que el proceso sea más lento y muchas veces se deba recurrir a fuentes externas que brinden ese tipo de servicios académicos las cuales a su vez generan altos costos para la institución; por el contrario, si la institución fuera quien generara ese tipo de productos, causaría un gran impacto a nivel educativo y de generación de conocimiento en semilleros de investigación adscritos.

Formar profesionales con excelentes capacidades en manejo de software, independientemente del área de desempeño es una tarea que se debe incentivar pues en el campo laboral, los que cuentan con estas facultades tienen más oportunidades de ejercer cargos importantes y demostrar su potencial.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo General***

Establecer una propuesta metodológica adecuada para el óptimo desarrollo de un software académico de análisis de costos, presupuestos y programación de obra como herramienta tecnológica que complemente los métodos de aprendizaje impartidos en el programa de ingeniería civil de la Universidad Francisco de Paula Santander

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

1. Realizar una revisión y análisis bibliográfico sobre la elaboración de costos, presupuestos y programación de obra con el fin de encontrar modelos que permitan enriquecer los conocimientos impartidos por el programa de ingeniería civil.
2. Definir un modelo basado en el análisis bibliográfico realizado que permita establecer un proceso óptimo para el desarrollo de una herramienta tecnológica quedetermine los

costos y presupuestos en proyectos de ingeniería civil.

3. Definir un modelo basado en el análisis bibliográfico realizado que permita establecer un proceso óptimo para el desarrollo de una herramienta tecnológica que determine la programación de obra en proyectos de ingeniería civil.
4. Proponer un modelo de ejecución de datos y arquitectura de software que sirva como base para el posterior desarrollo de un software académico.
5. Caracterizar la percepción de los estudiantes de ingeniería civil acerca del manejo que posee de costos, presupuestos y programación de obra para determinar algunas de las falencias del programa y relacionar los beneficios que traería este proyecto

#### **1.4. Formulación Del Problema**

¿Cuáles son los elementos que permiten proponer una metodología adecuada para el óptimo desarrollo de un software académico de análisis de costos, presupuestos y programación de obra?

#### **1.5. Justificación**

Este proyecto se realizó con el fin de aportar a la Universidad Francisco de Paula Santander una herramienta que complemente la formación académica de los estudiantes del programa de ingeniería civil enfocada a costos, presupuestos y programación de obra porque se considera necesario plantear una alternativa de apoyo a las metodologías tradicionales que poco a poco van quedando obsoletas; por tanto, es de considerar dar un salto y proponer una nueva opción tecnológica funcional que enriquezcan de forma elemental el aprendizaje y apropiación de conocimientos y que a su vez sea un producto propio de la institución. Llevar a cabo esta propuesta implica acortar esa brecha tecnológica porque a medida que pasa el tiempo esta aumenta, si bien, no muchas instituciones cuentan con herramientas tecnológicas de su

propiedad, las que si poseen terminan destacando ya que procuran estar a la vanguardia del conocimiento y la tecnología formando profesionales más íntegros y de mejor desempeño en el campo laboral.

## **1.6. Alcances y Limitaciones**

### ***1.6.1. Alcances***

El proyecto abarca el establecimiento de una propuesta metodológica adecuada para el óptimo desarrollo de un software académico de análisis de costos, presupuestos y programación de obra y que este mismo sea el punto de partida de otro proyecto enfocado en el desarrollo propio del software como tal o que también sirva como modelo de desarrollo para otro tipo de programas tecnológicos afines; con el presente trabajo se provee a la Universidad Francisco de Paula Santander de un documento que describa, analice y evalúe el desarrollo de una herramienta tecnológica cuya intención es complementar el aprendizaje de los estudiantes y contribuir a la producción de contenido investigativo del programa de ingeniería civil.

### ***1.6.2. Limitaciones***

El correcto desarrollo de las actividades a realizar en la puesta en marcha del proyecto pueden verse afectado por contratiempos como el grado de complejidad en la búsqueda y recopilación de la información necesaria ya sea de libros, fuentes digitales, datos y la correlación de esta con una interfaz o lenguaje de programación idónea; así como dificultades en el desarrollo de la propuesta metodológica debido a errores en los modelos de programación propuestos los cuales podrían extender la duración del cumplimiento de los objetivos propuestos.

## **1.7. Delimitaciones**

### ***1.7.1. Delimitación Espacial***

El tema de este proyecto se realizó en la Universidad Francisco de Paula Santander ubicada en la ciudad de Cúcuta, departamento Norte de Santander, en la República de Colombia.

### ***1.7.2. Delimitación Temporal***

Se estima que el desarrollo de este proyecto se lleve a cabo en el transcurso del segundo semestre de 2020 de acuerdo a lo establecido en el cronograma de actividades.

### ***1.7.3. Delimitación Conceptual***

Este proyecto consideró como guía para su desarrollo fuentes bibliográficas basadas en el PMBOK y el Project Management Institute (**PMI**) como criterio de gestión, administración y dirección de proyectos, así como trabajos relacionados con el diseño y desarrollo de software enfocados a costos, presupuestos y programación de obra o temas afines.

## 2. Marco Referencial

### 2.1. Estado Del Arte

#### 2.1.1. Costos y Presupuestos

Los costos y presupuestos, así como la programación de obra son herramientas multidisciplinares que se originan en la economía, los costos hacen referencia a el valor monetario de los diferentes consumos de factores que están ligados a una actividad económica específica, la cual puede ser la producción de un bien, la prestación de un servicio o la realización de una actividad.

Por lo tanto, en la actualidad, calcular los costos de una empresa se ha convertido en una necesidad básica cuando se quiere hacer una planeación y controlar un objeto, también, este se ha convertido en una de las herramientas más eficaces a la hora de determinar la viabilidad de un negocio. (Cantor, 2013). Así mismo, un presupuesto no es nada más que un cálculo anticipado de una serie de actividades o servicios, que en conjunto son los gastos necesarios para un determinado periodo de tiempo.

El surgimiento de los costos empieza desde el año 1776 a partir de la creación de grandes empresas que trajeron consigo la revolución industrial, en donde se pasó de una producción artesanal a una producción industrial debido a la necesidad para poder ejercer un mayor control en la mano de obra y materiales, como también el nuevo elemento “costo” que las máquinas y equipos generaban. En el año 1777 nace el primer concepto de “costo producción por procesos” el cual se originó mediante la necesidad de medir la producción y su costo de una fábrica de medias de lino (Gómez, 2002).

En el año 1778 se empezaron a distribuir libros auxiliares con los elementos que tuvieran la

incidencia en costo de productos, salarios, material de trabajo y fechas de entrega. Aunque la revolución industrial tuvo su origen en Inglaterra, fue Francia quien impulsó la contabilidad de costos, en donde un señor llamado Anselmo Payen fue quien incorporó los primeros conceptos de depreciación, alquiler y los intereses.

La consolidación de los costos se da gracias a que Inglaterra toma el control sobre la importancia de teorizar los costos, gracias a esto, entre los años 1828-1839 se publica el primer libro que hace énfasis en la implementación de que las fábricas establezcan departamentos de contabilidad, con control de horarios laborales de trabajo. Sin embargo, el mayor desarrollo de los costos tuvo su lugar entre los años 1890 -1915, ya que, en este tiempo, fue cuando países como Inglaterra y Estados Unidos integraron los diseños básicos de estructura de costos y se realizaron los primeros registros de costos, donde se implementaron los procedimientos de distribución de los costos directos, la adaptación de informes, registro de usuarios internos y externos, evaluación de inventarios y estimación de costos de materiales y obra (Lavalpe, 2015).

Después de la gran depresión en los Estados Unidos, en donde la contabilidad se consideraba una herramienta de planeación y control, lo cual demandó la necesidad de crear nuevas metodologías para anticiparse a los hechos económicos históricos, nacieron los costos predeterminados y los costos estándar.

Posteriormente a este evento histórico ocurrido entre los años 1920-1930 se empieza a dar una gran preponderancia a los diferentes sistemas de costos y a los presupuestos, ya que estos se ven como una herramienta clave en la dirección de organizaciones y proyectos. Entre los hechos que evidencian este auge se encuentran:

- Desarrollo de vías férreas
- El valor de los activos fijos empleados por las empresas donde apareció la necesidad de aprender a controlar los costos indirectos
- El tamaño y la complejidad de las empresas y todas las dificultades administrativas que estas generaban
- Las necesidades de tener herramientas confiables que permitieran fijar los precios de venta

En el año 1953, el norteamericano AC. LITTELTON en vista del crecimiento de activos fijos, definió la necesidad de amortizarlos a través de productos de consumo fabricados como costos indirectos, en donde al siguiente año nace el concepto de “contraloría” como un medio de control de actividades de producción y finanzas de las organizaciones. Poco después, el concepto de contabilidad administrativa pasa a ser una herramienta de análisis de los costos de fabricación y un instrumento básico para la toma de decisiones (Cantor, 2013).

Poco antes de la década de los 80's existió un estancamiento para la contabilidad de los costos con relación a otras ramas de la contabilidad, debido a que las empresas consideraban que los procesos de acumulación de costos eran secretos industriales, de tal forma el sistema de información financiera no incluía bases de datos y archivos de contabilidad. Hasta que en 1981 HT. JHONSON resaltó la importancia de la contabilidad de costos y los sistemas de estos como herramientas para brindar la información de producción y generar beneficios.

En la actualidad, el manejo de los costos está delimitado por los mismos sistemas de costeo, sistemas organizacionales y sistemas de producción, los cuales, con esta era tecnológica, se han implementado otras herramientas de procesamiento de datos, que permite a las empresas mantener un control de costos.

### **2.1.2. Programación de Obra**

Para hablar de un estado del arte, acerca de la programación de obra, tendríamos que hablar de las primeras construcciones realizadas por el hombre. Construcciones como las pirámides de Giza no se podrían conseguir sin antes un plan previo y una organización compleja organización de recursos. Sin embargo, si queremos contrastar las actuales técnicas de planificación podremos reducir significativamente nuestra historia y remontarnos hace apenas medio siglo.

En Estados Unidos, con bases del ámbito militar y civil se establecieron las bases de las técnicas basadas en la ruta crítica (Critical Path Method, CPM) y el método PERT (Program Evaluation and Review Technique). La programación y planeación de proyectos significativos no repetitivos comenzó a ser motivo de vital atención a finales de la segunda guerra mundial, donde el diagrama de Henry Gantt era la única herramienta de planeación que se disponía, a pesar de ser un método innovador en su momento, era muy limitado.

Las ideas precursoras de este método las escribieron los autores Joseph Priestley en 1765 o William Playfair en 1786, donde el ingeniero Karol Adamieck desarrollo en el año de 1896 aquello que llamó como “Harmonograma”, lo que dieron resultado a la publicación al texto de Gant llamado “Work, Wages and Profits” en el año 1916.

Después de esto, en los años 1955 y 1957, las empresas “Imperial Chemical Industries” y “Central Electricity Generating Board” en Reino Unido, desarrollaron los primeros intentos de la técnica eficaz capaz de determinar la secuencia de estados más larga e irreductible para la ejecución de un trabajo, lo que después sería conocido como CPM. En su entonces, estas empresas consiguieron ahorros de tiempo de un entorno del 40%, pero estos resultados no se

publicaron, por lo tanto, estas innovaciones cayeron a la oscuridad y volvieron a despertar con los avances desarrollados al otro lado del océano (Piqueras, 2015).

Aunque en un principio el CPM y el PERT tenían en su momento grandes diferencias, hoy en día estos métodos se han fusionado, de tal forma que existen métodos como PERT/CPM. El PERT supone que el tiempo para realizar una actividad es una variable aleatoria descrita por una distribución de probabilidad. El CPM, infiere que los tiempos que tardan en desarrollarse las actividades, se conocen de forma determinística y este puede cambiar conforme a la cantidad de recursos utilizados.

El origen del CPM se sitúa entre diciembre de 1956 y febrero de 1959. Nace debido a la necesidad de la empresa norteamericana E.I du Point (DuPont), ya que tenían previsto la ampliación de unas 300 fábricas, sin embargo, eso implicaba un gran número de actividades, unas 30.000, por lo tanto, no se podía abordar mediante los diagramas de Gantt.

De esta forma, los gestores de DuPont observaron que planificar, estimar y programar parecía el mejor uso que le podrían dar a los primitivos computadores comerciales llamados “UNIVAC1”. Así que la empresa le dio esta tarea a Morgan Walker de la Engineering Services Division de DuPont, junto al matemático James E. Kelley, Jr, que trabajaba en Remington Rand , los cuales consiguieron poner a punto el método, con el objetivo de controlar el mantenimiento de los proyectos de las plantas químicas de DuPont. El cual, tenía como objetivo controlar y optimizar los costos de operación de las actividades de un proyecto. En este método, cada actividad tenía una duración exacta, conocida de antemano.

Por otra parte, el origen de los trabajos de la técnica PERT nace en enero de 1957, siendo paralelo al del CPM, sin embargo, este estuvo relacionado al ámbito militar. Este método se

desarrolló en la Oficina de Proyectos Especiales de la Armada de los Estados Unidos, cuando el almirante William. F. Raborn reconoce que se necesitaba una planeación integrada y un confiable sistema de control para el programa de misiles balísticos POLARIS. De tal forma, con el apoyo de la oficina se estableció un equipo de investigación para desarrollar el PERT (Chaves, Cruz, Rodriguez, Martinez, & Hernandez).

Así, la Oficina de Proyectos Especiales de la Armada de los Estados Unidos de América, en colaboración con la división de Sistemas de misiles Lockheed (quienes fabricaban los misiles balísticos” y la consultora Booz, Allen & Hamilton (grupo de ingenieros consultores) se plantean un nuevo método para solucionar los problemas de planeación, programación y control de un proyecto de construcción de submarinos atómicos armados con proyectiles (POLARIS). Donde el mayor reto era coordinar y controlar durante un plazo de 5 años a 250 empresas, 9000 subcontratistas y numerosas agencias gubernamentales.

En Julio del año 1958 se publica el primer informe del programa el cual se denomina “Program Evaluation and Review Technique” ejecutando su aplicación en octubre del mismo año, consiguiendo un cumplimiento de 2 años para los 5 que estaban previstos. D. G. Malcolm, J. H. Roseboom, C. E. Clark y W. Fazar y todos los del equipo de investigación patrocinado por la armada fueron autores del primer documento publicado sobre PERT en el año 1959.

Este método se basa en la probabilidad de los tiempos de ejecución, hoy en día sigue siendo usado según algunos autores, la duración calculada por PERT suele subestimar la duración real de los proyectos.

## 2.2. Antecedentes Empíricos

En la mayoría de las universidades del país, los análisis de costos y presupuestos, así como la programación de obras, se siguen manejando de forma metódica y manual al igual que hace un par de años, donde las herramientas del ingeniero civil o del profesional a cargo de este aspecto, son una hoja, papel y lápiz. Aunque en la actualidad existe el manejo de software donde programas como Microsoft Excel, Microsoft Project, son las herramientas digitales que más se utilizan y que se podría decir, dominan el mercado.

Sin embargo, estas aplicaciones, aunque facilitan mucho el trabajo evitando los cálculos repetitivos y de esta forma omiten los errores humanos ejercidos por la reiteración de procedimientos. Estas herramientas siguen teniendo un control muy manual y metódico, es decir: Cuando se necesita hacer un presupuesto de obra, lo primero que se requiere son los análisis de precios unitarios (APU), los cuales, generalmente se hacen en una hoja de Excel, después de esto, se revisan las unidades de medida de cada actividad, bien sean estas en metro lineal, metro cuadrado, metro cúbico, entre otras. Para posteriormente mediante una fórmula escrita manualmente en otra hoja de Excel determinemos un costo por actividad y finalmente la suma de esto la cual también se digita de forma manual, nos pueda dar el valor total de un proyecto.

Así, después de horas o quizás días de digitalizar fórmulas podamos finalmente obtener el presupuesto, el cual después, se necesita llevar a Microsoft Project para realizar la una adecuada programación de obra, donde por segunda vez, se deben colocar precios, actividades, recursos, es decir, el mismo proceso anterior de Excel, donde adicionalmente se deben establecer criterios de vinculación de actividades para que el programa determine la ruta o el

calendario del proyecto.

Como se puede apreciar, aunque existen las herramientas, estas solo han cambiado en que permiten dejar de usar lápiz, papel y calculadora a una hoja de cálculo programada en Excel.

De tal forma, existe la necesidad de avanzar un poco en este aspecto, donde se pueda desarrollar un software educativo bajo la propuesta de un modelo matemático que permita la programación del mismo para así, poder evitar estos movimientos reiterativos y se pueda conseguir una interfaz donde solo se digite la información una vez y el programa desarrolle todos los cálculos pertinentes de forma automática, evitando así desgastes o errores generados por los procedimientos particulares.

### **2.3. Antecedentes Bibliográficos.**

- **DESARROLLO DE SOFTWARE PARA LA SIMULACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL ACEITE VEGETAL USADO EN UN BIOCOMBUSTIBLE** (Yan C. Ordonez Sánchez; Bárbara Bonilla Sánchez; José Gandón Hernández; Marilin García Díaz, 2016) Este artículo científico, predice el porcentaje de conversión de ácidos grasos en ésteres metílicos mediante modelos desarrollados programados en lenguaje CSharp y como interfaz gráfica Microsoft Visual Studio 2010. Es un buen modelo a seguir porque establece las pautas y los lineamientos necesarios para cumplir el objetivo, así como el entregable de un software que cumple con dicho procedimiento.
- (FLOREZ, Solis & BARON, Juan) **DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE LA SARTA DE PERFORACION DE POZOS PETROLIFEROS**, Bucaramanga -2015, 109 págs., Trabajo de grado para optar al título de ingeniero de

petróleos, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías, Escuela de Ingeniería de Petróleos. Este trabajo genera el diseño de sartas de perforación mediante una metodología ágil llamada Modelo-Vista-Controlador utilizando lenguaje de programación java, es un trabajo referente porque tiene como virtudes trascendentales los modelos establecidos para la automatización y organización de cálculos y procesos vinculados a los diseños de sartas de perforación.

- (LÓPEZ, Andrés) DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S. PARA SUS PRODUCTOS DE CATÁLOGO BASADO EN LAS CARGAS DE TRABAJO, Bucaramanga – 2017, 140 págs., Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecánico, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías, Escuela de Ingeniería Mecánica. Este trabajo de grado sirve de referente porque hace una óptima distribución y aprovechamiento de los recursos mediante la planeación, la eficiencia y el control de la producción de una empresa metalúrgica gracias a los modelos y lineamientos establecidos programados en lenguaje Python.
- (GUAYAZAN, Pablo & HERNANDEZ, Juan) DESARROLLO DE SOFTWARE PARA LA COMPARACION DE LA VELOCIDAD DE UN CANAL ABIERTO UTILIZANDO EL FACTOR DE FRICCIÓN DE DARCY-WEISBACH Y LA ECUACION DE MANNING, Bogotá - 2015, 67 Págs., Monografía para optar por el título de Ingeniero Civil. Este trabajo sirve como referente porque se desarrolla una aplicación que permite la comparación de velocidades con diferentes ecuaciones de factor de fricción, los cuales logran implementar herramientas informáticas las cuales contribuyen a un mejor entendimiento del tema y complementa la parte práctica y

teóricas.

- (SARMIENTO, Edgar) DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO ASISTIDO DE EJES SOMETIDOS A CARGAS ESTATICAS Y DINAMICAS, Quito – 2016, 179 Págs., Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Este trabajo sirve como referente debido a que gracias a los lineamientos y modelos seguidos permite el desarrollo de una herramienta informática que permite al diseñador un crecimiento productivo gracias a la reducción de tiempo usado para diseñar ejes.
- (CAMPOVERDE, Juan) *SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE VOLUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRA Y SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE PÓRTICOS DE VARIOS PISOS POR EL MÉTODO DE G. KANI'S*, Guayaquil – 2002, 397 págs., Tesis de Grado Previa a la obtención del título de Ingeniero Civil. Este trabajo sirve como referente debido a que, mediante lineamientos, modelos de secciones longitudinales y transversales permite el desempeño para realizar cálculos sencillos, evitando el uso de softwares más complicados, además de diseñar un software complementarios para el cálculo de momentos finales de una estructura aporticada de varios pisos.
- (LUNAVICTORIA, Luis; ALARCÓN, Geovanny & HADATTY, Josué) DISEÑOS DE VIGAS PRESFORZADAS APLICADA A UN PASO PEATONAL Y DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA SU ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN, Guayaquil – 2014, 412 págs., Proyecto de graduación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil. Este trabajo sirve como referente debido a que se elabora un manual de diseño de vigas a pasos peatonales, que sirven de ejemplo para posteriormente facilitar los cálculos en el software desarrollado a cualquier persona que desee calcular sus vigas mediante la

inclusión editable de sus secciones, carga y materiales.

- **APLICACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO Cefficiency PARA EL DISEÑO DE CANALES DE MÁXIMA EFICIENCIA HIDRÁULICA** (Acosta, Valdez, & González, 2019). Este artículo científico, sirve de referencia porque, enfatizan el empleo de la tecnología de la información como una herramienta indispensable para la optimización de recursos y de resultados favorables, diseñando así un software educativo, didáctico que contribuye al proceso educativo y la formación integral de los estudiantes.
- **(MUÑOZ, Jorge) DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO PM4R QUE PERMITA AUTOMATIZAR LA ETAPA DE PLANIFICACION PARA ESTIMAR TIEMPOS A TRAVÉS DE ALGORÍTMOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO**, Lima – 2019, 95 págs., Tesis para optar por el título de Ingeniero Informático. Este trabajo sirve de referente debido a que crea un modelo de 7 etapas integradas donde se permite tener una ruta para la realización de una buena gestión a la hora de definir correctamente las actividades, costos y tiempos en los proyectos.
- **(ESCUDERO, Olga) ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL CONTROL DE LOS PROCESOS OPERATIVOS EN EL DEPARTAMENTO DE VINCULO CON LA COMUNIDAD DE LA FAFI**, Babahoyo – 2018, 20 págs., Examen complejo de grado previo a la obtención del título de ingeniera en sistemas. Este trabajo sirve como referente porque satisface la necesidad humana gracias al contar con automatización de las empresas lo cual permite tener un mejor control y agilidad en las diferentes actividades del personal en el departamento de

vinculación de la FAFI. Mediante un modelo que determina los requisitos para realizar las actividades, solicitudes, asignaciones, etc.

- (PERÉZ, Francisco) DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL CÁLCULO Y EL ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE RUGOSIDAD, Barcelona – 2018, 78 págs., Trabajo de fin de Grado para obtener el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Este trabajo sirve como referencia debido a que se desarrolla un software para determinar la rugosidad de las superficies, mediante un modelo matemático que toma de base algunos parámetros y topografías para analizar distintas muestras mediante algoritmos establecidos.
- (BUSTOS, César) DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE CANALES ABIERTOS DE FLUJO UNIFORME, Ambato – 2016, 366 págs., Trabajo experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil. Este trabajo sirve como referencia debido a que mediante la fundamentación teórica del cálculo de canales abiertos se codifica un software para este tipo de canales, el cual permite obtener de forma rápida y segura, los tirantes, elementos geométricos, secciones hidráulicas, entre otras características básicas de los canales abiertos con flujo uniforme.
- (VILLAMAR, Daniel) METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE COMPUTO PARA EL DISEÑO DE BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE Y SU APLICACIÓN, Guayaquil – 2007, 187 págs., Tesis de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero de Petróleos. Este trabajo de grado sirve como referente debido a que mediante un proceso sistemático que considera varias alternativas y un método de secuencia de pasos establecidos en el desarrollo de un

software que ahorra tiempo y esfuerzo, así como los errores humanos inevitables.

- (MATAS, Bruno) DESARROLLO DE UN SOFTWARE LIBRE EDUCACIONAL PARA ANÁLISIS DE VIGAS CONTINUAS, Valladolid – 2018, 73 págs., Trabajo de final de Grado para optar por el título de ingeniero mecánico. Este trabajo sirve como referente debido al desarrollo de un software educacional, que mediante una serie de pasos se desarrolla la programación en Python, generando una aplicación que calcula momentos flectores, giros y desplazamientos de vigas.

## **2.4. Marco Teórico**

### **2.4.1. Industria de la Construcción**

Debido a la importancia del desarrollo infraestructural que debe tener un país, puesto que este es un importante pilar para el crecimiento económico, ya que se convierte en un aporte esencial para las microempresas que se dedican de manera directa y relacionadas dentro del contexto de la construcción, así, como el efecto desarrollado por la mano de obra pues es considerado uno de los ámbitos que más genera empleo en un país. (Acaro)

Actualmente la industria de la construcción genera el 6.8 % por ciento del total de empleos en el país e incrementó un 12.5% en el último periodo del año 2019, según la cámara colombiana de la construcción (Camacol). De tal forma que entre las inmobiliarias empresariales y de alquiler, junto a la construcción generan más de 3.1 millones de empleos al año. (Periodico El Tiempo, 2019).

La industria de la construcción tiene la tarea de proyectar, diseñar, instalar, reparar, organizar, planear, controlar y mantener las obras civiles que demanden los sectores públicos y

privados. Por lo tanto, su filosofía se define como la lucha incansable por el desarrollo y bienestar social.

Así mismo, la administración de la construcción está inmersa dentro de cada una de las áreas de la ingeniería civil, incluso antes de la aprobación y ejecución de un proyecto, por lo tanto, el estudio de costos, presupuestos y programación de obra es completamente fundamental para el desarrollo y control de los recursos utilizados. (Anaya, 2001)

#### ***2.4.2. Los Costos en la Construcción***

La industria de la construcción desarrolla un producto físico al igual que el de la industria manufacturera, con la diferencia de que este se produce es único para cada proyecto y es materializado en un sitio que no tiene variación espacial. Es por esto, que la construcción se puede definir como un proceso que transforma los diferentes tipos de recursos en estructuras únicas, que impulsan el desarrollo infraestructural y a su vez activan otros sectores de la economía.

Por lo tanto, los costos de un proyecto de construcción se deben por los recursos que se necesitan para realizarlo, la mano de obra que ejecuta las actividades, las diferentes herramientas y los equipos son algunos de los elementos imprescindibles para representar el impacto económico que se requiere para el control y ejecución de un nuevo proyecto de construcción.

Estos, bien pueden ser basados mediante modelos estadísticos, que determinan una probabilidad en ocasiones, sobredimensionadas. También, se puede basar mediante la lógica y la experiencia basados en antiguos proyectos similares e incluso, algunas personas se basan en métodos publicados por personas escolarizadas idóneas en el tema.

## **Fases de los Costos en la Construcción**

- **Análisis de Costos Inicial**

La fase inicial para la estimación de costos para un nuevo proyecto o el análisis de costos inicial, se realiza en la mayoría de los casos por información suministrada de proyectos con la misma magnitud; es decir, que tenga una relación directa entre tamaño y complejidad. Donde se calcula el costo de ejecución por metro cuadrado, estableciendo así un promedio entre proyectos previamente materializados en los últimos meses, o el último año.

- **Análisis de Costos Intermedio**

Un análisis intermedio de costos, hace referencia a una información exacta y específica con respecto a un análisis de conceptos económicos mediante el desarrollo de herramientas asistidas como diseños y dibujos técnicos, que permiten calcular el impacto económico de las actividades a realizar. En este punto, se espera que los costos estén calculados por lo menos en el 50% de la totalidad del proyecto.

Esta fase de los costos, le permite al calculista el tiempo necesario para ajustar los materiales, el diseño de todos los elementos de la obra, permitiendo así establecer si estese sale de las limitaciones financieras del proyecto.

- **Análisis de Costos Final**

Para la fase final previo a la elaboración de un presupuesto, se deben tener la información detallada de por lo menos el 90% de la elaboración del proyecto, así mismo como las especificaciones de los proveedores y los precios actuales del mercado, lo cual

permitirá a todos los contratistas interesados en la licitación, desarrollar propuestas más competitivas, en donde si es necesario, se proponen cambios o nuevos planos que generen más utilidad y beneficio para el proyecto.

De tal forma, en esta fase se deben establecer la identificación y el análisis detallado de las actividades necesarias a realizar, donde se origina un análisis detallado de costos, actualizados.

### **Presupuestos**

Los presupuestos, es la suposición del costo que tendrá un producto, mediante el conjunto de pronósticos referentes a un periodo de tiempo estipulado. Es el elemento primordial para la planeación y ejecución de una obra, el cual se empieza a determinar desde que se toma la decisión de construir.

El presupuesto tiene como objetivo determinar los costos para poder materializar un proyecto mediante unos planos y especificaciones establecidos por un especialista. De tal forma es el resultado de la presentación ordenada de un proyecto (Tume).

Para poder relacionar el concepto de costo de actividades, se maneja un presupuesto base cero, gracias a que esta técnica establece que un presupuesto se pueda construir mediante la premisa de que las actividades establecidas anteriormente deben ser justificadas. Por lo tanto, lo convierte en el método empleado por la mayoría de entidades públicas y gubernamentales al redor del mundo. (Acaro)

De tal forma, un presupuesto es un procedimiento analítico estructurado, el cual tiene como enfoque principal, establecer o definir costos, determinar tiempos, establecer los tiempos determinados en un cronograma de actividades, para finalmente, ejecutar y controlar el

cronograma.

- Presupuesto desde el punto de vista de la planificación de proyectos:

Es un conjunto de previsiones coordinadas que permiten establecer la anticipación de los resultados considerados por un proyectista, de tal forma, brinda una estimación programada de manera sistemática de todas las condiciones operacionales y los resultados esperados en una obra durante un periodo determinado.

- Presupuesto desde el punto de vista financiero:

Es la agrupación de los costos de cada una de las actividades o conceptos necesarios para poder realizar cada fase de un proyecto, por lo tanto, consiste en un análisis de costos y cantidades que se desenvuelve en un monto económico para poder cumplir con su realización, por lo tanto, es la expresión cuantitativa real de los objetivos propuestos a alcanzar en el periodo de tiempo que se estima la construcción.

### **Tipos de Presupuestos**

El tipo de presupuesto depende directamente de su propósito al cual se está preparando, así como la información disponible al momento de poder hacerlo. Generalmente los presupuestos se clasifican en dos: Aproximado y detallado, de acuerdo con el desarrollo de un proyecto, debido a que este varía desde que se inicia hasta que se complete la construcción, esto es lo que determina el nivel de precisión con respecto al costo real y el costo realizado.

### **Presupuestos de Obra Aproximados**

Un presupuesto aproximado es el que se desarrolla desde el inicio del proyecto, pero con muy poca información, entre estos presupuestos están los presupuestos:

Presupuesto perfectible, presupuesto factible y presupuesto durante el diseño.

- Presupuesto perfectible: Es aquel estipulado antes del desarrollo de planos y especificaciones técnicas, basado simplemente en parámetros muy generales tales como dimensión del proyecto, calidad de construcción, utilidad del proyecto. El margen de error de este tipo de proyecto está entre el 15% y 25%, debido a la falta de información que se tiene, el propósito de este tipo de presupuesto es determinar la factibilidad de un proyecto y su financiamiento.
- Presupuesto factible: Es aquel que tiene desarrollo una vez se ha suministrado una información acerca de diseños preliminares, en el cual se puede establecer una factibilidad. Por lo tanto, es posible establecer los parámetros más importantes que tendrá el proyecto, por lo tanto, será posible realizar una cotización e introductorial presupuesto del costo total. Este tipo de presupuesto tiene un margen de error del 10% al 15%.
- Presupuesto durante el diseño: En el momento que se tienen los datos reales del proyecto, tales como su diseño, su uso, su complejidad, es posible cuantificar de forma más exacta el presupuesto, debido a que ya se ha realizado un procedimiento anteriormente, este tipo de presupuesto tiene un margen de error del 5% al 10%.

### **Presupuestos de Obra Detallados**

El presupuesto de obras detallado, es aquel que tiene todos los conceptos necesarios que harán parte de la construcción, por lo tanto, se puede realizar un costo mucho más aproximado, de esta forma, este es el tipo de presupuesto es mucho más específico, con lo que genera un grado de probabilidad más real, debido a que incluye mano de obra, equipos y materiales para construirlo.

Este tipo de presupuesto se desarrolla antes del inicio de la construcción, pero con toda la información requerida que este constituye. Dentro de este tipo de presupuesto se encuentran los presupuestos para la construcción y presupuestos para modificaciones dentro de la construcción.

- **Presupuestos para la construcción:** Es el presupuesto que se establece mediante la información dada por las herramientas de documentos legales, planos y especificaciones técnicas, medios de contratación y pagos. Es un presupuesto con mucho detalle, que estima rendimientos y cuadrillas con bases de datos históricos, experiencia y precios del mercado. Su margen de error es de alrededor del 5%.
- **Presupuestos para modificaciones durante la construcción:** Es un tipo de presupuestos preparado como respuesta a un cambio solicitado por el propietario, por lo cual, su margen de error es menor del 5%, debido a que ya se conoce el trabajo con mucho detalle.

### **Elaboración de un Presupuesto**

La elaboración de un presupuesto es la realización de un análisis matemático el cual dependerá de las distintas condiciones que afectan de manera directa e indirecta un proyecto, tales como la determinación de las cantidades de recursos necesarios detallados en los planos, los costos por unidad de medida, la mano de obra, el equipo y las herramientas, así como los gastos relacionados con el tiempo de la ejecución de la obra.

El primer aspecto que se debe revisar para la creación de un buen presupuesto, son las condiciones que lo rodean, aspectos como la ubicación, la seguridad, el tráfico, la disponibilidad de los almacenes, costos de transporte, facilidades de acceso, los distribuidores

de los materiales, el costo de la mano de obra, y los precios locales, son información que se debe disponer, para presupuestar con éxito.

Un ingeniero civil debe tener la capacidad de determinar las cantidades exactas de construcción, mediante el metrado de cada uno de los elementos existentes en el trabajo a desarrollar. Por lo tanto, el proceso que se debe desarrollar aquí es registrar las cantidades y sus respectivas unidades de medidas, así como la asignación de los precios de material y mano de obra o equipos. A la hora de realizar subcontratos, se debe tener en cuenta los costos de cada uno de los especialistas. De igual forma, para cada uno de los proveedores del proyecto.

Es importante calcular cada uno de los costos directos e indirectos del proyecto, calculando los impuestos de materiales, mano de obra, seguros y demás gastos generales.

### **Costos Directos, Indirectos y Utilidad**

Estos costos son aquellos que proporcionan la información para la toma de decisiones económicas. Los costos directos, son aquellos que están directamente involucrados en la ejecución de la obra, los costos indirectos, hacen referencia a los gastos no incluidos en los costos directos, tales como los gastos administrativos, seguridad, entre otros. La utilidad, terminan siendo el porcentaje que el contratista estima como beneficio, el cual es un porcentaje del costo directo y hace parte del movimiento económico del proyecto.

De tal forma tenemos que:

- **Costos Directos**

Son aquellos que se atribuyen directamente a la ejecución del proyecto, tal como materiales, mano de obra calificada y no calificada, herramientas, equipos y maquinarias. El análisis de estos costos, se debe realizar para cada una de las actividades o fases que hacen

parte del proyecto, los cuales se acercarán al costo real. De tal forma, para tener un mayor rendimiento no siempre se estima que el costo calculado, será el costo real, debido a los diferentes cambios que se pueden generar en el proceso, por lo tanto, los criterios que se deben asumir para el cálculo de los costos directos, son:

- **Costo directo de la mano de obra:** Este costo se establece por la relación del rendimiento determinado por una cuadrilla y el tiempo que se calcula para terminar dicha actividad, los cuales pueden ser tomados de proyectos similares o establecidos por la experiencia del calculista. El rendimiento es la cantidad de trabajo establecido por una unidad de medida.

Es un parámetro muy variable, que dependen de distintos factores, como la edad del personal, su capacidad física, la habilidad natural y su experiencia, así como la ubicación de la obra, su condición mental, el ambiente en el que se desarrolla la actividad, etc.

- **Costo directo de los materiales:** Hace referencia a la cantidad o insumos que se necesitan para una unidad de medida, de tal forma, es el aporte de materiales expresados en unidades de comercialización.

Las cantidades se establecen mediante los registros de obra, de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto, así, como del sistema constructivo seleccionado, por lo tanto, se proporciona un resultado muy similar a la realidad. Sin embargo, como estos datos no dejan de ser teóricos, se termina añadiendo una cantidad en concepto de desperdicios, el cual termina siendo en la mayoría de casos, un porcentaje adicional sobre la cantidad “exacta” que requiere dicha actividad.

- **Costo directo del equipo:** Este derivado del uso correcto de las máquinas y herramientas adecuadas y necesarias para la ejecución de los trabajos conforme a lo establecido en las especificaciones técnicas del proyecto así como los del contrato. Estos, se componen de gastos fijos y gastos variables, los cuales se determinan dependiendo el consumo para su utilización. Este costo directo se establece como el cociente del costo directo por hora entre el rendimiento horario de la máquina.

De la misma forma que con la mano de obra, se mide en unidades de rendimientos, los cuales dependerán de factores como, la habilidad del operario, la complejidad del lugar, como lo son, la pendiente del terrero, las maniobras necesarias, el tipo de material manipulado, etc.

- **Costos Indirectos**

Este tipo de costos, son aquellos que no pueden ser directamente atribuibles a la ejecución del proyecto. Básicamente, son los gastos que se generan por el funcionamiento de la empresa, gastos como: administrativos, dirección técnica de campo, papelería, mobiliarios y otros. Son algunos de los que hacen parte de estos costos.

Son todos aquellos gastos, que no se pueden aplicarse desde una determinada partida, sino a todo el conjunto de la obra, de tal forma comúnmente encontramos los siguientes costos indirectos:

- **Gastos generales:** Son los gastos que no están relacionados con el tiempo de ejecución del proyecto, sin embargo, hacen parte de un porcentaje del costo directo.

- **Gastos generales de la obra:** Son gastos relacionados con el tiempo de ejecución del proyecto, el cual es un porcentaje del montón total del costo directo, estos gastos hacen referencia a los gastos administrativos de oficina.
- **Gastos administrativos:** Son los gastos que hacen referencia a las bonificaciones, beneficios sociales, seguros de accidentes, papelería, útiles de escritorio, derechos de ocupación, costos de servicios, etc.
- **Gastos financieros:** Son los gastos que se dan para poder cubrir los costos que genera una obra antes de haberse iniciado. Debido a que el gasto inicial lo otorga el contratista, esto conlleva a un gasto financiero con el fin de obtener una fianza a favor de la entidad contratante.

- **Utilidad**

Es un montón previsto por el contratista, el cual hace referencia a un porcentaje del monto de costo más los gastos generales y forman parte del movimiento económico general de la empresa, con el objeto de dar dividendos, capitalizar, reinvertir, pagar impuestos, etc.

Se puede considerar como el margen de ganancia para el contratista, sin embargo, el cálculo de esto se debe contar de manera proporcional a las tasas de utilidad según el montón, tipo de obra, riesgo, valor de los servicios y la tasa de productividad del capital que requiere la obra (Tume).

### **Programación de Obra**

La programación de obra, no es más que la gestión del cronograma al momento de darle una estimación cronológica al desarrollo de un proyecto, por lo tanto, la definición de proyecto establecida por la sexta versión del PMBOK es “Un proyecto es un esfuerzo

temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”, de tal forma entendemos como programación de obra, como la gestión del cronograma de un proyecto.

### **Desarrollo del Cronograma**

El cronograma es la metodología que se utiliza para establecer las políticas, los procedimientos y la documentación para poder planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el proyecto. Este es un beneficio clave para el proceso, el cual da las guías y direcciones sobre como de debe manejar el cronograma a lo largo del mismo. Por lo tanto, este proceso se lleva a cabo una única vez para cada proyecto (Project Management Institute, 2017).

Los procesos que se requieren para generar una administración pertinente a cada proyecto y poder finalizarlo a tiempo, son los siguientes:

- Planificar la gestión del cronograma: Es el proceso de establecer políticas, documentación para planificar los procedimientos, desarrollarlos, gestionarlos, ejecutarlos y controlarlos.
- Definir las actividades: Es el proceso de identificación y documentación de las acciones específicas que tienen que realizarse para elaborar cada uno de los entregables del proyecto.
- Secuenciar actividades: Es el proceso de identificación y documentación de las relaciones directas entre las actividades del proyecto.
- Estimar la duración de las actividades: Es el proceso de establecer una cantidad de periodos necesarios para desarrollar las actividades mediante los recursos estimados.

- **Desarrollar el cronograma:** Es el análisis que se realiza sobre la secuencia de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para poder crear el modelo más idóneo del mismo, su monitoreo y el control.
- **Controlar el cronograma:** Es el proceso que se establece para monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma y gestionar los cambios a la línea base del mismo.

## 2.5. Marco Conceptual

- **Actividades críticas:** Son las actividades cuya holgura es nula y que, por lo tanto, si se retrasan en su fecha de inicio o se alarga en su ejecución, provocaran un retraso exactamente igual en el tiempo de ejecución del proyecto.
- **Análisis de precios unitarios:** Es el proceso de determinación del costo por unidad de medida de una actividad específica, teniendo en cuenta los materiales, la mano de obra, las herramientas y equipos necesarios.
- **Aprendizaje Autónomo:** Es un proceso donde la propia persona autorregula su aprendizaje y toma conciencia de sus propios procesos cognitivos y socio afectivos, el cual requiere de un enlace entre las variables cognitivas y las afectivo/motivacionales para poder diseñar y aplicar las estrategias de aprendizaje (Cárcel Carrasco, 2016).
- **Balance General:** Es el resumen de todo lo que tiene la empresa, de lo que debe, lo que le deben y de lo que realmente le pertenece a los propietarios, a una fecha determinada.
- **Beneficio:** Es la cantidad monetaria resultante de la diferencia entre ingresos y

costes de una inversión.

- **Calidad del Software:** Hace referencia al grado de desempeño de las principales características con las que se disponen los sistemas de información durante su ciclo de vida. (Callejas-Cuervo et al., 2017)
- **Calidad educativa:** Son los procesos de formación en las instituciones contextualizados a los rangos de bienestar de los sujetos, con principios de equidad, relevancia, pertinencia, eficacia y eficiencia en el cumplimiento de las políticas direccionadas a tal fin (Marín-González et al., 2018).
- **Contabilidad:** Es la técnica que se encarga de estudiar, medir y analizar el patrimonio, situación económica y financiera de una agencia u organización:
- **Costo de la construcción:** Es el valor monetario que deriva de la complejidad de una propuesta, la tecnología empleada, la disponibilidad, la calidad del trabajo, las garantías y los plazos.
- **Costo del proyecto:** Es el gasto que se genera gracias a la formulación de un proyecto, la cual, dependerá del programa, su dimensión, los organismos y las presentaciones que este represente.
- **Costo derivado del mantenimiento:** Es aquel costo que depende de la durabilidad de los materiales seleccionados y de los sistemas, la previsión y prevención de la información.
- **Costo derivado del uso:** Este tipo de costo depende de la durabilidad de materiales seleccionados y sistemas de adaptabilidad.
- **Costos directos:** Son los costos constituidos por los insumos necesarios para la realización de un proyecto

- **Costos indirectos:** Son los costos que no tienen relación directa con la elaboración de un producto o un servicio pero que son consumidos durante el proceso productivo.
- **Costos:** Es el valor monetario de los consumos de factores para la realización de una actividad económica, destinada a la producción de un bien o servicio.
- **Cuenta de cobro:** Es el documento por el cual se deja la constancia del valor adeudado por un tercero.
- **Diagrama de GANT:** Es una herramienta grafica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.
- **Egresos:** Es el flujo de dinero que sale, debido a los diferentes costos operacionales o administrativos que tiene una agencia, empresa o persona.
- **Empresa:** Entidad en la que interviene el capital y el trabajo como factores de producción de actividades industriales o mercantiles o para la prestación de servicios.
- **Estándares para la calidad del software:** Son la serie de recomendaciones a seguir para la entrega de un producto que se encuentra dentro de la calidad de software, con respecto a una metodología que cumpla con las expectativas esperadas. Estos estándares pueden ir con base a las siguientes características: Funcionalidad, Fiabilidad, Usabilidad, Eficiencia, Mantenibilidad, Portabilidad (González et al., 2017).
- **Gastos de administración:** Son los gastos del personal que apoya las actividades de una empresa, además de los gastos en los que incurre, para poder distribuir,

mercadear y realizar todo el proceso de ventas.

- **Gastos fijos:** Son los gastos que en su magnitud permanecen constantes, son los gastos que teniendo o no trabajo, debemos pagar.
- **Gastos financieros:** Se refiere a los intereses de financiación. El cual es un elemento clave en la evolución del proyecto y de la gerencia.
- **Gastos variables:** Son los gastos que están directamente ligados al costo de ventas, ya que dependen del volumen de producción, o son costos que, siendo fijos, varían por diversos motivos que no podemos controlar.
- **Gestión de la calidad educativa:** Es el conjunto de procesos teóricos y prácticos que favorecen el mejoramiento continuo de la calidad, equidad y permanencia de la educación (García Colina et al., 2018).
- **Gestión de proyectos:** Es el proceso de manejar un proyecto, en donde la finalidad es representar las diferentes fases, tareas y actividades, así como desarrollar, gestionar, monitorear y controlar las diferentes actividades que hacen parte del proyecto.
- **Honorarios:** Se entiende como la remuneración por servicios que una persona natural o jurídica presta a otra persona natural o jurídica.
- **Impuestos:** Corresponden al desembolso de pago de impuestos, este monto se calcula sobre la utilidad antes del impuesto.
- **Ingresos:** Son las cantidades de dinero que recibe una agencia, empresa, persona u organización por la venta de sus productos y servicios.
- **Mano de obra:** Es el recurso humano que se emplea directamente en la elaboración de un producto, bien o servicio.

- **Materiales:** Son los elementos que utilizamos directamente en la realización o producción de un bien.
- **Metraje:** Es la unidad de medida que se establecerá para determinar un análisis de precios unitario.
- **PERT:** Es una malla que permite planificar y controlar el desarrollo de un proyecto, la cual trabaja con tiempos probabilísticos.
- **Pliego de condiciones:** Es el análisis de obligaciones y derechos, identificación de riesgos y condiciones de exigencias, anotación de exigencias documentales para la gestión del tiempo.
- **Precio:** Es el valor de venta de la producción de una empresa, pueden ser servicios u obra, el cual está comprendido todos los costos más los beneficios, ganancias o rentas.
- **Presupuesto:** Es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista, expresada en valores y términos financieros que deben cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas.
- **Recurso informático:** Es un medio y recurso que facilita la enseñanza y el aprendizaje dentro del contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder de manera más fácil a la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes o destrezas (Burgos Moreira & Velasco García, 2018) .
- **Rendimiento de mano de obra:** Es el tiempo medio que emplea un operario o equipo de operarios para realizar una tarea en condiciones previsibles.
- **Rendimiento de materiales:** Es la cantidad de materiales necesaria para realizar una tarea, incluido los desperdicios.

- **Rendimientos de equipos y herramientas:** Es el costo por el consumo de energía para su funcionamiento, más el costo del mantenimiento, reposición promedio, más el costo de arriendo por unidad horaria o métrica.
- **Ruta crítica:** Es la secuencia de los elementos terminales de red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto en el que es posible completar un proyecto.
- **Servicios:** Son los ingresos que se reciben por la prestación de un servicio, en donde predomina el ejercicio intelectual.
- **Software educativo :** Es un conjunto de programas de computador, que están diseñados específicamente para la enseñanza y el aprendizaje de temáticas dentro de cualquier área del conocimiento, con el fin de facilitar el proceso de enseñanza y consecuentemente del aprendizaje (Guerra et al., 2016; Niño & Fernandez, 2019) .
- **Software:** Un software es la suma de procedimiento, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de cómputo (Press, 1993).
- **Tecnologías de Información y Comunicación:** Las TIC constituyen herramientas que permiten potencializar el proceso de aprendizaje mediante el acceso a variados recursos de conocimientos, gracias a la colaboración y el trabajo grupal donde se utilizan diferentes recursos epistemológicos (Pizarro Chacón & Cordero Badilla, 2013).

## 2.6. Marco Contextual

Este proyecto de grado, se basa en la necesidad de implementar nuevas herramientas

tecnológicas que complemente el material de estudio de la carrera Ingeniería Civil y afines, visto en las aulas de clases de la Universidad Francisco de Paula Santander . A pesar de que la magnitud del proyecto puede llegarse a extender a una población más grande, inicialmente se espera que el impacto social y la población afectada de este proyecto sean los estudiantes, profesores, y profesionales de ingeniería civil o afines que se encuentren en el municipio de San José de Cúcuta.

## **2.7. Marco Legal**

### **Código sustantivo del trabajo**

El código sustantivo del trabajo es un compendio de normas que regula las relaciones entre los trabajadores y empleadores, el cual empezó a regir en Colombia desde el año 1950 y ha sido objeto de muchas reformas siempre propendiendo a una defensa de los derechos de los trabajadores en el sentido de que la relación laboral se preste de una manera digna y humana, en el que tiene que ver con la prevención de los accidentes de trabajos y enfermedad profesional, en relación, con la salud ocupacional.

### **Leyes 80 de 1993, 1115 de 2007, decreto 1510 de 2013.**

Estas leyes y decreto son el marco legal de la contratación pública en Colombia, aquellas que establecen las normas y los procedimientos para contratar y muestran las diferentes modalidades de selección del contratista.

### 3. Diseño Metodológico

#### 3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación utilizado en este proyecto es aplicada, parte de una serie de conocimientos previos e información extraída de diferentes fuentes bibliográficas con el propósito de resolver una necesidad en cuanto a alternativas tecnológicas en el programa de Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander; lo que dio como resultado una propuesta metodológica para el desarrollo de una herramienta de apoyo formativo académico.

#### 3.2. Población y Muestra

##### **Población**

Esta investigación está dirigida en primera instancia, es decir los primeros 4 objetivos a los temas del área de la construcción y en segunda instancia a los estudiantes de ingeniería civil y egresado que hacen parte de la Universidad Francisco de Paula Santander, sede Cúcuta-Colombia.

##### **Muestra**

Se tomó como primera muestra, los temas de costos, presupuestos y programación de obra, los cuales aportarán para el desarrollo de los primeros 4 objetivos, y para el cálculo de la segunda muestra se realizó un muestreo aleatorio simple aplicando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

k= nivel de confianza

p= probabilidad de ocurrencia del evento  
q = probabilidad de no ocurrencia del evento  
N= población  
e= error permitido

### **Instrumentos para la Recolección de Información**

Se establecen las siguientes fuentes de información para el desarrollo del proyecto:

Fuentes primarias: se diseñó una encuesta que se aplicó a los estudiantes y graduados de ingeniería civil para caracterizar la percepción acerca del manejo que posee de costos, presupuestos y programación de obra.

Fuentes secundarias: el micro currículo del programa de Ingeniería Civil de la materia costos y presupuestos.

Las referencias bibliográficas para el desarrollo de este proyecto, son artículos, revistas y libros que traten sobre costos y presupuestos, que permitan realizar la propuesta de modelos y diagrama de flujos de la manera más idónea, así, el manejo del PMBOK para el desarrollo de la gestión del cronograma haciendo énfasis en la programación de obra.

### **3.3. Fases del Proyecto**

**Fase 1:** Realizar una revisión y análisis bibliográfico sobre la elaboración de costos, presupuestos y programación de obra.

Actividades:

- Buscar referencias bibliográficas actualizadas sobre los últimos modelos para la elaboración de costos, presupuestos y programación de obra.
- Identificar los métodos actuales que se imparten en la universidad francisco de

paula Santander

- Analizar las referencias bibliográficas con el fin de relacionarlas con el método de enseñanza de la universidad
- Definir cuáles de los modelos que se adaptan directamente a las metodologías impartidas por el programa de Ingeniería Civil.

**Fase 2:** Definir modelos basados en el análisis bibliográfico realizado que permita establecer un proceso óptimo para el desarrollo de una herramienta tecnológica que determine los costos, presupuestos y programación de obra en proyectos de ingeniería civil.

Actividades:

1. Realizar un análisis del procedimiento enseñado en el programa de ingeniería civil con el fin de definir un modelo lo más allegado posible.
2. Establecer una serie de pasos que permitan entender y realizar el desarrollo de costos y presupuestos con base a los modelos predefinidos anteriormente.
3. Realizar un análisis del procedimiento enseñado en el programa de ingeniería civil con el fin de definir un modelo lo más allegado posible.
4. Establecer una serie de pasos que permitan entender y realizar el desarrollo de la programación de obra en proyectos de ingeniería civil.

**Fase 3:** Proponer el modelo de ejecución de datos y la plantilla arquitectónica preliminar de la interfaz que sirva como base para el posterior desarrollo de un software académico.

Actividades:

1. Realizar un diagrama de flujo y otras herramientas de apoyo, que ayuden a definir el orden lógico de la ejecución correcta de datos para la elaboración de costos,

presupuestos y programación de obra.

2. Establecer cuantas interfaces se deben tener como mínimo para que el manejo de inserción de datos sea fácil y rápido.
3. Definir una arquitectura de software para su correcto funcionamiento y mantenimiento
4. Definir un modelo preliminar para cada interfaz que sirva como base para un posterior desarrollo de las interfaces definitivas que se requerirán cuando se desarrolle el software propuesto.

**Fase 4:** Caracterizar la percepción de los estudiantes de ingeniería civil sobre el conocimiento que tienen acerca de los temas vistos en este proyecto.

Actividades:

1. Realizar un instrumento de recolección de información por medio de una encuesta que permita al estudiante dar las respuestas adecuadas para determinar la percepción que posee con respecto a los costos, presupuestos y programación de obra.
2. Aplicar la encuesta al tamaño de muestra calculada
3. Establecer y ordenar los datos estadísticos de las diferentes variables cuantitativas
4. Análisis e interpretación de los resultados de cada variable a medir
5. Definir las conclusiones con respecto a los resultados de las encuestas.

#### **4. Desarrollo de Actividades**

Para el cumplimiento del objetivo general en esta investigación, se llevó a cabo el cumplimiento de todos los objetivos específicos. A continuación, se muestra el desarrollo.

##### **4.1. Objetivo Específico # 1. Realizar una Revisión y Análisis Bibliográfico sobre la Elaboración de Costos, Presupuestos y Programación de Obra con el fin de Encontrar Modelos que Permitan Enriquecer los Conocimientos Impartidos por el Programa de Ingeniería Civil.**

En el desarrollo de este objetivo se realizó una revisión bibliográfica de los contenidos y material de apoyo o referencia sugerido en el micro currículo de la asignatura de Costos, Presupuestos y Programación para lo cual se tomaron como guía los objetivos planteados allí planteados.

## Revisión General de la Asignatura Costos, Presupuestos Y Programación:

Dentro del programa de Ingeniería Civil se imparte la siguiente metodología de enseñanza:

<b>Nombre de la materia</b>	COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACION				
<b>Código de la materia</b>	1110807		<b>Semestre de la materia</b>	OCTAVO	
<b>Área de formación:</b>	Área de Básicas <input type="checkbox"/>	Area aplicada <input type="checkbox"/>	Area profesional <input checked="" type="checkbox"/>	Área de formación socio-humanista <input type="checkbox"/>	
<b>Tipo de asignatura:</b>	Obligatoria <input checked="" type="checkbox"/>		Electiva <input type="checkbox"/>		
<b>Prerrequisitos</b>	1111703 CONSTRUCCION II/ 1111706 ECONOMIA Y FINANZAS PARA INGENIERIA				
<b>Créditos académicos:</b>	H.T. 4	H.P. 0	H.T.I. 5	H.A.D. 0.5	H.A.P. 0
<b>Total de horas</b>	Total horas semanales: 9			Total horas semestre:144	
<b>Profesor</b>	Nombre:		e-mail:		

\* H.T: Horas Teóricas

\* H.P: Horas Practicas

\* H.T.I: Horas de Trabajo Independiente

\* H.A.D: Horas de asesoría del docente

\* H.A.P: Horas de asesoría in situ (Practicass, comunidad)

### Objetivos del curso

General: Aprender a calcular los costos y elaborar los presupuestos y programación de obra de un proyecto de construcción.

Específicos:

- Elaborar la estructura del presupuesto de un proyecto de construcción.
- Identificar y describir las especificaciones de construcción para cada actividad de construcción.
- Calcular las cantidades de obra.
- Elaborar los análisis unitarios para cada actividad.
- Calcular los costos de administración, imprevistos y utilidad (AIU).
- Definir los otros costos que afectan el valor de la construcción del proyecto.
- Elaborar el cuadro general de presupuesto.
- Elaborar la programación de obra del proyecto.

**Figura 1** Tabla de contenido de la materia Costos, Presupuestos y Programación  
Fuente: Micro currículo Costos, Presupuestos y Programación UFPS

### **Enfoque Pedagógico Y Metodología Del Curso**

Ofrecer al estudiante, las herramientas básicas usadas en Colombia para elaborar presupuestos de obra y las diferentes alternativas para desarrollar la programación de las obras de construcción. El estudiante deberá adquirir destreza en el manejo del cálculo de cantidades de obra, análisis unitarios y programación de obra. El estudiante estará en capacidad de analizar varias alternativas de presupuesto que le ofrezcan la opción más rentable bajo diferentes opciones constructivas o de uso de materiales, sistemas constructivos y tiempo de ejecución.

**Fuente: Formato F01- Micro currículo Costos, Presupuestos y Programación UFPS.**

### **Aportes de la materia a la formación investigativa y a la proyección social**

Se realizarán actividades de investigación sobre el área de cómo realizar los diferentes presupuestos de obra, se incentivará al estudiante a que realice trabajos grupales de cálculos de obra y a la utilización de software capaces de diseñar presupuestos de obra desde el más bajo hasta el de más alto costo. **Fuente: Formato F01- Micro currículo Costos, Presupuestos y Programación UFPS.**

Se logra observar que la metodología impartida dentro de nuestra alma mater está basada inicialmente en las especificaciones técnicas del proyecto, las cuales se diseñan con base a las reglamentaciones legales dentro de nuestro país, después de esto, se implementa el cálculo de materiales mediante las mediciones de planos y especificaciones técnicas establecidas por la entidad que desea el proyecto de construcción.

Posteriormente, el desarrollo del presupuesto se basa mediante el cálculo de análisis de precios unitarios, calculando el valor de cada ítem necesario para la construcción por medio del precio por unidad de medida; siguiendo con el cálculo de costos administrativos, imprevistos y

utilidad (A.I.U.).

Con respecto a la programación de obra, la metodología utilizada por los profesores es la del método de la ruta crítica.

### **Análisis Bibliográfico**

Según la revisión realizada la bibliografía recomendada por los autores de este documento, para la metodología utilizada en el programa de Ingeniería Civil, es la siguiente:

### **Código sustantivo del trabajo**

Son el conjunto de normativas que regula las relaciones entre los trabajadores y empleadores, el cual empezó a regir en Colombia desde el año 1950 y ha sido objeto de muchas reformas siempre propendiendo a una defensa de los derechos de los trabajadores en el sentido de que la relación laboral se preste de una manera digna y humana, en el que tiene que ver con la prevención de los accidentes de trabajos y enfermedad profesional, en relación, con la salud ocupacional.

### **Leyes 80 de 1993, 1115 de 2007, decreto 1510 de 2013.**

Estas leyes y decreto son el marco legal de la contratación pública en Colombia, aquellas que establecen las normas y los procedimientos para contratar y muestran las diferentes modalidades de selección del contratista.

### **Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio**

Este documento las normas más importantes del sector, pero su gran extensión lo vuelve inmanejable porque contiene más de 1200 artículos, más de 800 páginas y reglamenta demasiadas leyes.

De tal forma, esta norma se compila decretos que reglamentan los aspectos de las **licencias de urbanismo y construcción** para cualquier proyecto que incluya edificaciones en el país y se

detallan otros criterios. Algunos de los requisitos a tener en cuenta son:

- Obligación de los Municipios a incorporar la **gestión del riesgo** en sus normas de ordenamiento territorial (Ley 1523 de 2012).
- Obligación por parte de los urbanizadores de realizar **estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa o inundación** como requisito previo para obtener la licencia de urbanismo (Ley 9/97).
- Exigencia de contar con una **interventoría para proyectos** contratados con el Estado (Ley 80/93).
- Obligación de presentar **proyectos arquitectónicos** que tengan en cuenta a las **personas en condición de discapacidad** (Ley 1680/13).
- **Exigencia de estudios** arquitectónicos, geotécnicos, estructurales, no estructurales (Ley 400/97).
- Necesidad de contar con **revisor estructural** independiente y un **supervisor técnico** independiente en ciertos casos (Ley 1796/16).
- Otras bibliografías recomendadas:

**Tabla 1**

***Bibliografía y cibergrafía recomendada por el programa de Ingeniería Civil***

<b>AUTOR</b>	<b>TITULO</b>
Ediciones CEAC Carlos Suárez Salazar	Modelos y presupuestos de obra Manual de costos y precios en la construcción
Humberto Nieto Díaz Mario E. Chandías	Presupuestos de obra Cómputos y presupuestos
Oscar F. Gómez Villa F. Álvarez Martínez	Costos de edificios Presupuestos para la construcción
J. Ma. Jansa Ribera Manuel Sánchez	Como presupuestar una obra Control de costos en la construcción
Juan Guillermo Consuegra	Presupuestos de construcción
German Olaya Perdomo	Presupuestos

AUTOR	TITULO
Hugo Cardozo	Costos y presupuestos instituto de organización y métodos
Alfredo Plazola C	Normas y costos de construcción
Juan B. Gómez	Presupuestos en la construcción
Juan B. Gómez y otros	Manual de la construcción
Jorge Noriega Santos	Trayectoria critica
A. Collantes Díaz	El Pert
Miguel Téllez Luna	Finanzas de la construcción
Jorge Noriega Santos	Obra, administración y gerencia
German Urdaneta	Licitación... Para ganar
Hernández	
Legis	Cartilla laboral
Cámara colombiana de la infraestructura	Tarifas de arrendamiento para equipos de construcción
Legis	Guía LEC de la construcción
Álvaro Gamboa	Construprecios
Jorge Eliécer Camargo	Construinformes
Legis	Revista CONSTRUDATA

Fuente: Micro currículo Costos, Presupuestos y Programación UFPS

### **Cálculo de Materiales y Desarrollo de Presupuestos**

Las siguientes son algunas bibliografías recomendadas las cuales se adaptan al desarrollo de la temática y objetivos planteados en el micro currículo del curso de Costos, Presupuestos y Programación destacando aspectos generales acerca de las especificaciones técnicas de un proyecto, planificación, procedimientos constructivos, cuantificaciones, análisis de precios unitarios, presupuesto general de obra y programación de actividades.

- Cárdenas, Javier. Molina, David. Medrano, Carmen. (2020). *Costos y*

*Presupuestos en la Industria de la Construcción*, Ecoe Ediciones. ISBN:

9789587719727

**Contenido:** Marco general de un presupuesto en la construcción. Rendimiento de mano de obra y maquinaria. Movimiento de tierras. Mezclas básicas. Mampostería. Acero de

refuerzo. Materiales para cubiertas. Análisis de precios unitarios. Presupuestos. Costos de equipo y maquinaria.

- Botero Jaramillo, Gustavo, (2016), *Costos y Presupuestos aplicados a la construcción*, Mundo del Libro Editores. ISBN: 9789588879130

**Contenido:** Generalidades de un presupuesto de construcción. Rendimiento de mano de obra. Movimiento de tierra. Mezclas básicas. Mampostería. Acero de refuerzo. Materiales para cubierta. Análisis de precios unitarios. Presupuestos aplicados. Costo de equipos y maquinaria. Finanzas en la construcción.

- Gardner Anaya, G. (2001). *Apuntes de: costos y presupuestos*. Editorial LIMUSA, S.A. Universidad Autónoma de Nuevo León.

**Contenido:** Terminología y conceptos fundamentales. Tipos de presupuesto. Definiciones referentes a presupuestos de costos. Cuantificaciones. El costo directo. Los materiales. La mano de obra. Sistemas de pago. Prestaciones y derechos. Factor de salario real. Grupos de trabajo. Equipo y maquinaria. El costo de la oficina central. El costo de la oficina de obra. Imprevistos de construcción. Financiamiento. Utilidad. Fianzas. Impuestos y derechos. Precios unitarios.

- De Solminihac, H. (2011). *Procesos y técnicas de construcción*. Ediciones UC. ISBN: 9789561408272

**Contenido:** Industria de la construcción. Gestión de la construcción. Emplazamiento de una obra de construcción. Tecnologías de construcción. Otros componentes de una edificación.

- Ortiz, G. P. (2005). *Planeamiento de un presupuesto de construcción* (No. 4). Univ. Nacional de Colombia. ISBN: 9789587750539.

**Contenido:** ¿Qué es un presupuesto de construcción? ¿Para qué se hace un presupuesto de construcción? El proyecto. Especificaciones. Estudio de condiciones propias del lugar. Proceso de la construcción. Planeamiento del sitio de la construcción. Capítulos e ítems de la obra. Obras por subcontrato. Planeamiento del análisis de precios unitarios. Bases de datos. Cantidades de obra. Presupuesto por ítems o capítulos. Programación general de la obra. Honorarios de construcción. Impuestos y derechos. Administración. Gastos generales. Imprevistos. Utilidades. Flujo de materiales. Flujo de recursos económicos.

- López, S. A. A., & Gutiérrez, E. S. (2019). *Presupuesto y programación de obras. Conceptos básicos*. INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO–ITM. ISBN: 9789585414228

**Contenido:** Tipos de costos. Los costos en la industria. Alcance del presupuesto. Planeación. Información integrada del presupuesto. Estudio geométrico. Sistemas y procesos de construcción. Proyecto de construcción. Cantidades de obra y tenores. Presentación en formatos. Caso de cálculo de cantidades de obra de un proyecto. Tenores. Materiales. Mano de obra. El recurso maquinaria. Rendimientos. Presupuestar. Incluir el AIU en el presupuesto. Estudio del entorno. Honorarios de profesionales. Estructura del análisis de precios unitarios. Principio de administración científica. Métodos y planificación. Representación gráfica. Sistema CPM. Análisis PERT. PDM. Redes con traslapes.

- Forero, H. G. (2011). *Presupuesto: Su control en un proyecto arquitectónico*. Ecoe Ediciones. ISBN: 9789587717952

**Contenido:** Objetivos de un presupuesto. Cualidades que debe tener un presupuesto de construcción. Componentes del presupuesto. Etapas de desarrollo de un presupuesto de construcción. Los costos de la construcción. Los materiales de la construcción. La mano de

obra en la construcción. Equipos, maquinaria y herramientas. Los costos indirectos en la construcción. Otros costos del proyecto, diferentes a los de construcción. Expectativas de utilidad. Los presupuestos de obra para las licitaciones. Optimización de recursos. Optimización de los costos de un proyecto. Nivelación de recursos. El concepto de varianza. Flujos de caja. Flujos de otros recursos. Los controles durante la obra. Control presupuestal.

- Jiménez López, L. (2017). *Presupuestos en la construcción*. Ediciones Paraninfo, SA. ISBN: 97884283388035

**Contenido:** El proyecto arquitectónico. Contenido de un proyecto de construcción. Estructuración de un presupuesto. Este libro desarrolla los contenidos del módulo de Mediciones y Valoraciones de Construcción, del CFGS de Proyectos de Edificación y la asignatura de Mediciones y Valoraciones de Obra, de las carreras técnicas relacionadas con la Arquitectura e Ingeniería.

- Eyzaguirre Acosta, C. A. (2010). *Costos y presupuestos para edificaciones*. Editorial Macro. ISBN: 9786124034732

**Contenido:** Proyectos. Costos. Costos de un proyecto. Estructura de costos. Tipos de costos. Metrados de movimientos de tierra. Metrados de concreto armado. Los recursos de una partida. La mano de obra. Materiales o insumos. Maquinaria, equipos y herramientas. Subpartidas. Subcontratos. Cuadro de análisis de costos unitarios. Estructura de costos. Costos indirectos. Índices unificados de construcción. Costos con Microsoft Project.

- Gonzalez, A. S. D. (2004). *Programación, Planeación y control de una obra*. Universidad de Ibagué, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, 2017

**Contenido:** Antecedentes históricos de las técnicas de planeación. Definición de un proyecto de construcción. La administración de proyectos en la construcción. Administrador

de proyectos y administrador de la construcción. Técnicas de Programación. Flujo de efectivo del proyecto. Planeación general del proyecto. Programación a corto plazo y análisis de recursos.

- Kerzner, H. (2017). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons. ISBN: 9781119165361

**Contenido:** Comprensión de la gestión de proyectos. Crecimiento de la gestión de proyectos: Conceptos y definiciones. Estructuras organizacionales. Organización y dotación de personal de la oficina de proyecto y equipos. Funciones administrativas. Gestión del tiempo y estrés. Conflictos. Temas especiales. Las variables del éxito. Trabajar con ejecutivos. Planificación. Técnicas de programación de red. Gráficos del proyecto. Precios y estimación Control de costos. Análisis de comercio en el entorno de un proyecto. Gestión de riesgos. Curvas de aprendizaje. Avances modernos en gestión de proyectos. Gestión de la calidad. Contratos y adquisiciones. Gestión de proyectos de cadena crítica.

- Project Management Institute, “A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK Guides)”, 6a. edition. ISBN: 9783030657284

**Contenido:** Marco conceptual de la dirección de proyectos - Norma para la dirección de proyectos de un proyecto - Áreas de conocimiento de la dirección de proyectos - Gestión de la integración del proyecto - Gestión del alcance del proyecto - Gestión del tiempo del proyecto - Gestión de costes del proyecto - Gestión de la calidad del proyecto - Gestión de los recursos humanos del proyecto - Gestión de las comunicaciones del proyecto - Gestión de los riesgos del proyecto - Gestión de las adquisiciones del proyecto.

## **Análisis del Modelo General de Elaboración de Costos y Presupuestos en Proyectos de Ingeniería Civil**

Respecto a las metodologías y objetivos de la asignatura de costos, presupuestos y programación como parte de la carrera de ingeniería civil y tomando como referencia la bibliografía sugerida, complementada con fuentes externas y diferentes autores, se puede resaltar que en su mayoría el desarrollo de costos y presupuestos se realizan mediante análisis de precios unitarios, los cuales, ayudan a determinar el costo por unidad de medida de una actividad, tratando de hacer una aproximación lo más exacta posible a la realidad.

Generalmente este análisis se realiza de manera manual, bajo una serie de pasos y aspectos claves con el fin de no cometer errores y poder obtener la mayor precisión posible en el valor del precio. Sin embargo, la realización manual de todo este proceso, que es la manera en la que hoy día se sigue haciendo, termina afectando el rendimiento de esta actividad, siendo una actividad muy importante, pero extremadamente demorada, con muy baja productividad; según (Cárdenas-Gutiérrez et al., 2020) el éxito de una construcción depende, principalmente de un correcto planteamiento y estructuración del presupuesto de obra, para que se puedan prever los valores más acertados junto con todos los instrumentos para el buen desarrollo.

Partiendo de lo mencionado anteriormente, a continuación, se plantea la estructura general de un presupuesto por análisis de precios unitarios.

### **Estructura de general de un presupuesto**

Un presupuesto por análisis de precios unitarios maneja la siguiente estructura:

**Tabla 2**  
***Estructura general de un presupuesto por A.P.U.***

<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V. UNT.</b>	<b>V.PARCIAL</b>
Localización y replanteo del lote a	m <sup>2</sup>	625		

estudiar, mediante estacas e hilo.				
------------------------------------	--	--	--	--

- **Concepto o descripción:** Es la columna del presupuesto que indica claramente el tipo de actividad a realizar, en donde se especifica el tipo de operación y materiales de acuerdo a las normas y especificaciones técnicas respectivas.
- **Unidades:** Las unidades hacen referencia al elemento básico de medida, de tal forma, se convierte en la unidad apropiada que se utiliza para cuantificar cada uno de los conceptos de trabajos para los fines de medición y pago.
- **Cantidades:** Las cantidades son más que la cuantificación que se necesita del producto o actividad para poder ser ejecutado.
- **Valor unitario / Precio unitario:** Esta columna está definida por el costo del concepto integrado por la unidad de medición, en donde para calcular esto se determinan la cantidad de materiales que intervienen, el rendimiento de la mano de obra, los salarios de quienes realizarán la actividad, las herramientas, el rendimiento de los equipos por su costo horario, además de incluir el costo indirecto (los gastos administrativos, utilidades, imprevistos, etc.)
- **Valor parcial / Importe / Costo:** Esta columna es el resultado de multiplicar la cantidad por el valor unitario.

### **Estructura interna de un presupuesto**

La estructura interna de un presupuesto está basada en los análisis de precios unitarios de cada uno de los ítems a construir, el A.P.U. es el corazón de todo presupuesto debido a que este especifica de la manera más precisa posible la cantidad de materiales, la mano de obra, maquinaria, equipos y transporte que ocupará una unidad de medida (Jiménez López, 2017).

Este sin duda, es uno de los cálculos más difíciles y tardíos que posee un presupuesto, sin

embargo, no es el más importante, debido a que, especificar un concepto legible y correcto, así como determinar una medida idónea para el ítem a desarrollar y medir de manera precisa dentro de un plano la cantidad que se necesita, son determinantes a la hora de calcular un A.P.U (Benitez Varon & Camargo Pérez, 2020).

### **Análisis del Modelo General para la Determinación de la Programación de Obra en Proyectos de Ingeniería Civil**

La programación de obra en proyectos de construcción juega un papel muy importante, ya que determina la secuencia de ejecución de actividades, su duración y la ruta crítica (Vanegas, 2016); consiste en administrar de manera efectiva el tiempo, las personas, los materiales, el capital y las maquinarias, con el fin de finalizar el proyecto en una fecha prevista. Sin embargo, el procedimiento general de la programación de un proyecto consiste en cuatro funciones específicas:

- **Planeación:** Su función es elaborar una estrategia a nivel general para la realización del proyecto. Se construye con base a las actividades a realizar junto con la estimación de los tiempos de cada una de estas, teniendo en cuenta posibles imprevistos o limitaciones que puedan surgir en el desarrollo general del proyecto
- **Programación:** Es la elaboración de un plan específico, donde se detallan e integran cada una de las actividades del proyecto, ordenándolas de manera sistemática, asignando una duración, fechas de inicio y de terminación. También, establece las relaciones entre las actividades, junto con sus posibles restricciones entre ellas.
- **Organización:** Es la organización de todos los recursos requeridos para cada proceso o actividad, con base a la programación realizada, además, consiste en la

selección del personal adecuado para la realización de trabajos específicos, la asignación de diferentes labores a los trabajadores según los requerimientos de la obra.

- Control: Es la etapa donde mediante sistemas de control el administrador debe medir, reportar y prevenir posibles variaciones de tiempo o costo dentro de la obra.

#### **4.2. Objetivo específico # 2. Definir un modelo basado en el análisis bibliográfico realizado que permita establecer un proceso óptimo para el desarrollo de una herramienta tecnológica que determine los costos y presupuestos en proyectos de ingeniería civil.**

Tomando como base el análisis detallado de la bibliografía propuesta, y del modelo general anteriormente explicado, así como en la metodología utilizada dentro del plan de estudios, se propone el siguiente procedimiento, el cual se considera el más óptimo determinado por los autores del presente trabajo para poder desarrollar una herramienta tecnológica de la manera más idónea.

##### **Procedimiento recomendado**

Para desarrollar correctamente un presupuesto de análisis de precios unitarios dentro de una herramienta tecnológica y poder realizar este procedimiento con una mayor productividad y de manera eficaz, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Debe estar establecido la estructura de división del trabajo (E.D.T)
2. Deben estar calculadas las cantidades
3. Deben tenerse una lista de proveedores
4. Deben tenerse una lista de maquinaria
5. Deben tenerse una lista de rendimientos de mano de obra
6. Deben realizarse los A.P.U. con base a las actividades definidas dentro de la E.D.T.

7. Debe calcularse el valor total del costo directo
8. Debe establecer los valores de A.I.U.
9. Debe calcularse el valor total del presupuesto

El procedimiento que se considera como el más adecuado según la propuesta que se planteará consiste en el siguiente:

1. Aunque generalmente existe una E.D.T inicial que ya cumple todos los aspectos técnicos y los pliegos de condiciones, se debe revisar que estén contemplados todos los parámetros dentro de la misma, para poder corregirse a tiempo, así mismo, se debe crear en llegado caso que esta no exista. Los valores de esta E.D.T, es decir, las actividades a desarrollar deben guardarse dentro de una lista en la herramienta tecnológica.
2. Luego de tener una E.D.T establecida con sus respectivas unidades de medición, se procede a un proceso manual o automático para generar el cálculo de las cantidades correspondientes las cuales son las medidas definitivas que entrarán en el presupuesto, que pagarán los contratantes y que la consultoría tendrá en cuenta. Desde este punto varía mucho la manera en la que una empresa u otra realiza su presupuesto de obra, sin embargo, se plantea un modelo en el que no existen datos de otros proyectos, ni lista de precios, etc. Este valor, será guardado dentro de la memoria de la herramienta, teniendo una relación directa con la actividad medida.
3. Es indispensable tener un conocimiento adecuado sobre los procesos constructivos para tener en cuenta que tipo de materiales, maquinara o equipos y mano de obra se necesitarán, por lo tanto, esta debe ser una tarea de una persona con un cierto grado de experiencia. Estos datos, serán almacenados en listas independientes de

materiales, equipos, maquinaria, etc. Y con el fin de contribuir a una mayor productividad, tendrán que ordenarse por medio de diferentes grupos o categorías.

4. La lista de materiales debe crearse con base a la E.D.T teniendo en cuenta a nivel general que cosas se utilizarán y que otras se pueden llegar a utilizar, recordando que esto es un trabajo de una única vez, debido a que en un futuro esta misma base de datos se puede utilizar para proyectos similares o incluso para cualquier otro tipo de proyecto de construcción. Esta lista, puede almacenar todos los datos posibles, organizados con diferentes relaciones por categorías o grupos, que posteriormente permitan un filtrado y selección de datos con el fin de optimizar procesos.

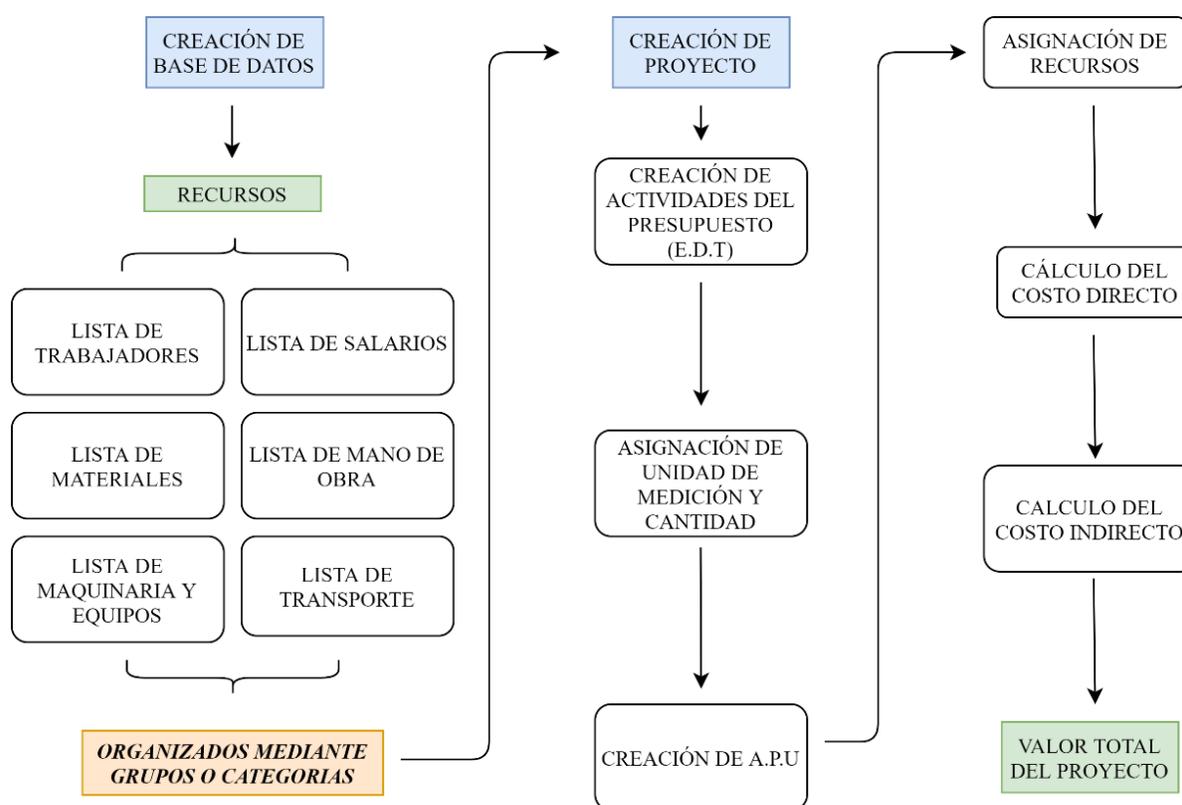
5. La creación de la base de datos en función de grupos de procesos, las cuales a su vez permiten la creación de grupos de actividades que engloban ese conjunto general de actividades a desarrollar en el proyecto, permite almacenar de una forma organizada los diferentes tipos de materiales, maquinaria, equipos, mano de obra y transporte de material.

6. Una vez se tienen estas bases de datos, se puede proceder a la realización de los A.P.U. Esta tarea, tal como se mencionó anteriormente debe ser realizada por una persona con un grado considerable de conocimiento sobre los procesos constructivos, teniendo en consideración que materiales se van a utilizar, que tipo de herramientas o maquinaria se necesitan, cuanto personal puede cumplir con la tarea de manera satisfactoria y si requiere o no algún tipo de transporte. El A.P.U será un dato interno dentro de cada actividad establecida dentro de la herramienta tecnológica.

7. Al finalizar este procedimiento, el cálculo del presupuesto se convierte en simples operaciones matemáticas que se realizan de forma automática una vez seleccionada la información correspondiente extraída de la base de datos.

8. Se calculan los valores correspondientes al A.I.U. para determinar el costo indirecto del proyecto.

9. Se calcula automáticamente los valores de costos directos y costos indirectos, indicando los parámetros básicos previamente definidos y al final obtenemos los valores totales del presupuesto.



**Figura 2 Diagrama de flujo procedimiento recomendado presupuestos**

En la figura 2 se puede evidenciar un diagrama de flujo del modelo propuesto. El cual parte de la creación de una base de datos que almacena los recursos de la obra, entre ellos las listas de

trabajadores, salarios, materiales, mano de obra, maquinaria, equipos y transporte los cuales serán organizados por grupos o categorías que permiten el filtrado eficiente de la información para la creación de actividades del presupuesto, asignando sus respectivas unidades de medida y cantidad en la elaboración de APU; posteriormente se realiza el cálculo de costos directos e indirecto para llegar a obtener el valor total del proyecto.

#### **4.3. Objetivo Específico # 3. Definir un Modelo Basado en el Análisis Bibliográfico Realizado que Permita Establecer un Proceso Óptimo para el Desarrollo de una Herramienta Tecnológica que Determine la Programación de Obra en Proyectos de Ingeniería Civil.**

La finalidad principal de la programación de obra es la organización de las actividades que son parte del proceso de construcción con el motivo de racionalizar el empleo de los recursos permitiendo una adecuada planificación mediante una metodología de control de procesos (Solminihac & Thenoux, 2011).

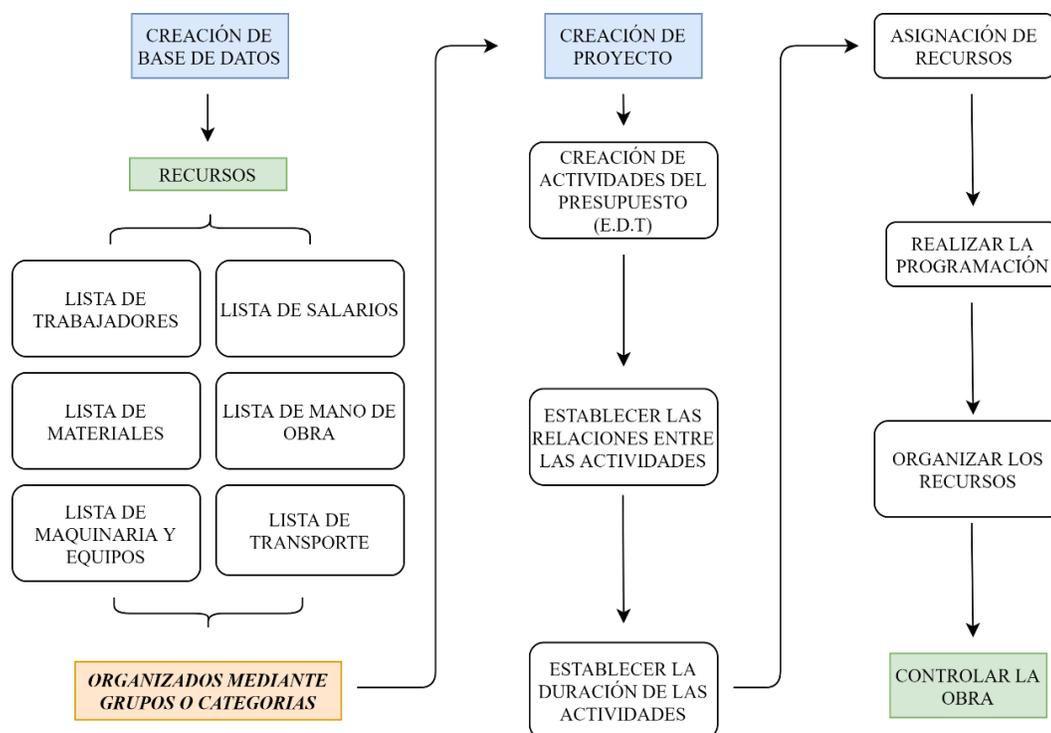
Teniendo en cuenta estos factores y según la bibliografía encontrada, para realizar de la manera más óptima el procedimiento de programación de obra y que posteriormente se pueda desarrollar la herramienta tecnológica se deben tener las siguientes consideraciones:

1. Debe estar establecido la estructura de división del trabajo (E.D.T) y, por lo tanto, definidas las actividades a programar.
2. Se debe establecer la secuencia entre las actividades y sus relaciones.
3. Se debe establecer la duración de las actividades
4. Se realiza la programación por medio del método de ruta crítica
5. Se debe realizar una tabla con el recurso humano disponible para ocupar dentro de las actividades

6. Se realiza la asignación de todos los recursos a las actividades
7. Se controla los tiempos y costos de las actividades

El procedimiento que se considera como el más adecuado según la propuesta que se planteará consiste en el siguiente:

1. Identificar las mismas actividades dentro del presupuesto como las actividades a programar dentro de la estructura de la herramienta tecnológica
2. Poder relacionar las actividades con sus consecuentes, sucesoras y predecesoras mediante el lenguaje de programación determinado.
3. Establecer la duración de las actividades según los días calendarios de la actividad, el cual será una relación entre la cantidad a ejecutar y el rendimiento determinado.
4. Asignar los diferentes recursos humanos y de equipos, determinando su ocupación durante las fechas establecidas, así mismo, calcular el valor total de materiales que ocupara dicha actividad mediante el análisis de precios unitarios.
5. Realizar el diagrama de gant de manera automática después de haber realizado todas las consideraciones
6. Organizar los recursos a utilizar previamente al momento de realizar la materialización de las actividades
7. Controlar la obra mediante el uso de herramientas como reportes, variaciones del tiempo, incremento de costos.



**Figura 3 Diagrama de flujo modelo propuesto programación**

En la figura 3 se puede evidenciar un diagrama de flujo del modelo propuesto. Al igual que en el modelo propuesto en el objetivo específico #2 para la elaboración de un presupuesto de obra, se parte de la creación de una base de datos que almacena los recursos de la obra, entre ellos las listas de trabajadores, salarios, materiales, mano de obra, maquinaria, equipos y transporte los cuales serán organizados por grupos o categorías que permiten el filtrado eficiente de la información para la creación de actividades del presupuesto, luego se fija la relación entre cada una de las actividades y su respectiva duración asignado los recursos necesarios para su ejecución, de esta forma se establece una programación que organice los recursos y permita un adecuado control de obra.

#### **4.4. Objetivo Específico # 4. Proponer un Modelo de Ejecución de Datos y Arquitectura de Software Preliminar que Sirva como base para el Posterior Desarrollo de un Software Académico.**

El modelo de base de datos parte desde el registro e inicio de sesión, donde posteriormente se basará en una relación de datos organizada por grupos de procesos y grupos de actividades. De tal forma que absolutamente todos los aspectos importantes del presupuesto, es decir: Capítulo, Actividades, A.P.U, listas de precios de materiales, mano de obra, equipos y transporte, se encontrarán dentro de un grupo específico y una actividad específica.

De esta manera, al momento de realizar el A.P.U de una actividad específica, los valores de materiales, maquinaria o equipos, mano de obra y transporte serán filtrados automáticamente y solo mostrarán aquellos ítems que realmente se puedan utilizar en ese tipo de actividad, evitando así confusiones, reprocesos y agilizando el proceso de realización de un presupuesto, mejorando la productividad al optimizar procesos.

##### **Casos de uso para el desarrollo del software**

Los casos de uso orientan el proyecto a la importancia para el usuario y las cosas que este requiere, está basado en la arquitectura la cual relaciona la toma de decisiones que indican cómo tiene que ser construido el sistema, el cual se convierte en un conjunto de múltiples mini proyectos, donde los casos de uso cumplen sus objetivos de una manera más detallada. (Murcia et al., 2016)

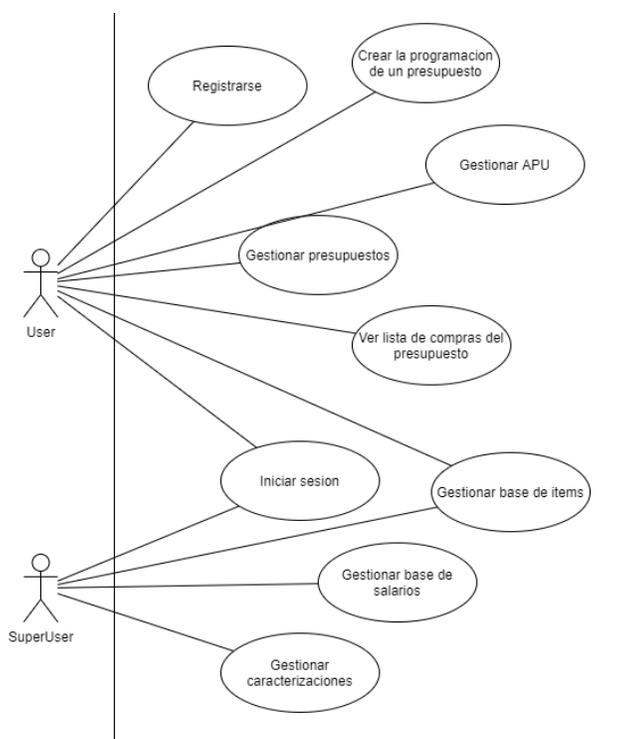
Para el desarrollo de este software se proponen 7 casos de uso:

1. Caso de uso de inicio de sesión y registro
2. Caso de uso de gestión de presupuestos
3. Caso de uso de gestión de caracterizaciones

4. Caso de uso de gestión de ítems
5. Caso de uso de gestión de salarios
6. Caso de uso de gestión de A.P.U
7. Caso de uso de listado de compras
8. Caso de uso de gestión de la programación.

El diagrama de flujo será la forma gráfica de expresar el procedimiento de los casos de uso, estos muestran el proceso con una visualización paso a paso de manera secuencial evitando errores y si se comete, corrigiéndolos. Esto permitirá que los problemas se resuelvan de manera más fácil y que siempre se llegue a una solución. (Gonzalez Espinosa, 2019)

En la figura 4 se puede observar los diferentes casos de uso, resaltando cuales pueden hacer parte de las funciones del super usuario y del usuario.



**Figura 4** Casos de uso del software

### **Caso de uso de inicio de sesión y registro**

Este caso de uso describe el proceso para iniciar sesión y registro de nuevos usuarios, el usuario al momento de registrarse establece sus credenciales de inicio de sesión, en el formulario de registro mostrará observaciones por si no se está llenando la información de manera correcta, una vez registrado, esta información se guardará dentro de la base de datos para posteriormente rectificarla al momento de iniciar sesión.

### **Caso de uso de gestión de presupuestos**

Aquí se describe el proceso para la gestión de presupuestos, donde el usuario ya deberá estar registrado y dentro del software. Aquí el usuario podrá crear, editar y eliminar presupuestos, podrá agregar capítulos, agregar actividades a estos capítulos, ingresar datos de la actividad, tales como unidades de medida y cantidades, para posteriormente ver el resumen del mismo.

### **Caso de uso de gestión de caracterizaciones**

En este caso de uso es donde el usuario gestionará los diferentes grupos de procesos y grupos de actividades que permitirán establecer una caracterización a los diferentes capítulos, actividades, lista de ítems, maquinaria y equipos, así como las cuadrillas establecidas.

### **Caso de uso de gestión de ítems**

En este caso de uso, el usuario podrá gestionar los diferentes ítems, los cuales son materiales, maquinaria o equipos y mano de obra, estructurándolos por grupos de procesos y grupos de actividades para posteriormente insertarlos dentro del A.P.U.

### **Caso de uso de gestión de salarios**

Dentro de este caso de uso, el usuario podrá incluir a su lista de salarios los que el necesite para su personal, sin embargo, solo el super usuario podrá actualizar los precios del salario mínimo legal vigente, así como sus diferentes condicionales para cálculo de prestaciones sociales

o aportes parafiscales.

### **Caso de uso de gestión de A.P.U**

En el caso de uso de los Análisis de Precios Unitarios, se podrán identificar los diferentes factores de Materiales, Maquinaria o Equipos, Mano de Obra y Transporte. Los cuales, será fáciles de identificar debido a que cuando se llegue a este aspecto, la información dentro de la base de datos de ítems, estará debidamente filtrada para su fácil inserción y así, permitirá una mayor gestión en los recursos y una alta productividad en la creación de presupuestos.

### **Caso de uso de listado de compras**

Este caso de uso, permitirá generar una lista de compras de todo el presupuesto, estableciendo una vista detallada de cuál es la cantidad de cualquier material, cuantas horas de contratación de maquinaria se harán y una estructuración porcentual de cuanto corresponde a los materiales, maquinaria, mano de obra, transporte y demás gastos del proyecto.

### **Caso de uso de gestión de la programación**

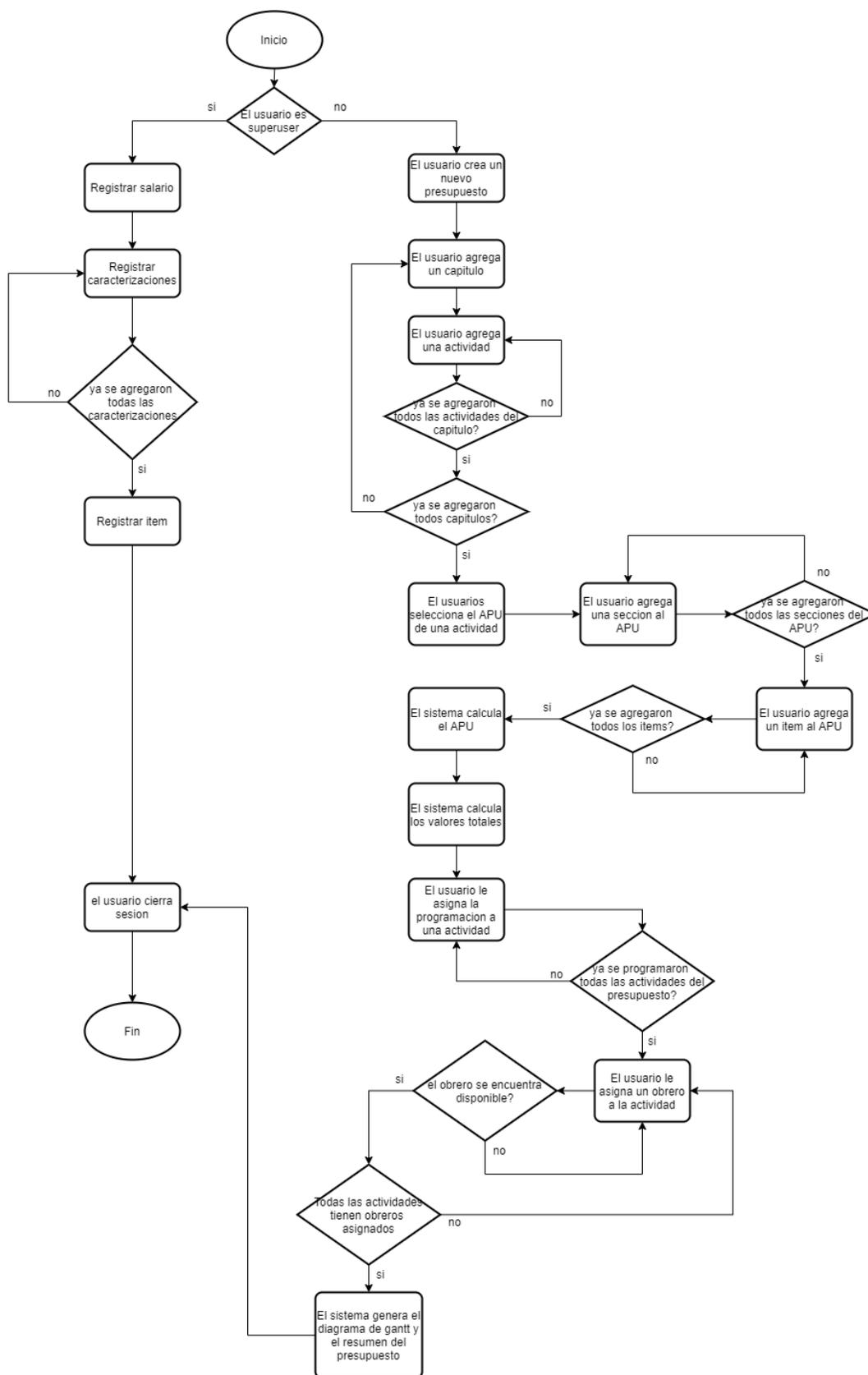
Este caso de uso, desarrollará toda la programación de obra por el método de la ruta crítica, estableciendo una relación directa con los trabajadores a emplear, de tal forma, que esto permitirá identificar quienes están ocupados y hasta cuando, para poder establecer si se requiere más personal. Además, será dinámico, de tal forma que podrá actualizarse de ser requerido.

### **Diagrama de flujo**

Este diagrama de flujo, que se muestra en la Figura 5, enseña de manera general los diferentes pasos en el proceso general para la creación de un presupuesto y su respectiva programación.

De tal manera que, inicialmente el usuario debe registrarse e iniciado sesión, le permite seleccionar los presupuestos guardados, para editar o crear uno nuevo. El usuario puede agregar, capítulos y así mismo crear actividades, una vez creada las actividades se le permite al usuario

editar, crear o eliminar los A.P.U. seleccionando los diferentes ítems que a este lo conforman. Todo esto, con su respectiva caracterización de grupos de procesos y grupos de actividades, esto permitirá una mayor eficacia y productividad al momento de desarrollar el presupuesto. Una vez creado todo el presupuesto, el usuario tendrá la opción de realizar su programación de obra, la cual relacionará a las personas que llevarán a cabo cada una de las actividades.



**Figura 5 Diagrama de flujo general de la herramienta**

#### 4.4.1. Modelo de base de datos

Este modelo de base de datos está compuesto por 21 tablas las cuales se mostrarán a continuación. La primera tabla que hay, la Tabla 3 hace referencia a los datos de los usuarios del software, los cuales serán los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Francisco de Paula Santander. Esta tabla, posee 6 atributos, los cuales corresponden a:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental
- CODE: El cual es el código del estudiante.
- NAME: Corresponde al nombre del estudiante.
- SUPERUSER: Corresponde al atributo que indica la visibilidad de los datos para el usuario del software.
- PASSWORD: Corresponde a la contraseña definida por el usuario
- MAIL: Corresponde al correo institucional del usuario.

**Tabla 3**  
**Usuarios del software**

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	CODE	VARCHAR	TRUE	SI	10
	NAME	VARCHAR	TRUE	NO	100
	SUPERUSER	BOOLEAN	TRUE	NO	
	PASSWORD	VARCHAR	TRUE	NO	15
	MAIL	VARCHAR	TRUE	SI	50

La Tabla 4 establece y almacena los datos de caracterización conformados por los grupos de procesos, esta tabla posee 3 atributos los cuales son:

- ID: Numero identificador único y auto incremental

- NAME: Nombre del grupo de procesos
- PREFIX: Prefijo del grupo de procesos

**Tabla 4**  
*Caracterización de procesos*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	NAME	VARCHAR	TRUE	NO	100
	PREFIX	VARCHAR	TRUE	SI	10

La Tabla 5 establece y almacena los datos de caracterización conformados por los grupos y actividades, esta tabla tiene relación directa con la tabla anterior, donde puede haber muchas actividades para un grupo de procesos, pero solo un grupo de procesos para cada actividad, sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental
- NAME: Nombre del grupo de actividades
- PREFIX: Prefijo asignado

**Tabla 5**  
*Caracterización de actividades*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	NAME	VARCHAR	TRUE	NO	100
	PREFIX	VARCHAR	TRUE	SI	3
FK	ID_CHP_GRP	INT	TRUE	NO	

La Tabla 6, hace referencia a los capítulos preestablecidos y aquellos que serán almacenados con distintos nombres por el usuario, esta tabla también está vinculada a la Tabla 4 en donde cada Capítulo se relacionará con un grupo de procesos.

**Tabla 6**  
*Capítulos*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	100
	NAME	VARCHAR	TRUE	NO	
FK	ID_CHP_GRP	INT	TRUE	NO	

La tabla 7, almacena los datos de las actividades que, dentro de cada grupo de actividades, esta tabla tiene una relación con la tabla 5, son atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental
- NAME: Nombre de la actividad

**Tabla 7**  
*Actividad*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	100
	NAME	VARCHAR	TRUE	NO	
FK	ID_ACT_GRP	INT	TRUE	NO	

La tabla 8, almacena los datos de los presupuestos creados, son atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental
- NAME: Nombre del presupuesto
- ID\_USER: Atributo que hace referencia al usuario al que pertenece este

presupuesto

**Tabla 8**  
*Identificador de presupuestos*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	100
	NAME	VARCHAR	TRUE	NO	
FK	ID_USER	INT	TRUE	NO	

La Tabla 9, almacena los datos de los capítulos que se seleccionaron en la Tabla 6 para determinado presupuesto, esta tabla está relacionada con la Tabla 6 y la Tabla 8, sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- CUSTOM\_NAME: Nombre del capítulo elegido por el usuario.
- QUOTE\_ID: Identificador que declara el orden de los capítulos en el presupuesto.
- ID\_CHAPTER: Atributo que hace referencia al capítulo que haga alusión el usuario.
- ID\_QUOTE: Atributo que hace referencia al presupuesto que pertenece ese capítulo.

**Tabla 9**  
*Identificador de Capítulos*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	CUSTOM_NAME	VARCHAR	FALSE	NO	100
	QUOTE_ID	VARCHAR	TRUE	NO	10
FK	ID_CHAPTER	INT	TRUE	NO	
FK	ID_QUOTE	INT	TRUE	NO	

La Tabla 10, almacena los datos de los capítulos que se seleccionaron en la Tabla 7 para determinado presupuesto, está relacionada con la tabla 8 y la tabla 9. Sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- CUSTOM\_NAME: Nombre de la actividad establecido por el usuario
- QUOTE\_ID: Identificador que declara el orden de los capítulos en el presupuesto

- MEASURE\_UNIT: Unidades de medida de la actividad.
- QUANTITY: Número que indica la cantidad de unidades de medida.
- TOTAL: Valor total que costará realizar la actividad.
- ID\_ACTIVITY: Atributo que hace referencia a la actividad que hará alusión.
- ID\_QC: Atributo que hace referencia al capítulo en el que está dentro esta actividad.

**Tabla 10**  
*Identificador de actividades*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	CUSTOM_NAME	VARCHAR	FALSE	NO	100
	QUOTE_ID	VARCHAR	TRUE	NO	10
	MEASURE_UNIT	VARCHAR	FALSE	NO	10
	QUANTITY	FLOAT	FALSE	NO	
	TOTAL	LONG	FALSE	NO	
FK	ID_ACTIVITY	INT	TRUE	NO	
FK	ID_QC	INT	TRUE	NO	

La Tabla 11, hace referencia a los datos del análisis de precios unitarios de cada actividad en un presupuesto. Está relacionada con la Tabla 10 y sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- TOTAL: Valor total calculado a partir de todos los elementos del A.P.U.
- QUOTE\_ACTIVITY: Atributo que hace referencia al A.P.U de la actividad

**Tabla 11**  
*A.P.U*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	TOTAL	LONG	FALSE	NO	
FK	ID_Q_ACT	INT	TRUE	NO	

La tabla 12, almacena los tipos de elementos dentro del A.P.U. Sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- NAME: Nombre del contenido, puede ser Materiales, Equipo, Mano de obra y

Transporte.

**Tabla 12**  
**Contenido**

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID NAME	INT VARCHAR	TRUE FALSE	SI NO	100

La tabla 13, almacena los datos que tendrán los diferentes elementos dentro del presupuesto, está relacionada con la Tabla 11 y Tabla 12, sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- TOTAL: Valor total dado al sumar todos los elementos del contenido del A.P.U
- ID\_APU: Atributo que hace referencia al A.P.U donde pertenecerán los elementos.
- ID\_CONTENT: Atributo que hace referencia al tipo de contenido que se agregará

a los elementos.

**Tabla 13**  
**A.P.U Contenido**

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID TOTAL	INT LONG	TRUE FALSE	SI NO	
FK	ID_APU	INT	TRUE	NO	
FK	ID_CONTE NT	INT	TRUE	NO	

La Tabla 14, almacenará todos los datos de todos los materiales, cuadrillas y maquinarias del presupuesto, está relacionada con la Tabla 5 y la Tabla 12, sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- NAME: Nombre del elemento
- MEASURE\_UNIT: Unidad de medida del elemento
- PERFORMANCE: Capacidad de funcionamiento según la unidad de medida/tiempo
- DESCRIPTION: Descripción del elemento
- COST: Costo del elemento
- ID\_ACT\_GRP: Atributo que hace referencia al grupo de actividades al que pertenece el elemento y permite un filtrado a la hora de agregar al A.P.U.
- ID\_CONTENT: Atributo que hace referencia al tipo de contenido que es el elemento.

**Tabla 14**  
*Lista de Ítems*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	NAME	VARCHAR	FALSE	NO	100
	MEASURE_UNIT	VARCHAR	FALSE	NO	15
	PERFORMANCE	INT	FALSE	NO	
	DESCRIPTION	VARCHAR	FALSE	NO	150
	COST	LONG	FALSE	NO	
FK	ID_ACT_GRP	INT	TRUE	NO	
FK	ID_CONTENT	INT	TRUE	NO	

La Tabla 15, almacena los datos de todos los salarios guardados para el A.P.U, basados en el cálculo del SMMLV ( Salario mínimo mensual legal vigente). Sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.

- VALUE: Valor de SMMLV multiplicado por el multiplicador.
  - MULTIPLER: Numero por el que se multiplicará el SMMLV.
  - TRANSPORT\_SUBSIDY: Costo del subsidio de transporte, será 0 en caso de que el multiplicador sea igual o mayor a 2.
- 
- ENDOWMENT: Valor de la dotación.
  - SAFETY\_EQUIPMENT: Valor del equipamiento de seguridad.
  - ANNUAL\_CALENDAR\_HOURS: Número de horas laborales en el calendario al año.
  - ANNUAL\_WORKING\_HOURS: Número de horas laborales en el calendario al año (sin contar festivos y vacaciones).
  - TOTAL\_ANNUAL\_EFFECTIVE\_HOURS: Número de horas laborales en el calendario al año.
  - DAILY\_VALUE: Valor del salario por día de trabajo.
  - HORLY\_VALUE: Valor del salario por hora efectiva de trabajo.

**Tabla 15**  
**Salarios**

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	VALUE	LONG	TRUE	NO	
	MULTIPLIER	FLOAT	TRUE	NO	
	TRANSPORT_SUBSIDY	LONG	TRUE	NO	
	ENDOWMENT	LONG	FALSE	NO	
	SAFETY_EQUIPMENT	LONG	FALSE	NO	
	ANNUAL_CALENDAR_HOURS	INT	TRUE	NO	
	ANNUAL_WORKING_HOURS	INT	TRUE	NO	
	TOTAL_ANNUAL_EFFECTIVE_HOURS	INT	TRUE	NO	
	DAILY_VALUE	LONG	FALSE	NO	
	HOURLY_VALUE	LONG	FALSE	NO	

La Tabla 16 almacena los datos de la programación para cada presupuesto creado, tiene relación con la Tabla 8, sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- TOTAL\_DURATION: Número que indica en días la duración total del presupuesto
- ID\_QUOTE: Atributo que hace referencia al presupuesto al que pertenece la programación.

**Tabla 16**  
**Programación**

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	TOTAL_DURATION	INT	FALSE	NO	
FK	ID_QUOTE	INT	TRUE	NO	

La Tabla 17, almacena los datos de los tipos de vinculaciones dentro de la programación, sus

atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- NAME: Nombre que indica el tipo de predecesora que será la actividad, pueden ser; Inicio -Inicio , Fin – Fin, Inicio – Fin, Fin – Inicio.

**Tabla 17**  
***Tipos de vinculación***

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	5
	NAME	VARCHAR	TRUE	SI	

La Tabla 18, almacena los datos de la programación de las actividades en el presupuesto, tiene relación con las Tablas 10, 16 y 17 sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
  - DURATION: Numero entero que indica la duración que tendrá la actividad
  - DELAY: Identificador que declara el orden de los capítulos en el presupuesto
  - STAR\_DATE: Fecha en la que se inicia la actividad
  - FINISH\_DATE: Fecha en la que se finaliza la actividad
  - DELAYED\_FINISH\_DATE: Fecha en la que finaliza la actividad cuando hay retraso
- retraso
- ID\_QA: Atributo que hace referencia a la actividad que se le realizará la programación
  - ID\_PREDECESSOR: Atributo que referencia a la actividad que se compara como predecesora de la actividad actual

- ID\_P\_TYPE: Atributo que referencia al tipo de predecesora que será la actividad predecesora
- ID\_SCHEDULE: Atributo que referencia a la programación creada para un presupuesto

**Tabla 18**  
*Información de las actividades*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	DURATION	INT	FALSE	NO	
	DELAY	INT	FALSE	NO	
	START_DATE	DATE	FALSE	NO	
	FINISH_DATE	DATE	FALSE	NO	
	DELAYED_FINISH_DATE	DATE	FALSE	NO	
FK	ID_QA	INT	TRUE	NO	
FK	ID_PREDECESSOR	INT	TRUE	NO	
FK	ID_P_TYPE	INT	TRUE	NO	
FK	ID_SCHEDULE	INT	TRUE	NO	

La Tabla 19, hace referencia a los 3 rangos posibles que puede tomar un trabajador, sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- NAME: Nombre del rango del obrero; Oficial Técnico, Oficial y Ayudante.
- PREFIX: Abreviación de los rangos; OT, O y A.

**Tabla 19**  
*Tipos de Trabajadores*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	NAME	VARCHAR	TRUE	NO	20
	PREFIX	VARCHAR	TRUE	SI	10

La Tabla 20, almacena los datos de los obreros que se contratan dentro del presupuesto, está relacionado con la Tabla 19. Sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- NAME: Nombre del trabajador.
- CC: Cédula de Ciudadanía del trabajador.
- PHONE: Teléfono del trabajador.
- SKILL: Especialización del trabajador.
- ID\_RANK: Atributo que hace referencia a la categoría que pertenece el trabajador.

**Tabla 20**  
*Información de Trabajadores*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
	NAME	VARCHAR	FALSE	NO	100
	CC	VARCHAR	FALSE	NO	15
	PHONE	VARCHAR	FALSE	NO	15
	SKILL	VARCHAR	FALSE	NO	30
FK	ID_RANK	INT	TRUE	NO	

La Tabla 21, almacena todos los datos de la cuadrilla seleccionada para una actividad, esta tabla se relaciona con la Tabla 13 y sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- DESCRIPTION: Distribución de la cuadrilla de la manera OT:O:A
- ID\_APU\_CONTENT: Atributo que referencia al A:P:U
-

**Tabla 21**  
*Referenciación de Cuadrillas*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	150
	DESCRIPTION	VARCHAR	FALSE	NO	
FK	ID_APU_CONTE NT	INT	TRUE	NO	

La Tabla 22, almacena los datos de los trabajadores asignados a una actividad, se relaciona con las Tablas 19,20 y 21, sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- GANG\_CHAR: Identificador del trabajador dentro de su cuadrilla
- ID\_RANK: Atributo que hace referencia al rango del trabajador dentro de la cuadrilla
- ID\_GANG :Atributo que hace referencia a la cuadrilla que será asignado el obrero
- ID\_WORKER: Atributo que hace referencia al obrero que será asignado a la cuadrilla.

**Tabla 22**  
*Programación de los trabajadores*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	5
	GANG_CHAR	VARCHAR	TRUE	NO	
FK	ID_RANK	INT	TRUE	NO	
FK	ID_GANG	INT	TRUE	NO	
FK	ID_WORKE R	INT	FALSE	NO	

La Tabla 23, almacena los datos de las cuadrillas a las que se les asignarán trabajadores dentro de la programación, está relacionada con la Tabla 18 y 21, sus atributos son:

- ID: Numero identificador que se genera de manera automática y auto incremental.
- ID\_SCH\_ACT: Atributo que hace referencia a la cuadrilla de la actividad especifica dentro de la programación.
- ID\_GANG: Atributo que hace referencia a una actividad especifica dentro de la programación.

**Tabla 23**  
*Programación de las actividades*

Tipo de clave	Nombre	Tipo de atributo	No nulo	Único	Longitud
PK	ID	INT	TRUE	SI	
FK	ID_SCH_A	INT	TRUE	NO	
FK	CT ID_GANG	INT	TRUE	NO	

#### **4.4.2. Arquitectura**

El modelo de plantilla busca especificar la arquitectura de software del sistema de información propuesto mediante la representación de los diferentes puntos de vista relevantes para el equipo encargado de la arquitectura, futuro mantenimiento y desarrollo del software. También comprende algunas fases del modelo de análisis como lo son el análisis de requerimiento y la realización de los casos de uso. También para efectos de análisis de almacenamiento de datos se encuentra la información de la base de datos, su modelo entidad relación y una breve explicación de sus componentes y relaciones.

Esta propuesta tiene como objetivo proporcionar una abstracción global y comprensible de la

arquitectura del sistema usando diferentes puntos de vista para mostrar los distintos comportamientos del sistema en su normal funcionamiento. Su alcance abarca mostrar las vistas más relevantes aplicadas sobre el diseño y una aplicación que pretende ser dirigida para el manejo y sistematización de un sistema que facilitara los procesos de generación de un presupuesto en la carrera de ingeniería civil.

### **Definiciones, siglas y abreviaturas**

- **A.P.U.:** Análisis de precios unitarios de los capítulos que pertenecen a un presupuesto
- **Contenido:** Término referido para el título correspondiente dentro de cada uno de las secciones del APU como lo son mano de obra, maquinaria y equipos, materiales y transporte
- **Ítems:** Término que referencia cualquier objeto dentro de las categorías de materiales, maquinaria y cuadrillas
- **Grupos:** Término que referencia cualquier objeto dentro de la categoría de grupos de procesos, capítulos, grupos de actividades y actividades
- **Campos:** Campos de texto editables o no, que muestran información en las vistas

### **Decisiones de arquitectura**

#### **Módulos**

Se ha decidido dividir el sistema en 5 módulos los cuales se verán más tarde reflejados en los diagramas de componentes de la vista de desarrollo, sin embargo, se presentará un breve resumen de su objetivo, los actores que hacen parte de cada uno, los requerimientos que llevaron a la identificación de estos módulos (los requerimientos no funcionales no se tomaron en

consideración) y los casos de uso que se verán más adelante explicados en la vista de casos de uso.

## **Módulo de administración de usuarios**

### **Resumen y Actores**

En este módulo se incluirán todos los requerimientos referentes al registro e inicio de sesión de los usuarios al sistema de información del software para así poder acceder a sus funcionalidades.

Los actores son solo 2 tipos: usuarios y super usuarios; el super usuario será capaz de acceder a funciones y vistas adicionales que se mostrarán en el menú lateral.

**Tabla 24**

#### *Casos de uso administración de usuarios*

Código	Caso de Uso	Actores participantes
CU01	Inicio de sesión y registro	Usuario, Super usuario

**Tabla 25**

#### *Requerimientos funcionales administración de usuarios*

Identificador	Requerimiento
RF1	El sistema permitirá a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil registrarse
RF2	El sistema permitirá a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil iniciar sesión como usuarios luego de registrarse

## **Módulo de administración de presupuestos**

### **Resumen y Actores**

En este módulo se incluirán todos los requerimientos referentes a la gestión de presupuestos, como lo son añadir un nuevo presupuesto, eliminar y editar un presupuesto existente.

Los actores son solo 2 tipos: usuarios y super usuarios; el super usuario será capaz de ver los presupuestos creados por todos los usuarios, sin embargo, cada usuario solo será capaz de acceder a los presupuestos que este mismo creó.

**Tabla 26**  
*Casos de usos administración de presupuestos*

Código	Caso de Uso	Actores participantes
CU02	Gestión de presupuesto	Usuario, Super usuario

**Tabla 27**  
*Requerimientos funcionales administración de presupuestos*

Identificador	Requerimiento
RF3	El sistema permitirá a los usuarios gestionar los presupuestos creados por ellos. Adicionalmente el super usuario también podrá ver estos presupuestos creados por los usuarios.
RF11	El sistema permitirá gestionar capítulos y actividades con nombres personalizados al presupuesto dada la selección de grupos de procesos y grupos de actividades
RF12	El sistema permitirá gestionar la información pertinente de las actividades en el presupuesto
RF20	El sistema permitirá realizar una lista de todos los objetos utilizados en un presupuesto
RF21	El sistema permitirá realizar un gráfico de pastel mostrando los porcentajes de costo respectivos a cada uno de los contenidos de APU en todas las actividades dentro de un presupuesto

## **Módulo de administración de datos predefinidos**

### **Resumen y Actores**

En este módulo se incluirán todos los requerimientos referentes a la gestión de los datos que

se mostrarán por defecto, como lo son los salarios, ítems y grupos.

Los actores son solo 1 tipo: super usuarios; el super usuario será capaz de ver todos estos datos, eliminarlos, agregarlos y editarlos.

**Tabla 28**  
*Casos de uso datos predefinidos*

Código	Caso de Uso	Actores participantes
CU03	Gestión de ítems	Super usuario
CU04	Gestión de salarios	Super usuario
CU07	Gestión de grupos	Super usuario

**Tabla 29**  
*Requerimientos funcionales datos predefinidos*

Identificador	Requerimiento
RF4	El sistema dispondrá de una base de datos de materiales en la que el super usuario podrá gestionar los materiales que serán organizados por capítulos.
RF5	El sistema dispondrá de una base de datos de maquinaria en la que el super usuario podrá gestionar las maquinarias que serán organizadas por capítulos.
RF6	El sistema dispondrá de una base de datos de cuadrillas en la que el super usuario podrá gestionar cuadrillas de mano de obra que serán organizados por grupos de actividades
RF22	El sistema permitirá a los usuarios añadir ítems personalizados a la base de datos.
RF7	El sistema permitirá al super usuario calcular y almacenar salarios y su información como prestaciones, etc.; en base al SMMLV (salario mínimo mensual legal vigente).
RF8	El sistema permitirá visualizar al usuario cómo se calcula cada uno de los campos en la información pertinente al salario al pasar el cursor sobre esta información.
RF9	El sistema dispondrá de una base de datos de salarios en la que el super usuario podrá gestionar los salarios calculados previamente en base al SMMLV y calcular el valor hora y valor día
RF10	El sistema dispondrá de una base de datos grupos en la que se encontrarán los grupos de procesos, capítulos, grupos de actividades y actividades que se podrán gestionar por el super usuario

## Módulo de administración del APU

### Resumen y Actores

En este módulo se incluirán todos los requerimientos referentes a la gestión del APU, como lo

son añadir contenidos, añadir ítems a los contenidos y calcular el APU.

Los actores son solo 1 tipo: usuario; el usuario será capaz de ver la vista del APU de cada actividad en un presupuesto y asignar contenidos y ítems a estos contenidos.

**Tabla 30**  
*Casos de uso administración del A.P.U*

Código	Caso de Uso	Actores participantes
CU05	Gestión del APU	Usuario

**Tabla 31**  
*Requerimientos funcionales administración de A.P.U*

Identificador	Requerimiento
RF13	El sistema permitirá realizar el A.P.U (análisis de precios unitarios) de cada actividad
RF14	El A.P.U. permitirá calcular el salario según el valor del salario seleccionado y el rendimiento de la mano de obra en las actividades.
RF15	El A.P.U permitirá gestionar las listas de cuadrillas, las actividades a las cuales están asignadas y sus salarios.
RF16	El sistema permitirá gestionar los contenidos de la interfaz del A.P.U.
RF23	El sistema permitirá añadir los ítems correspondientes a cada contenido al APU en cada una de las actividades del presupuesto

## **Módulo de administración de la programación**

### **Resumen y Actores**

En este módulo se incluirán todos los requerimientos referentes a la gestión de la programación de las actividades, como lo son añadir predecesoras, generar el diagrama de Gantt y asignar empleados a estas actividades.

Los actores son solo 1 tipo: usuario; el usuario será capaz de ver la vista de la programación del presupuesto y asignarle predecesoras y empleados a cada una de las actividades del presupuesto.

**Tabla 32**  
*Casos de uso administración de la programación*

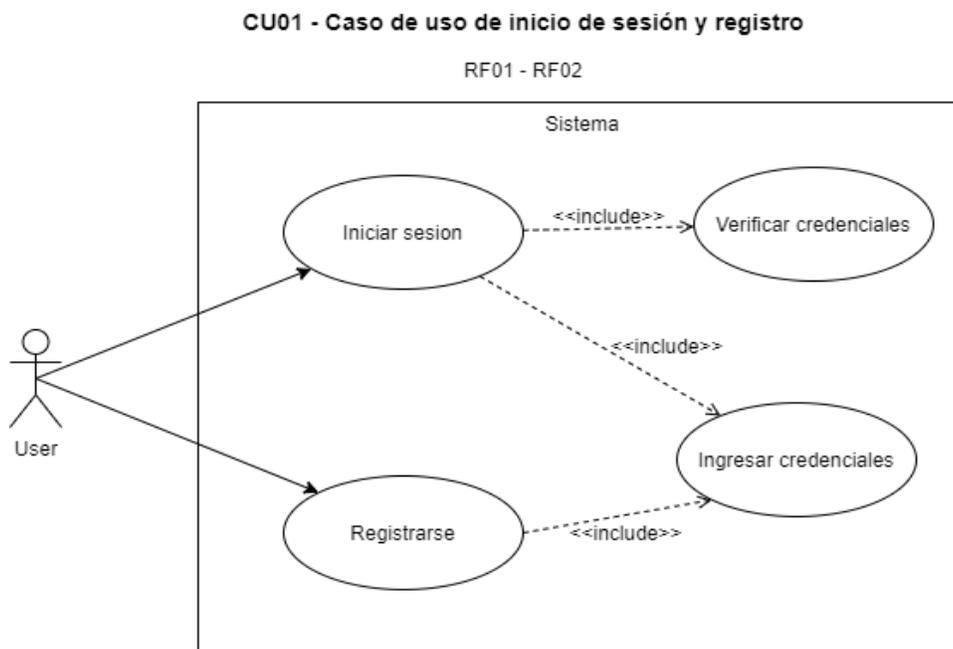
Código	Caso de Uso	Actores participantes
CU06	Gestión de la programación	Usuario

**Tabla 33**  
*Requerimientos funcionales*

Identificador	Requerimiento
RF17	El sistema permitirá, una vez terminado el APU asignar duraciones y predecesoras entre actividades (II, FI, IF, FF)
RF18	El sistema permitirá realizar el diagrama de Gantt en base a las relaciones entre actividades
RF19	El sistema permitirá gestionar el personal de las cuadrillas asignadas a cada actividad según la disponibilidad establecida en el diagrama de Gantt

### Vista de casos de uso

#### Módulo de administración de usuarios

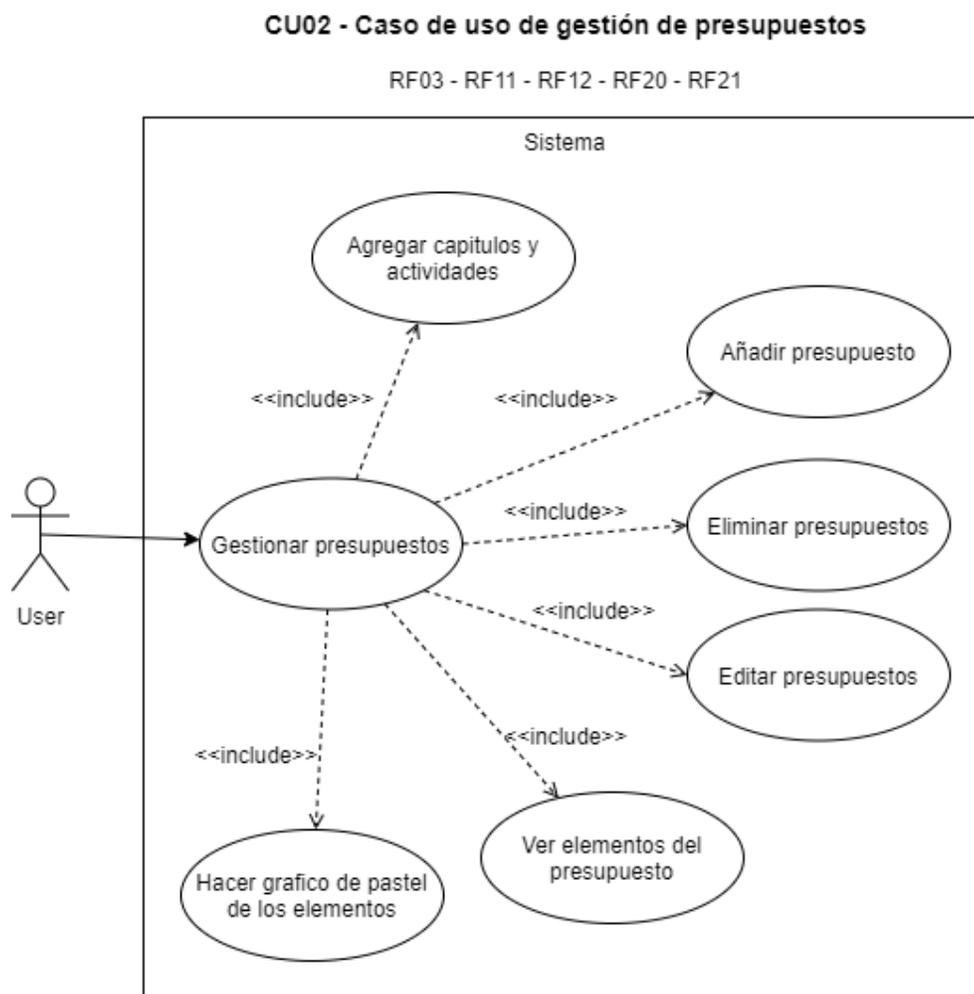


**Figura 6** Vista de casos de uso administración de usuarios

**Tabla 34**  
**Especificaciones casos de uso administración de usuarios**

Especificaciones de Casos de Uso	
Caso de uso - 01	
Código CU:	CU01
Nombre:	Inicio de sesión y registro
Descripción:	Caso de uso que describe el proceso para iniciar sesión y registro de nuevos usuarios
Requerimiento:	RF1 – RF2
Precondición:	<ul style="list-style-type: none"> <li>El usuario es estudiante de la carrera de ingeniería civil y aun no se ha registrado</li> </ul>
Flujo Normal:	
Actor	Sistema
1.El usuario ingresa a la vista de registro	2. El sistema redirige al usuario hacia la vista de registro
3.El usuario digita la información solicitada	4. El sistema establece la conexión con la base de datos
6. El usuario ingresa a la vista de iniciar sesión	5. El sistema inserta los datos del nuevo usuario con la información proporcionada en la base de datos
7. El usuario digita las credenciales de acceso	7. El sistema redirige al usuario hacia la vista de inicio de sesión
	8.El sistema establece la conexión con la base de datos
	9. El sistema verifica si el usuario existe
	10.El sistema garantiza acceso al usuario
	11.El sistema redirige al usuario hacia la vista del mensaje de bienvenida
Flujo Alternativo:	
Actor	Sistema
1.1. El usuario no digita todos los datos	1.2. El sistema muestra una advertencia indicando que los datos están incompletos
2.1. El usuario digita los datos de manera incorrecta	2.2 El sistema muestra una advertencia indicando que el usuario o la contraseña son incorrectas
Postcondición:	-El usuario esta registrado -El usuario inicia sesión

## Módulo de administración de presupuestos

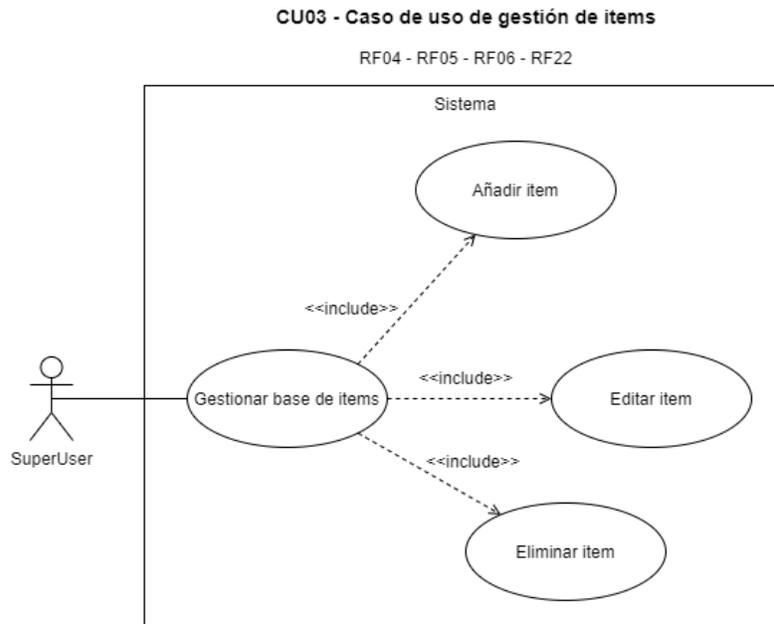


**Figura 7** Vista casos de usos administración de presupuestos

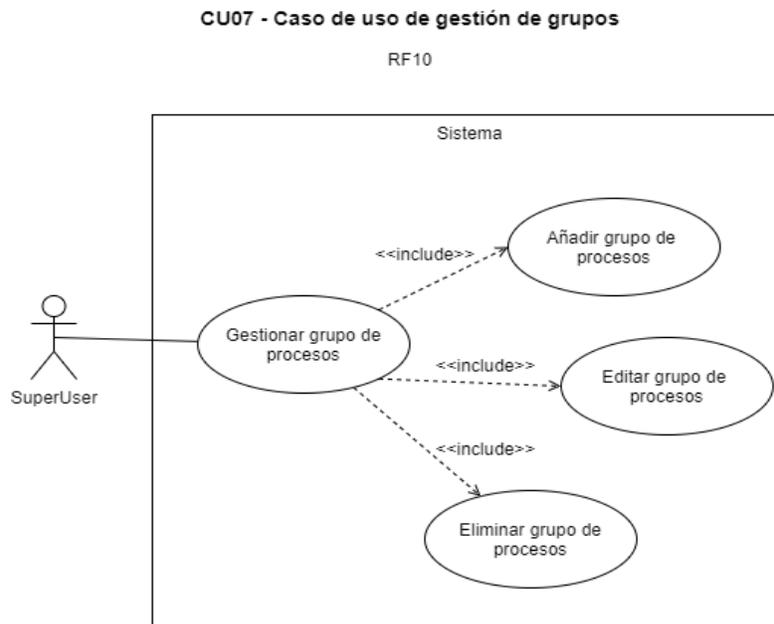
**Tabla 35**  
**Especificaciones casos de usos administración de presupuestos**

Especificaciones de Casos de Uso	
Caso de uso - 02	
<b>Código CU:</b>	<b>CU02</b>
Nombre:	Gestión de presupuestos
Descripción:	Caso de uso que describe el proceso de gestión del presupuesto
Requerimiento:	RF03 - RF11 - RF12 - RF20 - RF21
Precondición:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario ya inició sesión</li> </ul>
Flujo Normal:	
Actor	Sistema
1.El usuario ingresa a la vista de presupuestos 3.El usuario agrega un nuevo presupuesto 5.El usuario ingresa los datos del presupuesto  9.El usuario le da al botón de agregar un capítulo 11.El usuario ingresa los datos del capítulo  14.El usuario le da al botón de agregar una actividad al capítulo 16.El usuario ingresa los datos de la actividad  19.El usuario selecciona la opción de ver resumen	2. El sistema redirige al usuario hacia la vista de presupuestos 4. El sistema muestra al usuario un formulario con todos campos del presupuesto 6. El sistema establece la conexión con la base de datos 7. El sistema inserta los datos del presupuesto con la información proporcionada en la base de datos 8. El sistema redirige al usuario hacia la vista del presupuesto que creo 10. El sistema muestra al usuario un formulario con los campos para agregar un capítulo 12. El sistema establece la conexión con la base de datos 13. El sistema inserta los datos del capítulo con la información proporcionada en la base de datos 15.El sistema muestra al usuario un formulario con los campos para agregar una actividad 17. El sistema establece la conexión con la base de datos 18. El sistema inserta los datos de la actividad con la información proporcionada en la base de datos 20. El sistema establece la conexión con la base de datos 21. El sistema consulta los datos del presupuesto 22.El sistema redirige al usuario a la vista del resumen
Flujo Alterno:	
Actor	Sistema
1.1. El usuario no digita todos los datos	1.2. El sistema muestra una advertencia indicando que los datos están incompletos
Postcondición:	-El presupuesto está registrado en la cuenta del usuario

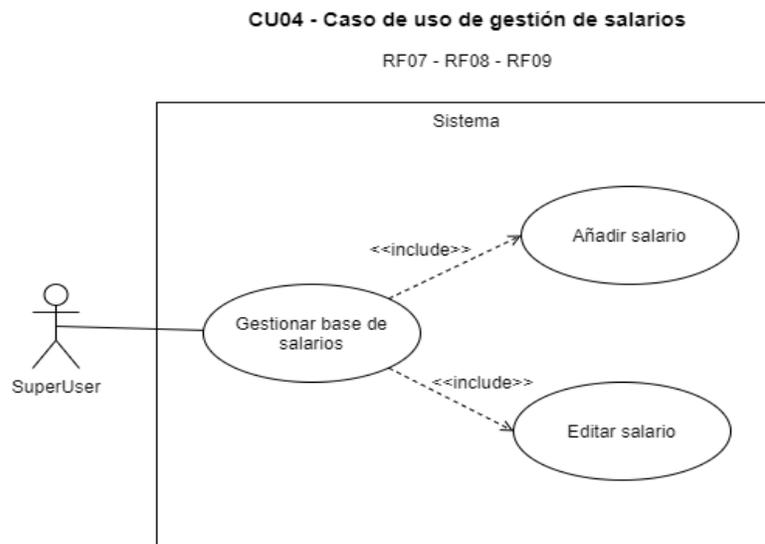
## Módulo de administración de datos predefinidos



**Figura 8 Vista casos de uso predefinidos - items**



**Figura 9 Vista casos de uso predefinidos-grupos**



**Figura 10 Vista casos de uso datos predefinidos- salarios**

**Tabla 36**

*Especificaciones casos de uso datos predefinidos (ítems)*

<b>Especificaciones de Casos de Uso</b>	
<b>Caso de uso - 03</b>	
<b>Código CU:</b>	<b>CU03</b>
<b>Nombre:</b>	gestión de ítems
<b>Descripción:</b>	Caso de uso que describe el proceso para añadir, eliminar y editar ítems al software
<b>Requerimiento:</b>	RF4 – RF5 – RF6 – RF22
<b>Precondición:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El actor inició sesión como superusuario</li> </ul>
<b>Flujo Normal:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1.El usuario ingresa a una de las vistas de ítems (materiales, cuadrillas) 3.El usuario elige la opción de agregar el ítem respectivo a su tabla 5.El usuario ingresa los datos del ítem	2. El sistema redirige al usuario hacia la vista del ítem respectivo 4. El sistema muestra al usuario un formulario con los campos para agregar un ítem 6.El sistema establece la conexión con la base de datos 7. El sistema inserta los datos del ítem con la información proporcionada en la base de datos
<b>Flujo Alternativo:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>

1.1. El usuario no digita todos los datos	1.2. El sistema muestra una advertencia indicando que los datos están incompletos
Postcondición:	-Ítem guardado

**Tabla 37**  
*Especificaciones casos de uso datos predefinidos (salarios)*

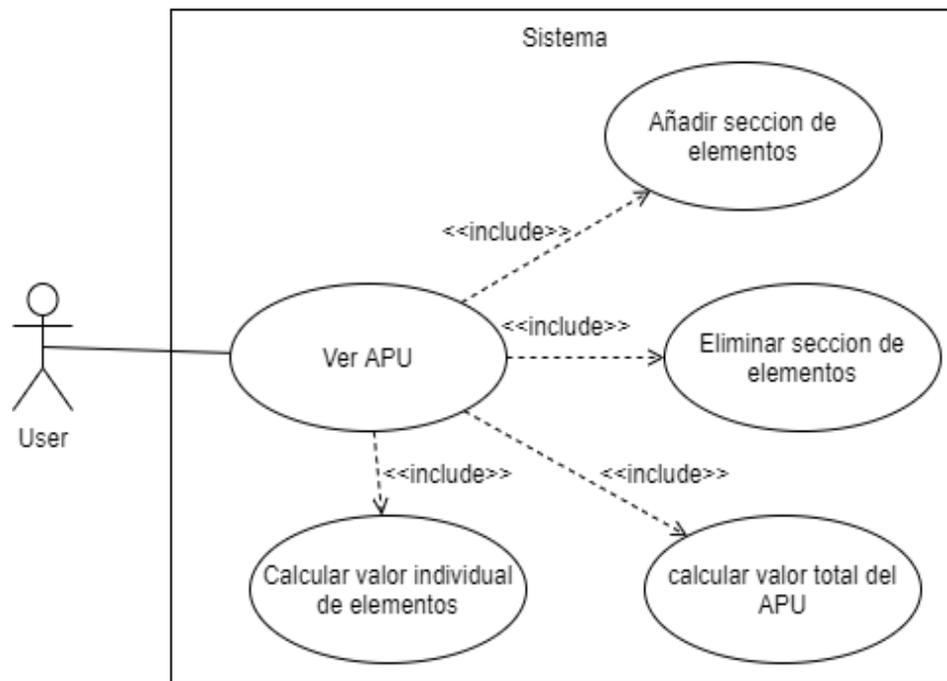
<b>Especificaciones de Casos de Uso</b>	
<b>Caso de uso - 04</b>	
<b>Código CU:</b>	<b>CU04</b>
Nombre:	gestión de salarios
Descripción:	Caso de uso que describe el proceso para añadir y editar salarios
Requerimiento:	RF7 – RF8 – RF9
Precondición:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El actor inició sesión como superusuario</li> </ul>
<b>Flujo Normal:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1.El usuario ingresa a una de las vistas de salarios 3.El usuario elige la opción de agregar un salario 5.El usuario ingresa los datos del salario	2. El sistema redirige al usuario hacia la vista de salarios 4. El sistema muestra al usuario un formulario con los campos para agregar un salario 6.El sistema establece la conexión con la base de datos 7. El sistema inserta los datos del salario con la información proporcionada en la base de datos
<b>Flujo Alternativo:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1.1. El usuario no digita todos los datos	1.2. El sistema muestra una advertencia indicando que los datos están incompletos
Postcondición:	-Salario guardado

**Tabla 38**  
**Especificaciones casos de uso datos predefinidos (grupos)**

Especificaciones de Casos de Uso	
Caso de uso – 07	
<b>Código CU:</b>	<b>CU07</b>
<b>Nombre:</b>	gestión de grupos
<b>Descripción:</b>	Caso de uso que describe el proceso para añadir, eliminar y editar grupos
<b>Requerimiento:</b>	RF10
<b>Precondición:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El actor inició sesión como superusuario</li> </ul>
<b>Flujo Normal:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1.El usuario ingresa la vista de los grupos 3.El usuario elige la opción de agregar un grupo 5.El usuario ingresa los datos del grupo	2. El sistema redirige al usuario hacia la vista de grupos 4. El sistema muestra al usuario un formulario con los campos para agregar un grupo 6.El sistema establece la conexión con la base de datos 7. El sistema inserta los datos del grupo con la información proporcionada en la base de datos
<b>Flujo Alternativo:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1.1. El usuario no digita todos los datos	1.2. El sistema muestra una advertencia indicando que los datos están incompletos
<b>Postcondición:</b>	-grupo guardado

**Módulo de administración de APU****CU05 - Caso de uso de gestión de APU**

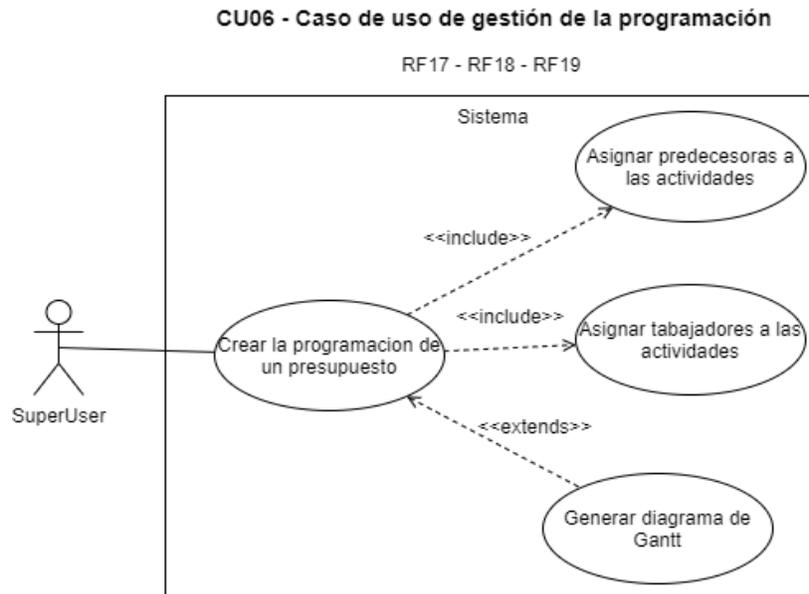
RF13 - RF14 - RF15 - RF16 - RF22

**Figura 11 Vista casos de uso administración de A.P.U.**

**Tabla 39**  
**Especificaciones casos de uso administración de A.P.U.**

<b>Especificaciones de Casos de Uso</b>	
<b>Caso de uso - 05</b>	
<b>Código CU:</b>	<b>CU05</b>
<b>Nombre:</b>	gestión del APU
<b>Descripción:</b>	Caso de uso que describe el proceso para gestionar el APU de una actividad
<b>Requerimiento:</b>	RF13 – RF14 – RF15 – RF16 – RF22
<b>Precondición:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario inicio sesión</li> </ul>
<b>Flujo Normal:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1.El usuario ingresa a la vista de uno de los presupuestos 3.El usuario posiciona el cursor sobre el valor del APU y da clic en el 5.El usuario selecciona la opción de agregar un contenido 7.El usuario agrega un ítem al contenido del APU 10.El usuario digita los campos restantes en la información de cada ítem de los contenidos del APU	2. El sistema redirige al usuario hacia la vista de presupuesto 4. El sistema redirige al usuario hacia la vista de presupuesto 6.El sistema muestra la sección en la que se agregan ítems de ese contenido en la vista del APU 8.El sistema establece la conexión con la base de datos 9.El sistema relaciona los datos del ítem con el APU con la información proporcionada en la base de datos 11.El sistema suma el valor total de los ítems en los contenidos del APU y lo muestra en la ventana de presupuesto
<b>Flujo Alternativo:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1.1. El usuario no digita todos los datos	1.2. El sistema muestra una advertencia indicando que los datos están incompletos
<b>Postcondición:</b>	-Salario guardado

## Módulo de administración de la programación



**Figura 12** Vista casos de uso gestión de la programación

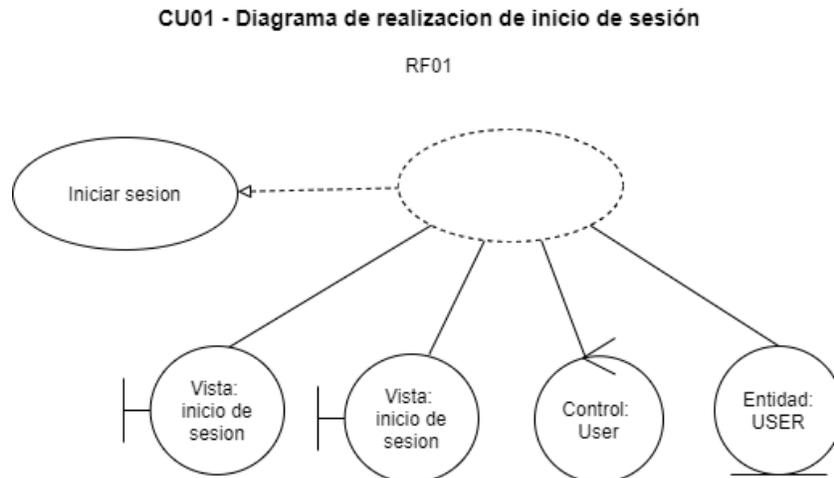
**Tabla 40**  
**Especificaciones de casos de uso gestión de la programación**

Especificaciones de Casos de Uso	
Caso de uso - 06	
<b>Código CU:</b>	<b>CU05</b>
Nombre:	gestión de la programación
Descripción:	Caso de uso que describe el proceso para gestionar la programación de actividades en un presupuesto
Requerimiento:	RF17 – RF18 – RF19
Precondición:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario inicio sesión</li> </ul>
Flujo Normal:	
Actor	Sistema
<p>1.El usuario ingresa a la vista de uno de los presupuestos</p> <p>3.El usuario ingresa a la vista de la programación</p> <p>5.El usuario selecciona una predecesora para una actividad, su tipo y duración</p> <p>9. Una vez terminada la programación de actividades el usuario ingresa a la vista de trabajadores</p> <p>11.El usuario selecciona los trabajadores que participan en una actividad</p>	<p>2. El sistema redirige al usuario hacia la vista de presupuesto</p> <p>4. El sistema redirige al usuario hacia la vista de programación del presupuesto</p> <p>6.El sistema acomoda el diagrama de Gantt con respecto a la información digitada por el usuario</p> <p>7. El sistema establece la conexión con la base de datos</p> <p>8.El sistema inserta los datos de la programación con la información de la actividad digitada</p> <p>10. El sistema redirige al usuario hacia la vista de programación de trabajadores</p> <p>11. El sistema establece la conexión con la base de datos</p> <p>12.El sistema relaciona los trabajadores seleccionados con la información de la actividad en la base de datos</p>
Flujo Alterno:	
Actor	Sistema
1.1. El usuario no digita todos los datos	1.2. El sistema muestra una advertencia indicando que los datos están incompletos
Postcondición:	-Programación hecha

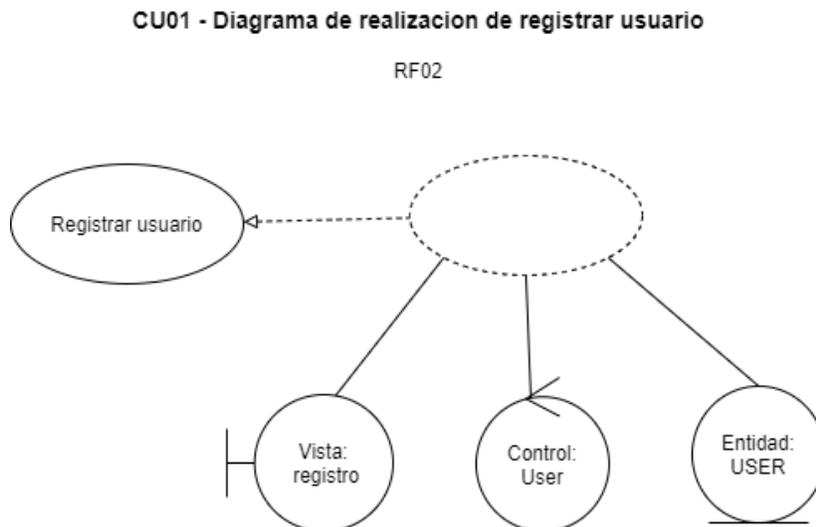
## Vista lógica

### Diagramas de secuencia

#### Módulo de administración de usuarios



**Figura 13** Diagrama de realización de inicio de sesión



**Figura 14** Diagrama de realización de registrar usuario

CU01 - Diagrama de secuencia de inicio de sesión

RF01

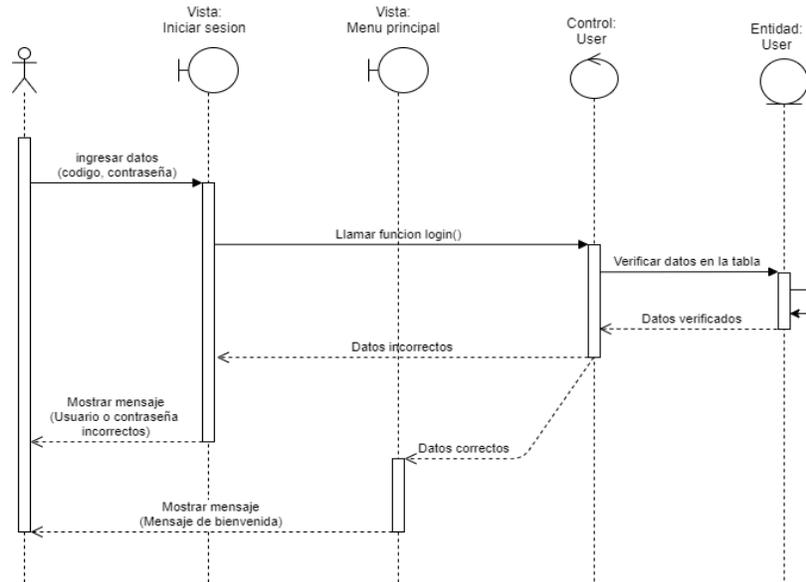


Figura 15 Diagrama de secuencia de inicio de sesión

CU01 - Diagrama de secuencia de inicio de sesión y registro

RF02

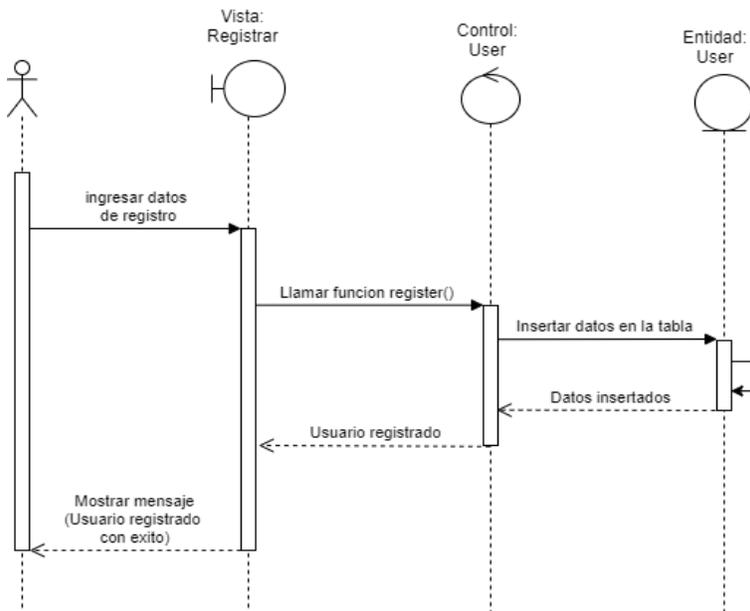
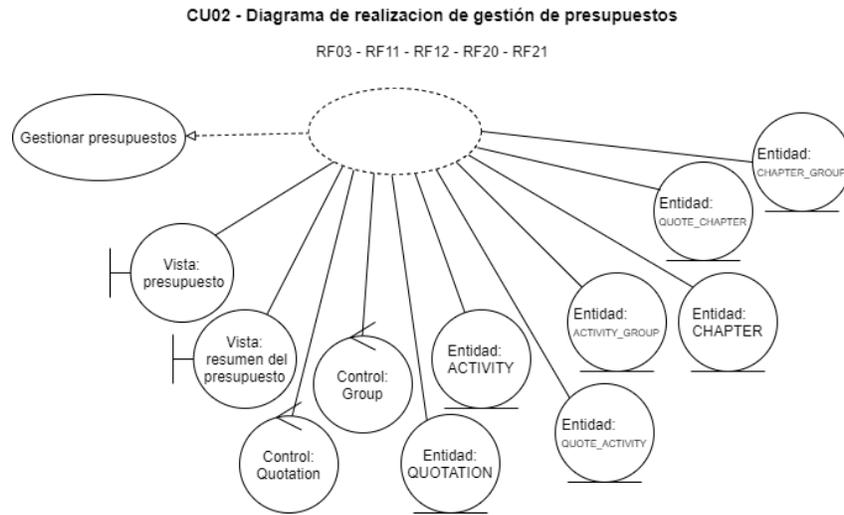
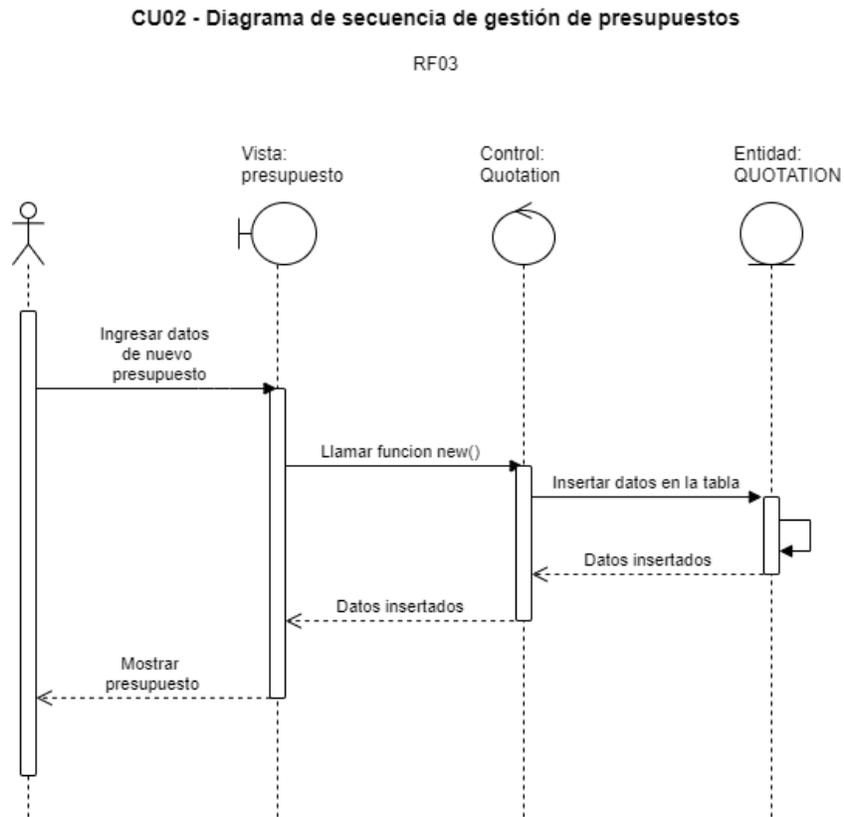


Figura 16 Diagrama de secuencia de inicio de sesión y registro

## Módulo de administración de presupuestos



**Figura 17** Diagrama de realización de gestión de presupuestos

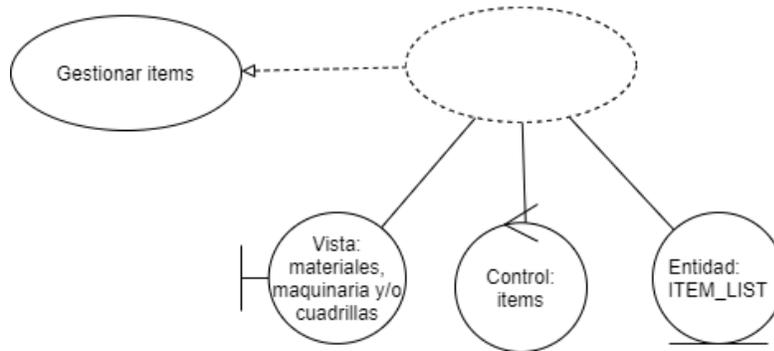


**Figura 18** Diagrama de secuencia de gestión de presupuestos

## Módulo de administración de datos predefinidos

### CU03 - Diagrama de realización de gestión de items

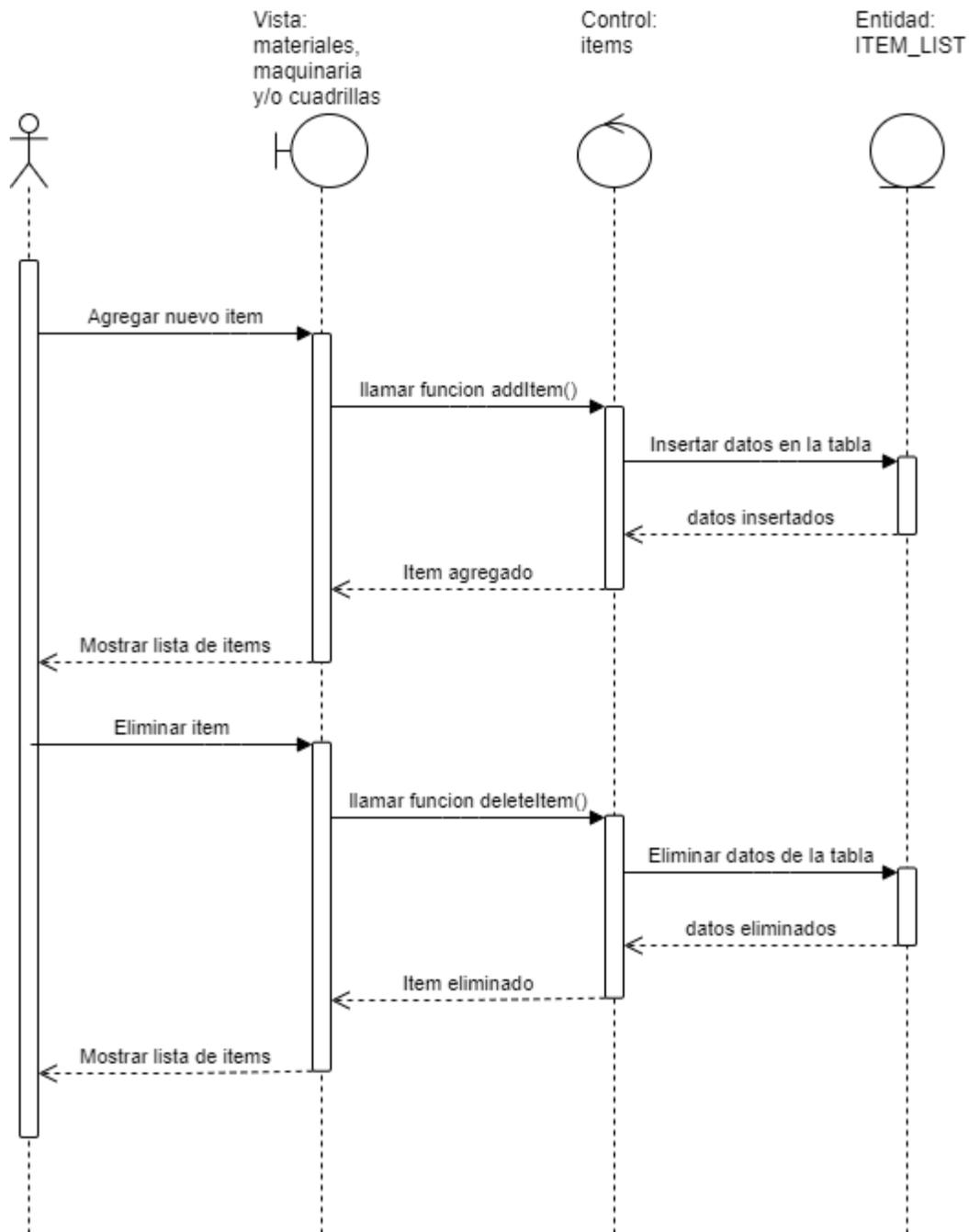
RF04 - RF05 - RF06



**Figura 19** Diagrama de realización de gestión de items

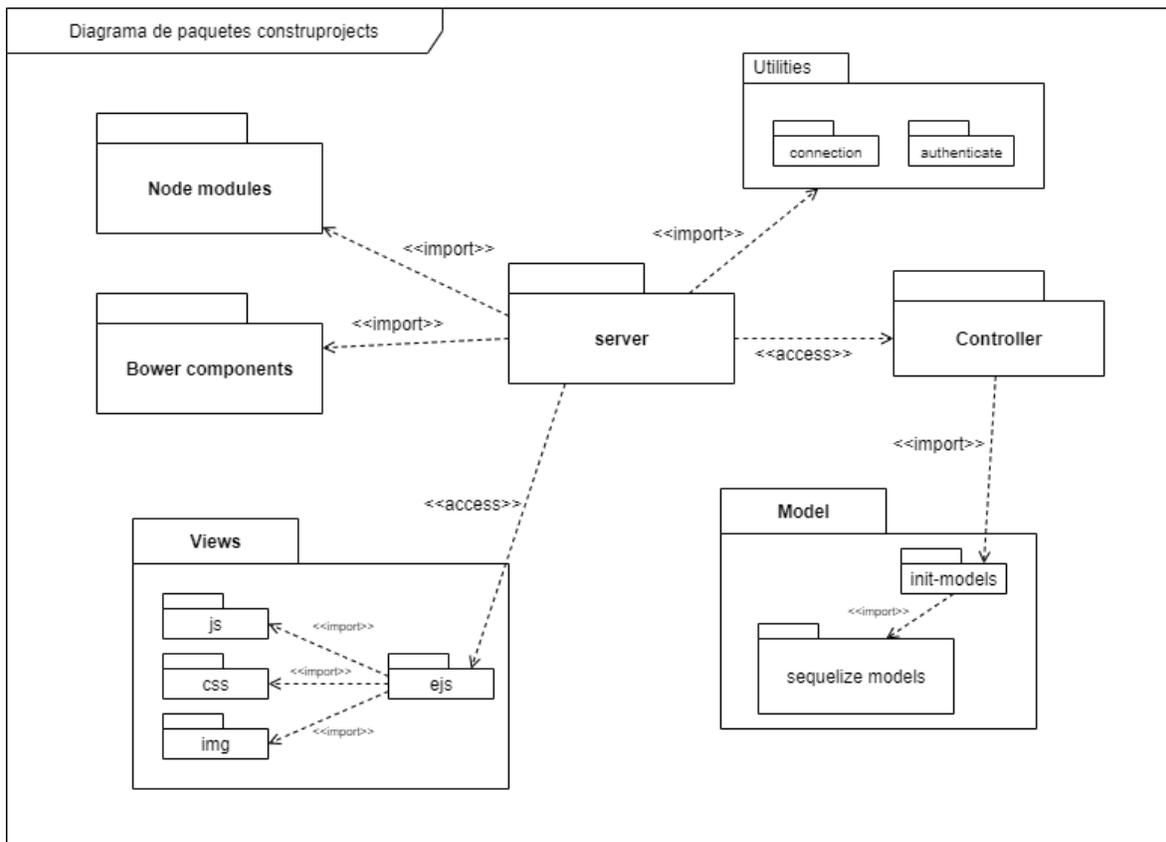
### CU03 - Diagrama de secuencia de gestión de items

RF04 - RF05 - RF06



**Figura 20** Diagrama de secuencia de gestión de items

## Diagrama de paquetes



**Figura 21** Diagrama de paquetes

Como vista lógica se representará la jerarquía de directorios del sistema con el diagrama de paquetes de UML, este nos va a proporcionar una visualización de los paquetes que componen del sistema de información y sus dependencias. Como se puede ver el sistema sigue el patrón de diseño MVC que se describe más adelante en el diagrama de implementación. En este caso los paquetes representan los directorios actuales del sistema y un conjunto de agrupaciones que se especificarán más adelante:

- El paquete **server** representa es una agrupación de un conjunto de archivos de configuración que se encuentran en la raíz del sistema la cual consiste de los siguientes

archivos: el archivo de inicialización del servidor y los archivos que referencian las versiones de las dependencias de los paquetes de Node modules y Bower components.

- El paquete Node modules y Bower components representan las librerías externas y sus versiones de las que depende el sistema, posee una relación de importación con el paquete server ya que usa estas librerías para funcionar correctamente.

- Directorio que contiene el archivo de la conexión con la base de datos, la autenticación de usuarios del sistema, tiene una relación de importación con el paquete server ya que este realiza la invocación de los métodos y objetos dentro de estos archivos para la funcionalidad de algunos métodos.

- El paquete views se refiere al directorio que guarda los objetos referentes al front-end y sus componentes, es decir aquello que será accesible en las terminales del cliente una vez renderizadas las plantillas desde el servidor. Posee una relación de acceso con el paquete server ya que este realiza invocaciones a las plantillas dentro del sub paquete ejs.

- El paquete controller (en conjunto con el paquete modelo) se refiere al directorio donde almacenan los objetos referentes al Back-end, en este se almacenan las funciones que se realizarán antes de procesar los datos a la base de datos, tiene una relación de acceso con el paquete server porque éste realiza el enrutamiento hacia este cuando se es invocada alguna función desde el front-end y tiene una relación de importación con el paquete modelo porque a través del sub paquete init-models define e invoca los modelos con los que almacenará los objetos en la base de datos.

- El paquete modelo se refiere al directorio donde se almacenan la definición de los objetos que se encuentran en la base de datos, es decir las tablas, sus relaciones y sus atributos.

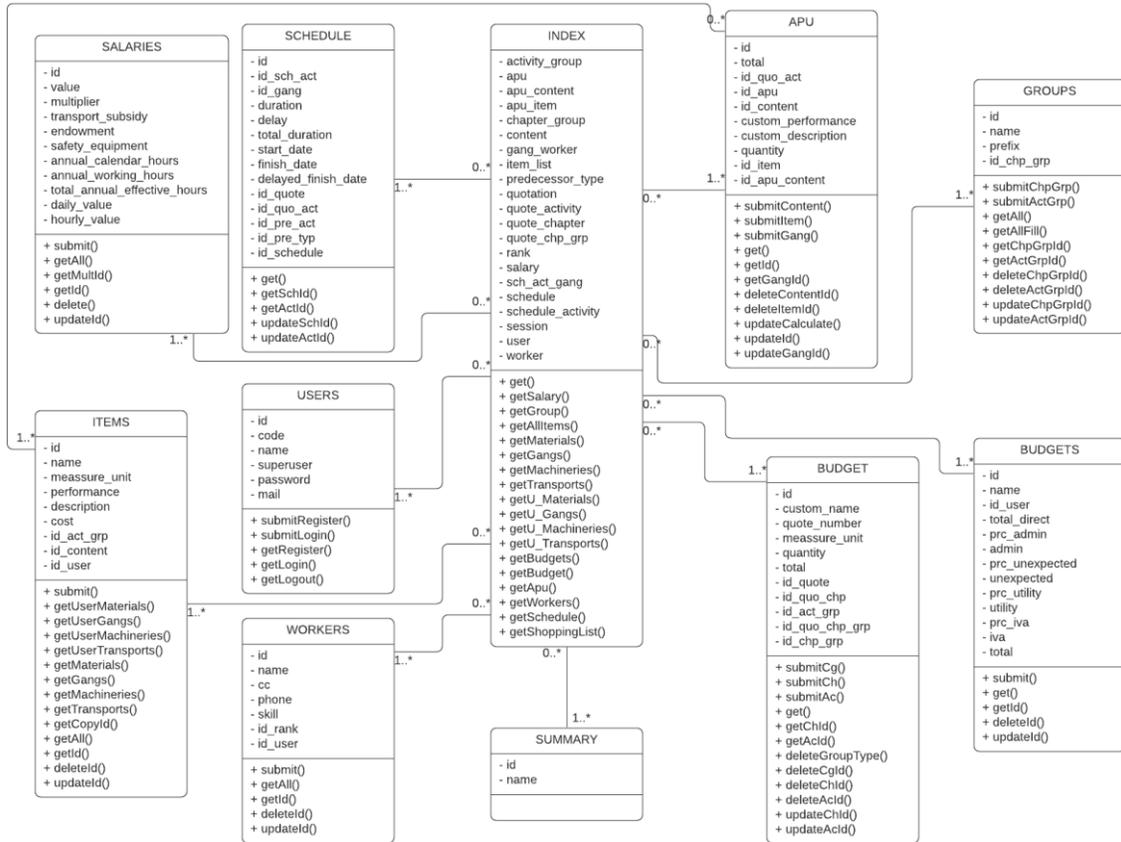
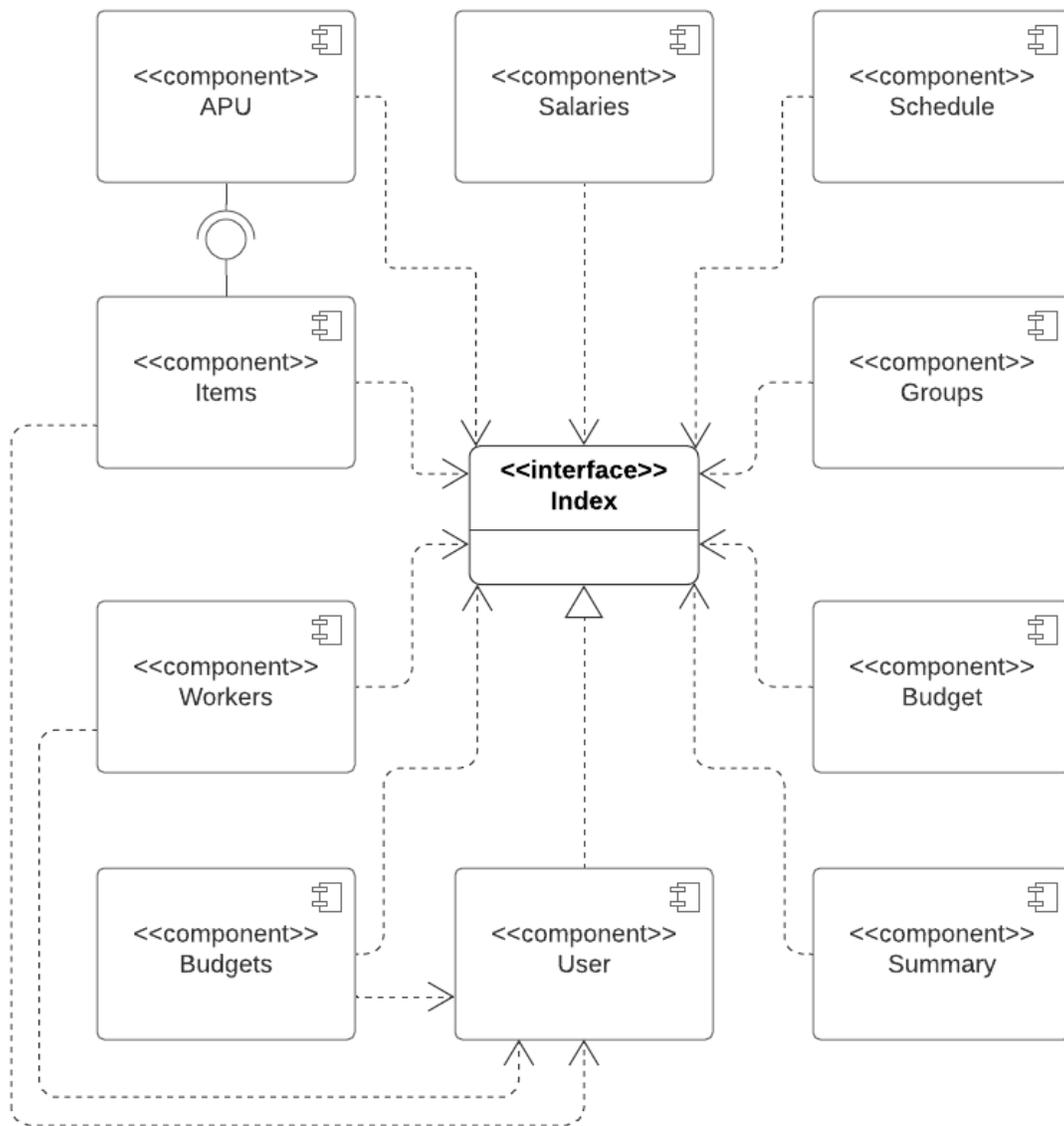


Figura 22 Diagrama de clases

### Vista de desarrollo

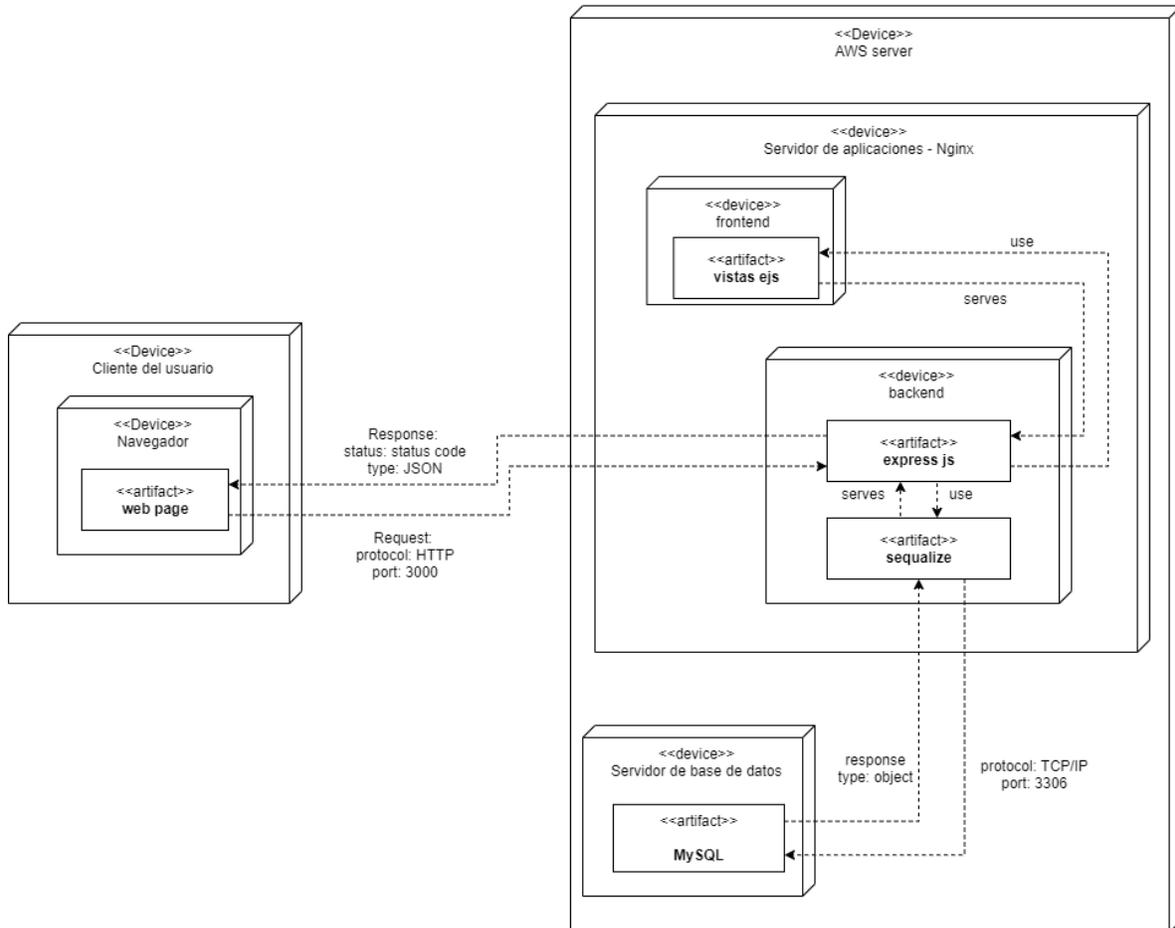


**Figura 22** Diagrama de componentes

## Vista física

### Diagrama de despliegue

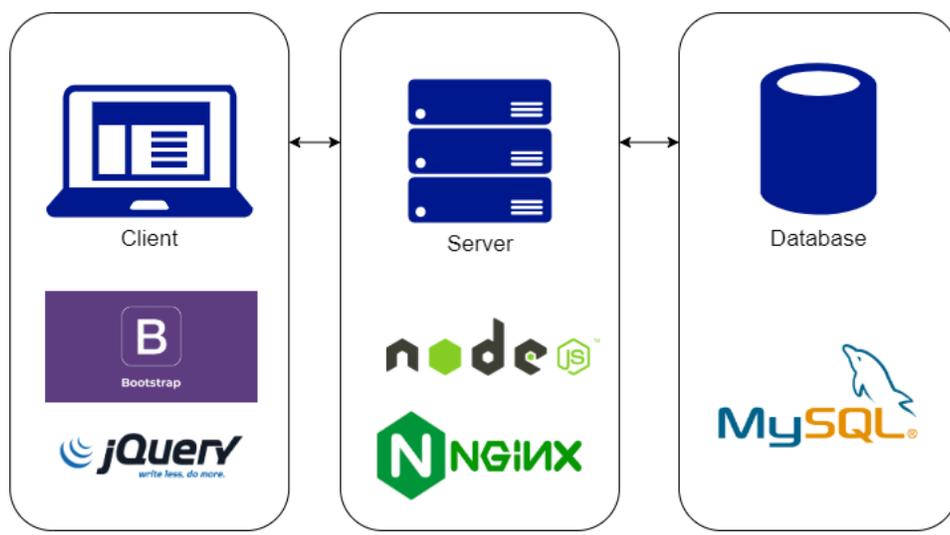
Diagrama de despliegue Construprojects



**Figura 23** Diagrama de despliegue

Como vista física se representa los componentes físicos del sistema de información del software con un diagrama de despliegue de UML. En este diagrama se representan los componentes de hardware denominados dispositivos en los que se va a realizar la implementación de los componentes que vienen del desarrollo del software denominados artefactos y los protocolos o tipos de comunicación que se realizan entre estos para el correcto funcionamiento del sistema de información.

El sistema está realizado bajo la arquitectura cliente servidor e implementa el patrón de diseño de Modelo Vista Controlador; el funcionamiento de este modelo de arquitectura se basa en que un servidor en este caso el dispositivo denominado “servidor de aplicaciones – nginx”, contiene los archivos del sistema y los sirve por igual según la disponibilidad del servidor a un número indeterminado de usuarios denominados clientes.



**Figura 24** Modelo vista controlador

#### 4.4.3. PLANTILLA ARQUITECTONIA

Se propone una visualización de la interfaz gráfica u entornos de navegación del programa propuesto. Dichos entornos parten desde una plantilla de inicio de sesión y registro de usuarios, página de bienvenida, pestañas desplegadas que permitan un entorno más simple y visualmente agradable, con sus respectivos botones de acceso a diferentes entornos de trabajo que permitan de una manera sencilla e intuitiva el ingreso y edición de datos para la configuración de información.

A continuación, se plantean los posibles entornos de navegación, de acuerdo al modelo propuesto en el presente trabajo.



**Figura 25** Inicio de sesión y registro de usuarios

## Inicio de sesión y registro de usuarios

En la figura # se puede visualizar el inicio de sesión y registro de usuarios, cuyo acceso se realizará mediante el correo institucional y una contraseña.



*Figura 26* Pantalla de inicio

## Pantalla principal

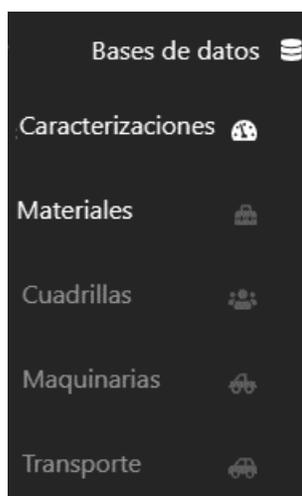
La pantalla principal nos permitirá visualizar y gestionar los diferentes recursos que el programa dispone, entre ellos administración de salarios, chequeo de base de datos predeterminada, gestión de la base de datos propia del usuario, elaboración de presupuestos y programación.

Salarios a Emplear				
#	Multiplicador	Valor	Valor Hora Efectiva	
1	x1	\$908,526.00	\$7,999.00	
2	x1.2	\$1,090,231.00	\$9,442.00	
3	x2	\$1,817,052.00	\$15,214.00	

**Figura 27 Base de datos salarios**

### Base de datos de salarios

El entorno de la base de datos correspondiente a los salarios permitirá la inserción de los salarios de los trabajadores partiendo de la base del salario mínimo mensual legal vigente, se utilizará un multiplicador de salario y un botón adicional que permita editar las horas extra y los costos que el empleador debe considerar sobre el salario.



**Figura 28 Items de la base de datos.**

### Base de datos ítems

En este listado se aprecian los ítems que constituyen la base de datos, entre ellos las caracterizaciones, las cuales corresponden a la creación de los grupos de procesos y actividades planteados en el objetivo específico #2; creación y gestión de materiales, cuadrillas, maquinarias y transporte.

#	Grupo de procesos	Prefijo	Grupos de actividades
			Nombre
1	Demoliciones	Dem-Man	Demoliciones manuales
2	Demoliciones	Dem-Eqp	Demoliciones con Equipos
3	Demoliciones	Dem-Maq	Demoliciones con Maquinaria
4	Demoliciones	Dem-Exp	Demoliciones con Explosivos
5	Excavaciones	EXC-MAN	Excavaciones manuales

**Figura 29 Caracterizaciones**

#### Caracterizaciones (Grupos de procesos y grupos de actividades)

En esta sección se permite gestionar la creación de los respectivos grupos de procesos y grupos actividades con sus respectivos prefijos para facilitar la identificación, los cuales permitirán asociar posteriormente las diferentes herramientas de la elaboración del presupuesto y programación de obra.

☰ Materiales				
#	G.A.	Nombre	Unidad	Costo
1	INS-ELC	Tuveria pvc 2"	ML	\$1,600.00
2	INS-ELC	Alambre calibre 16	ML	\$5,000.00

**Figura 30 Materiales**

## Materiales

Este entorno nos permite gestionar los diferentes materiales que utilizaremos, los cuales se podrán filtrar dependiendo al grupo de procesos y a su vez al grupo de actividad al que correspondan, pudiendo gestionar el nombre, unidad de medición y el costo unitario.

☰ Cuadrillas					▼ Filtros	
#	G.A.	Nombre		Rendimiento	Unidad	
1	Cim prof	Perforación 2m	1:2:0	3	M2	
2	INST TUBS	Instalación tubería 8" PVC	0:1:5	10	ML	
3	INS-ELC	Instalación tubería 1" pvc	0:1:1	5	ML	
4	SANITARIAS	Instalación punto sanitario	0:1:1	2	UND	

**Figura 31 Cuadrillas**

## Cuadrillas

La sección de cuadrillas permitirá gestionar las distintas configuraciones de personal dependiendo la actividad a ejecutar, seleccionando la cantidad de obreros y oficiales, el rendimiento proyectado y la unidad de medición.

Maquinaria				
#	G.A.	Nombre	Rendimiento	Unidad
1	Dem-Maq	Retroexcavadora	0	M3
2	Dem-Maq	Martillorompedor	0	M3
3	Dem-Maq	Cizalla	0	M3
4	Dem-Maq	Demoledora	0	M3

**Figura 32 Maquinaria**

## Maquinaria

La sección que corresponde a la gestión de la maquinaria permitirá su respectiva configuración basado en el rendimiento, unidad de medición y costo unitario

Transporte				
#	G.A.	Nombre	Unidad	Costo
1	Dem-Maq	Transporte material suelto	M3/km	\$500,000.00

**Figura 33 Transporte**

## Transporte

Esta sección permite la gestión de los transportes de los respectivos recursos en el proyecto permitiendo identificarlo dentro de un grupo de actividad con su respectiva unidad de medición y valor unitario.

Presupuestos			
#	Nombre	Costo directo	Costo obra
1	CONSTRUCCIÓN CARRETERA	Por definir	Por definir
2	VIVIENDA DE INTERES SOCIAL	Por definir	Por definir

**Figura 35** Lista de presupuestos

Presupuesto						
CONSTRUCCIÓN CARRETERA						
C.1. GEN - Generales						+ Grupo de procesos
						+ Capitulo
C.1.1.	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	Unidad	Cantidad	A.R.U	Total	+ Actividad
C.2. VÍAS - VÍAS Y CARRETERAS						+ Capitulo
C.2.1.	INSTALACIÓN MEZCLA EN CALIENTE TIPO 30	Unidad	Cantidad	A.R.U	Total	+ Actividad
2.1.1.	MZ-CL - INSTALACIÓN DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	M3	100	\$1,512,496.00	\$151,249,600.00	

**Figura 36** Gestión del presupuesto

## Presupuestos

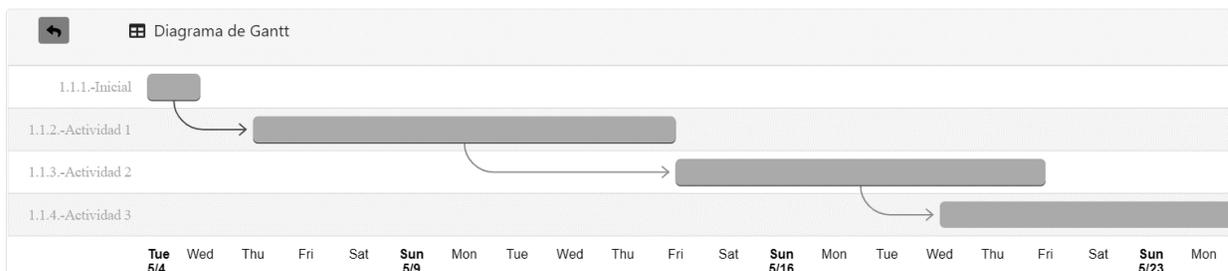
De la figura 36 se puede apreciar un entorno de trabajo que permite gestionar diferentes tipos de presupuesto, dependiendo el proyecto en el que se esté trabajando donde se visualizan los respectivos costos y con una pestaña adicional de opciones que permita gestionar los costos indirectos. En la figura 37 se visualiza la estructura general de cada presupuesto a la cual se accede seleccionándolo, en este entorno se puede gestionar toda la información mediante filtrado desde las bases de datos a través de una interfaz sencilla e intuitiva.

#	Nombre	Cédula	Celular	Tipo	Especialidad	+ Añadir
1	FELIPE PEREZ	12310230	123123	Oficial	INSTALACIONES	 

**Figura 34** Base de datos trabajadores

### Base de Datos Trabajadores

En la base de datos de trabajadores, se podrá gestionar el personal a cargo de la ejecución de las actividades del proyecto, en ella se registrará el nombre del trabajador, su número de identificación, teléfono celular, tipo de personal y su especialidad.



**Figura 35** Programación de obra

### Programación

En la programación de obra, se desea implementar el diagrama de gant que permita establecer las relaciones con las actividades, así como su duración, con el fin de poder organizar y controlar el cronograma de las actividades.

**4.5. Objetivo específico # 5. Caracterizar la percepción de los estudiantes de ingeniería civil acerca del manejo que posee de costos, presupuestos y programación de obra para determinar algunas de las falencias del programa y relacionar los beneficios que traería este proyecto.**

El desarrollo de este objetivo se centró, por medio de una evaluación de percepción, en el nivel aprobación e importancia que tendría el desarrollo e implementación de un software académico propio del programa de Ingeniería Civil; la metodología empleada fue la recopilación de datos mediante una encuesta electrónica a estudiantes y egresados del programa de Ingeniería Civil que hayan o no cursado la asignatura de costos y presupuestos; desarrollando posteriormente un análisis cuantitativo de la información recolectada.

#### **Metodología utilizada para el desarrollo del objetivo**

**Población de estudio:** La población de estudio está conformada por 1088 entre estudiantes y egresados del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander.

**Muestra:** Para calcular el tamaño de la muestra se realizó un muestreo aleatorio simple y se utilizó la ecuación referenciada en el capítulo 3, con un nivel de confianza del 95% y un error de muestreo del 5%, la cual da un tamaño de muestra de 293 encuestados de los cuales el 92.2% fueron estudiantes y el 7.8% egresados del programa de Ingeniería Civil Universidad Francisco de Paula Santander.

**Tipo de investigación:** Esta investigación es de tipo descriptiva ya que recopila información necesaria para caracterizar la opinión, actitud y comportamiento frente a la asignatura de CCP y la posible implementación de un software educativo de apoyo y complemento de la asignatura.

**Instrumento de recolección de datos:** El instrumento utilizado en la presente investigación

para la recolección de datos fue una encuesta electrónica.

**Técnica de análisis de datos:** Para el análisis de los datos recolectados, se utilizó un análisis cuantitativo, organizando los datos según el tipo de encuestado, características de la pregunta y porcentaje de respuestas.

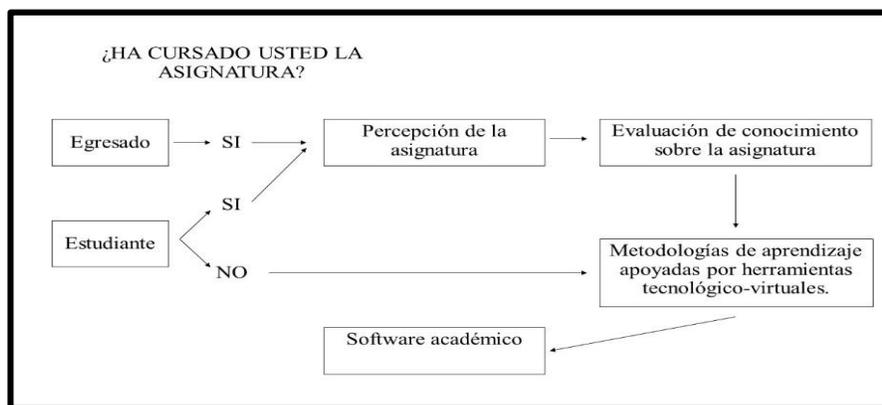
**Procedimiento:** La encuesta de la cual se obtuvo la información estaba estructurada en varias secciones, dependiendo el perfil del encuestado:

- Estudiante que ha cursado la asignatura de CCP.
- Estudiante que aún no ha cursado la asignatura de CCP.
- Egresado.

En ella se plantearon 3 tipos de preguntas para recolectar la información necesaria:

- Preguntas dicotómicas.
- Preguntas de selección múltiple.
- Preguntas con escala de valoración.

#### Estructura de la encuesta:



**Figura 36 Estructura de la encuesta**

La encuesta fue estructurada en 5 secciones, cada sección consta de una serie de preguntas que recopilan información específica.

#### ***4.5.1. ANALISIS DE LOS RESULTADOS***

Luego de la recolección de toda la información a través del método e instrumento aplicado, se procedió a analizar los resultados.

**Sección 1- Perfil del encuestado:** Esta sección consta de 2 opciones de respuesta, si el encuestado es Estudiante o egresado del programa de Ingeniería Civil.

**Tabla 41**  
**Resultados perfil del encuestado**

Sección	Pregunta	Respuesta	%
Perfil	¿Cuál es tu perfil?	Estudiantes	92.2%
		Egresado	7.8%
Estudiante	¿Cuál es tu edad?	Menor de 18 años	20.8%
		entre 18 y 22 años	46.4%
		entre 22 y 26 años	19.7%
		Mayor de 26 años	13.1%
	¿Cuál es tu sexo?	Hombre	60.4%
Mujer		39.6%	
¿Qué semestre cursas actualmente?	1-3	25.6%	
	3-5	12.6%	
	5-7	14%	
	7-10	47.7%	
¿Ha cursado la asignatura de costos, presupuestos y programación o alguna relacionada?	SI	44.8%	
	NO	55.2%	
Egresado	¿Cuál es tu edad?	Entre 20 y 30 años	61%
		Entre 30 y 40 años	21.8%
		Entre 40 y 50 años	17.2%
	¿Cuál es tu sexo?	Hombre	91.3%
		Mujer	8.7%
Prefiero no decirlo		--	
¿Área en la que se desempeña?	Cálculo Estructural	7%	
	Construcción	41.8%	
	Vías y transporte	11.6%	
	Geotecnia	4.7%	
	Saneamiento	2.3%	
	Hidráulica	11.6%	
Costos y Presupuestos	20.9%		
¿Cuánto tiempo lleva ejerciendo como profesional?	Menos de 1 año	34.8%	
	Entre 1 y 3 años	39.1%	
	Entre 3 y 5 años	8.7%	
	Entre 5 y 10 años	--	
	Más de 10 años	17.4%	

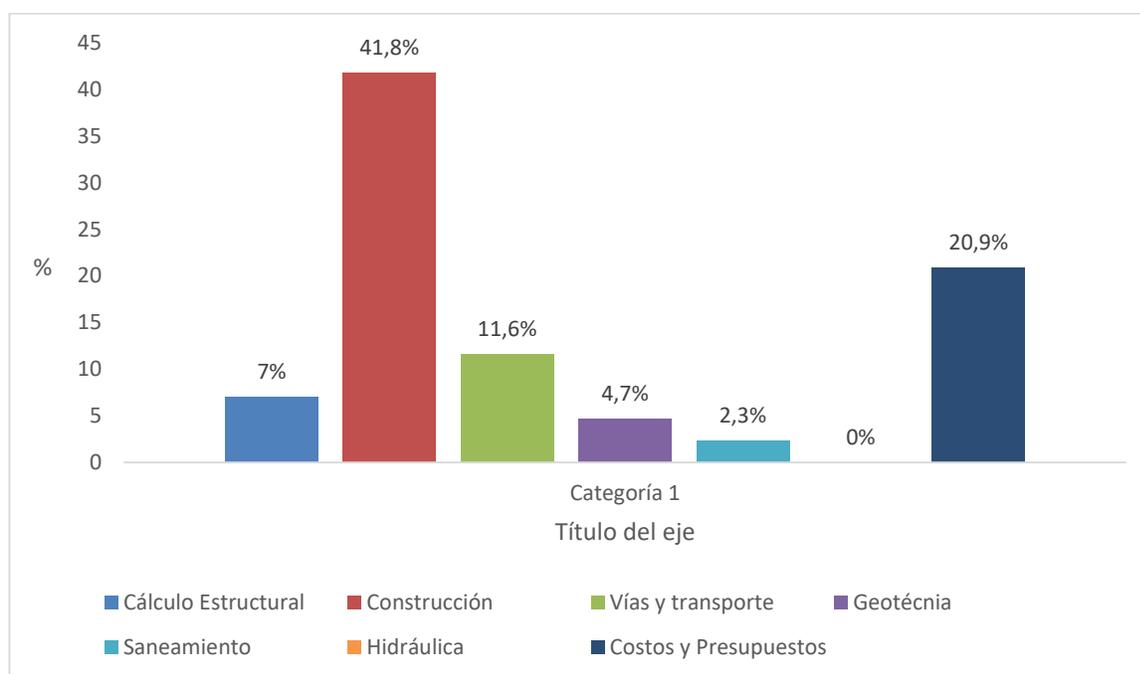
- **Estudiantes:**

La muestra estudiada en esta investigación tiene las siguientes características, el 92% de los encuestados eran estudiantes cuya edad promedio oscila entre los 22 años y el 60.4% de ellos son

hombres, y el 39.6% son mujeres; así mismo, el 61.7% de los estudiantes están cursando entre quinto y décimo semestre, de igual manera, el 45% de los estudiantes han cursado la asignatura de costos, presupuestos y programación.

- **Egresados:**

Los egresados encuestados tienen las siguientes características, 8% son egresados, el 61% de los egresados tiene una edad promedio de 31 años y el 74% tiene una experiencia profesional menor e igual a 3 años y el 62.7% de los egresados se desempeña en las áreas de construcción (41.8%) y costos y presupuestos (20.9%) como se muestra en la figura 41.



**Figura 40** Áreas de desempeño de los egresados

**Sección 2- Percepción de la asignatura de Costos, Presupuestos y programación:** En esta sección las preguntas fueron enfocadas hacia la percepción de la asignatura de CPP y la metodología empleada en clase.

**Tabla 42**  
**Resultados percepción de la asignatura**

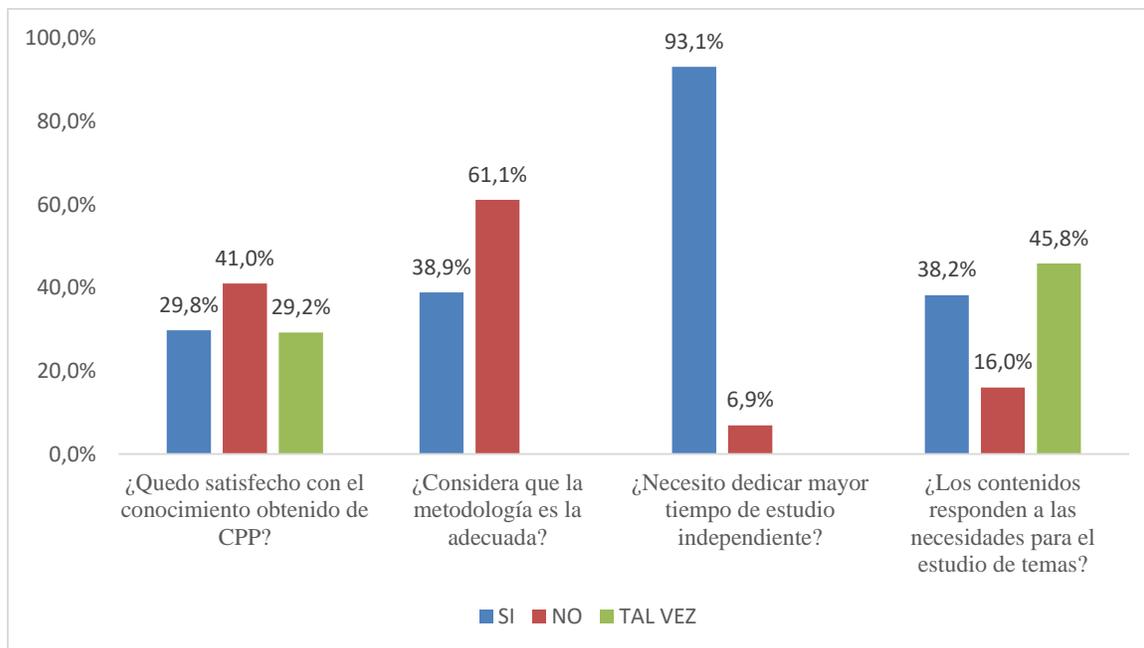
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>%</b>
¿Cuándo cursó la asignatura de Costos, Presupuestos y Programación ¿Quedo satisfecho con el conocimiento obtenido en el aula sobre los diferentes temas?	SI	29.8%
	NO	41%
	TAL VEZ	29.2%
¿Cómo califica la experiencia del curso Costos, Presupuestos y Programación impartido por el plan de estudios de Ing. Civil?	1	3.5%
	2	13.9%
	3	34.7%
	4	39.6%
	5	8.3%
¿Cuánto considera usted que aprendió durante el desarrollo de esta materia?	Muy poco	7.6%
	Poco	13.2%
	Regular	42.4%
	Lo suficiente	34%
	Mucho	2.8%
¿Piensa usted que la metodología de enseñanza de asignatura de Costos, presupuestos y Programación impartida en la universidad, es la adecuada?	SI	38.9%
	NO	61.1%
¿Necesito dedicar tiempo de estudio independiente más de lo normal para profundizar en los temas vistos en el aula de clase?	SI	93.1%
	NO	6.9%
Las preparaciones previas a un examen estuvieron enfocadas a:	Contenido teórico	30.4%
	Resolución de ejercicios	38.6%
	Aplicación práctica del contenido	31%
¿Qué tipo de material utilizaste para complementar tu estudio independiente?	Apuntes tomados en clase	39.2%
	Consulta de bibliografía en biblioteca	9.9%
	Consulta de material bibliográfico en la red	41.9%
	Apoyo de un software educativo relacionado con la temática	9%
¿Responden los contenidos bibliográficos del curso a las necesidades para el estudio de los temas de Costos, Presupuestos y Programación?	SI	38.2%
	NO	16%
	TAL VEZ	45.8%

A la pregunta: ¿Quedo satisfecho con el conocimiento obtenido en el aula sobre los diferentes temas?, solo el 29.2% de los encuestados manifestaron quedar satisfechos con el conocimiento

obtenido en el aula sobre los diferentes temas vistos y se tiene un alto porcentaje (41%) de los encuestados que manifiestan estar insatisfecho con lo recibido en la asignatura. Como se muestra en la figura 42.

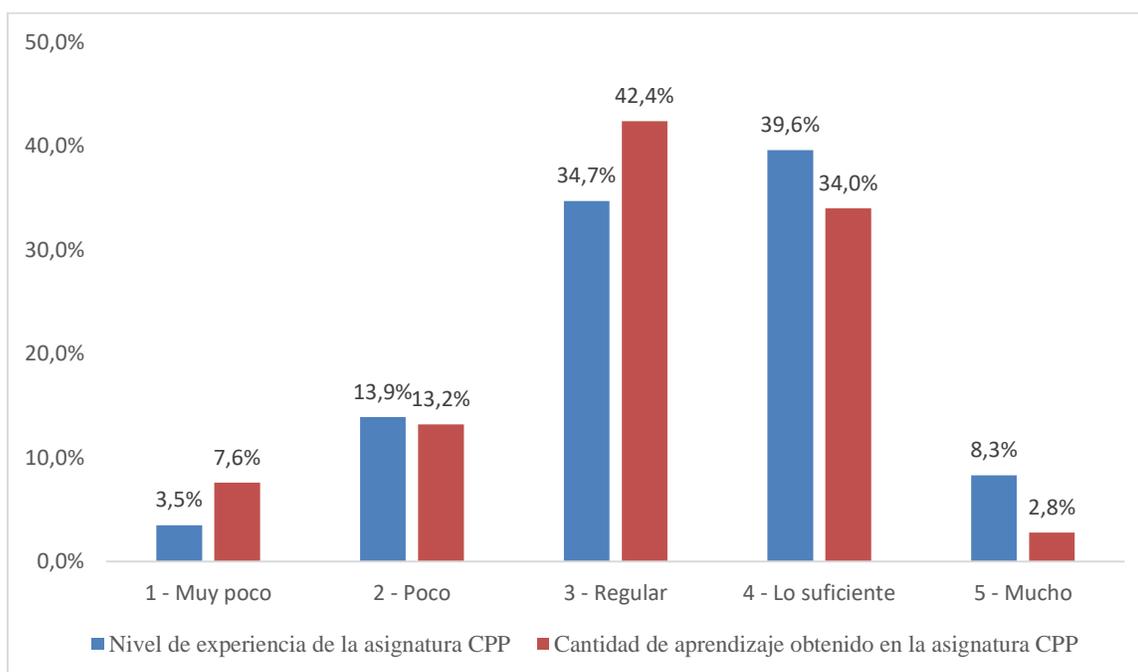
A la pregunta ¿Piensa usted que la metodología de enseñanza de asignatura de Costos, presupuestos y Programación impartida en la universidad, es la adecuada?, El 61.1% de los estudiantes encuestados piensa que la metodología de enseñanza de la asignatura no es la adecuada. Ver figura 42.

De acuerdo a la pregunta ¿Necesito dedicar tiempo de estudio independiente más de lo normal para profundizar en los temas vistos en el aula de clase?, El 93.1% de los estudiantes respondieron que necesitaron dedicar más tiempo de lo normal para profundizar en los temas vistos durante las clases (ver figura 42).



**Figura 41** Percepción de la comunidad estudiantil sobre la asignatura CPP

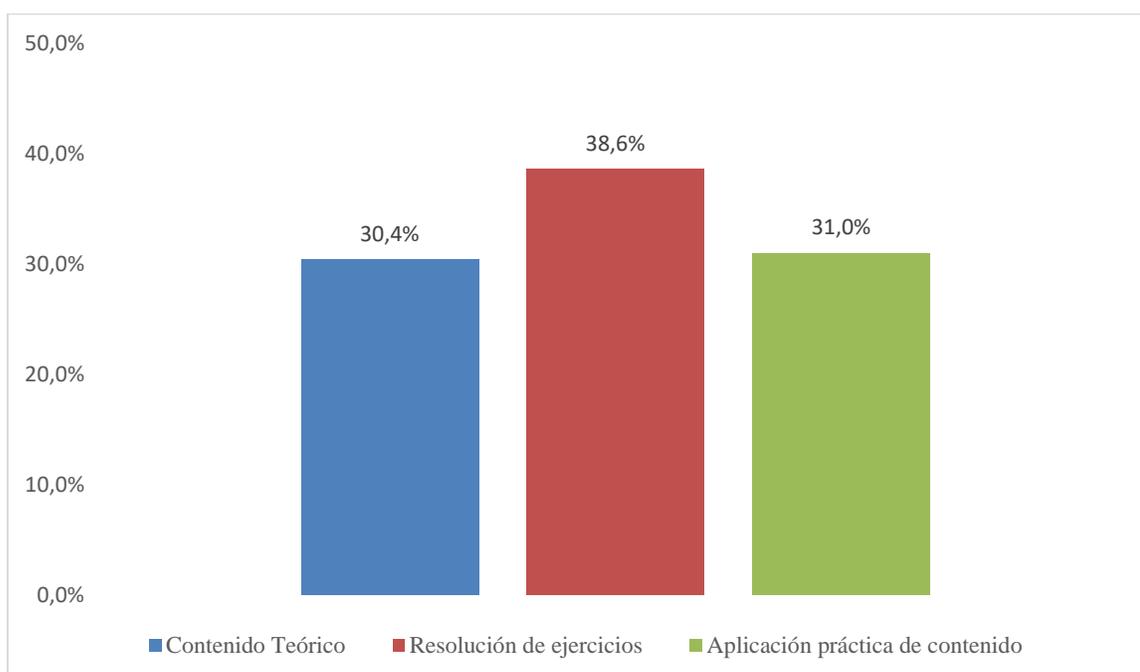
A la pregunta ¿Responden los contenidos bibliográficos del curso a las necesidades para el estudio de los temas de Costos, Presupuestos y Programación?, El 16% de los encuestados afirma que los contenidos bibliográficos del curso de CPP no responden a las necesidades para el estudio de los temas vistos; mientras que el 45.8% responde con un “tal vez”, lo cual desde un punto de vista subjetivo denota dudas e inconformismo. Ver figura 42.



**Figura 42 Experiencia y aprendizaje obtenidos por estudiantes en la asignatura CPP**

En cuanto a ¿Cómo califica la experiencia del curso Costos, Presupuestos y Programación impartido por el plan de estudios de Ing. Civil?, Un 52% de los encuestados calificó por debajo de 3 sobre 5 la experiencia del curso de CCP. Y el 47.9 % califica la experiencia mayor a 4 como se muestra en la figura 43.

A la pregunta ¿Cuánto considera usted que aprendió durante el desarrollo de esta materia? El 34% de los encuestados considera que aprendió lo suficiente, mientras que la gran mayoría, con un porcentaje del 63.2% responde regular e inferior lo aprendido. Como se muestra en la figura 43.

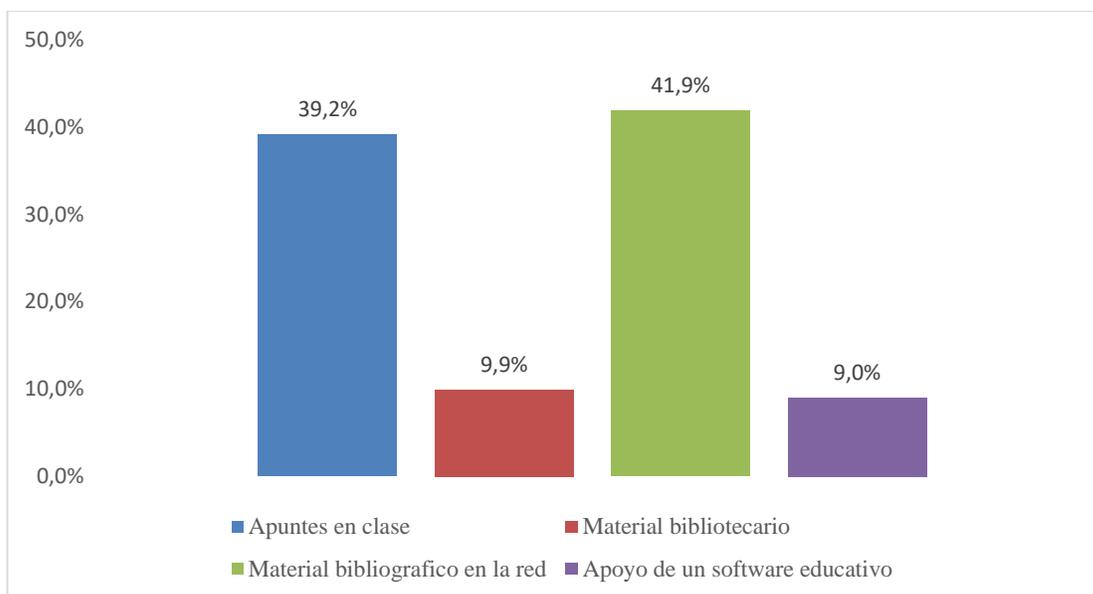


**Figura 43** Enfoque de las preparaciones previas a un examen de CPP

Las preparaciones previas a un examen estuvieron enfocadas de manera balanceada en la resolución de ejercicios, contenido teórico y aplicaciones prácticas. Ver figura 44.

Según (Cárcel Carrasco, 2016) indica que, mediante estrategias de aprendizaje la educación busca el desarrollo de competencias basadas en el aprendizaje autónomo del estudiante, ya que éstas lo motivan a emprender en estudios posteriores fomentando habilidades de autoaprendizaje,

adaptación y actualización de nuevos conocimientos y avances técnicos adaptando una actitud curiosa y creativa. En este sentido, entran en juego las herramientas tecnológicas, las cuales pueden incentivar en el estudiante un aprendizaje activo incitándolo a toma de decisiones, innovación y resolución de problemas.



**Figura 44 Material utilizado para complementar el estudio independiente**

Entre los materiales comúnmente empleados por los estudiantes para complementar su estudio independiente se destacan principalmente los apuntes tomados en clase (39.2%) y la consulta de material bibliográfico en la red (41.9%). Ver figura 45.

Muñoz-Repiso, et al, afirma que al seguir manteniendo los sistemas tradicionales y sus respectivas metodologías se está limitando y estancando la forma de adquirir conocimiento, se priva al estudiante la posibilidad de ampliar su curiosidad y motivación hacia el descubrimiento

y desarrollo de sus habilidades. En la actualidad, la inabarcable cantidad de información a disposición del estudiante, le exige desarrollar competencias informacionales específicas en el uso de las TIC.

**Sección 3- Evaluación de conocimientos:** En esta sección se aplicó un test que consistía en preguntas básicas para evaluar la apropiación de conceptos por parte del estudiante al finalizar el curso de CCP.

**Tabla 43**  
*Resultados evaluación de conocimientos*

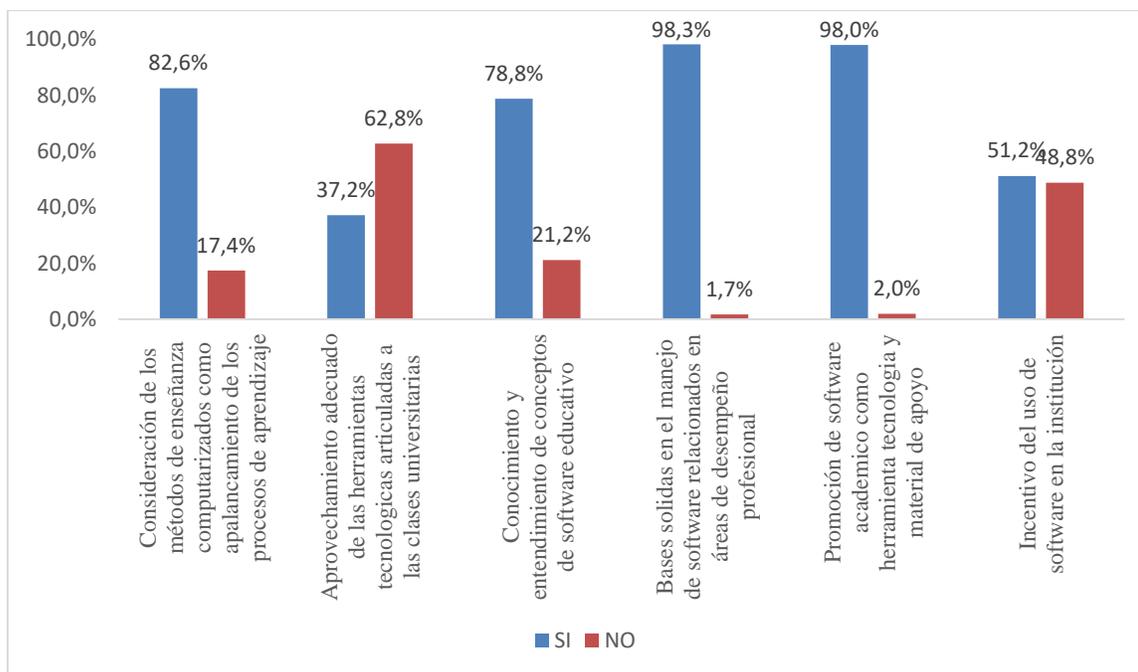
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>%</b>
¿Conoce la diferencia entre Costos directos y Costos indirectos?	SI NO	88.2% 11.8%
De las siguientes opciones ¿Cuáles corresponden a costos directos?	Mano de obra Materiales Utilidades Maquinaria Administración de la obra	30.9% 34.4% 2.4% 27.4% 4.8%
¿Cuál cree usted que es el método más eficiente para realizar una evaluación de la mano de obra?	Por rendimiento de mano de obra Por cotización directa Por comparación	63.2% 21.5% 15.3%
A la hora de calcular el salario del personal de la construcción ¿Qué aspectos considera usted que se tienen en cuenta?	Auxilio de transporte Capacidad económica del contratista SMMLV Duración del contrato Seguridad Social	23.3% 4.3% 31.5% 15.6% 25.3%
¿Qué tipo de presupuesto conoce y utiliza?	Presupuesto por administración delegada Presupuesto a todo coste Presupuesto por precios unitarios	7.4% 20.2% 72.3%
¿Qué rango de porcentajes corresponde a utilidad en una obra de construcción?	Menor o igual al 10% Entre el 10% y 20% Mayor al 20%	40.3% 51.4% 8.3%
¿Qué tan importante considera usted que es un APU para la elaboración de un correcto análisis de Costos, Presupuestos y Programación?	Poco importante Importante Muy importante	0% 18.8% 81.2%

Al analizar los datos del test de conocimientos aplicado a los estudiantes y egresados, se evidenció un dominio sobresaliente en conceptos básicos de los principales aspectos de costos y presupuesto de una obra; además los encuestados planteaban que el método más eficiente para calcular la evaluación de mano de obra, era por rendimientos; y que el tipo de presupuestos más conocido y utilizado era por análisis de precios unitarios; manifestando la gran importancia de este último en un correcto análisis de costos y presupuestos de una obra de construcción.

**Sección 4- Metodologías de aprendizaje apoyadas en herramientas tecnológicas-virtuales:** En esta sección se quiso conocer como percibían los estudiantes la implementación de herramientas apoyadas en la tecnología como complemento a nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje y cuál sería su nivel de aceptación.

**Tabla 44**  
**Resultados metodologías de aprendizaje**

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>%</b>
¿Cree usted que la elaboración de métodos de enseñanza computarizados apalanca los procesos de aprendizaje en todas las disciplinas?	SI NO	82.6% 17.4%
¿Cómo califica la importancia de manejo de software como herramienta que complementa el desempeño profesional?	Entre 1 y 3 Entre 3 y 7 Entre 7 y 10	0% 8.1% 91.8%
¿Considera usted que el uso de herramientas tecnológicas articuladas a las clases universitarias se está aprovechando de la manera adecuada hoy en día?	SI NO	37.2% 62.8%
¿Cómo cree usted que es la postura de los docentes universitarios hacia la transición de nuevas metodologías de enseñanza apoyadas de herramientas tecnológicas-virtuales?	Indiferente Poco interesados Muestran interés Manifiestan interés y apoyan la transición	4.8% 34.5% 53.2% 7.5%
¿Cuál cree que sea el nivel de aceptación por parte de la comunidad estudiantil sobre la implementación de recursos tecnológicos que complementen y ayuden a mejorar el aprendizaje en cada una de las áreas de la ingeniería civil?	1 2 3 4 5	1.4% 3.8% 16% 30.4% 48.5%
¿Conocen y entiende los conceptos de software educativo?	SI NO	78.8% 21.2%
¿Considera usted que, utilizando un software como complemento académico, se mejoraría la experiencia en clases?	SI NO TAL VEZ	69.3% 5.5% 25.3%
¿Considera usted que implementar el uso de software como complemento académico despertaría un mayor interés hacía la apropiación de conocimiento por parte de los estudiantes?	SI NO TAL VEZ	69.3% 4.1% 26.6%
¿Qué tan familiarizado está con el uso de software como herramienta de apoyo en sus actividades académicas?	1 2 3 4 5	5.5% 7.5% 34.8% 39.6% 12.6%
¿Considera necesario que el estudiante se forme con bases sólidas en el manejo de software relacionado con las áreas que desempeñará como profesional?	SI NO	98.3% 1.7%
¿Considera usted que, a la hora de conseguir un trabajo, tiene más posibilidades de aspirar a un cargo aquel profesional con mayores competencias en manejo de software?	SI NO TAL VEZ	83.6% 1.4% 15%
¿Considera usted que se debe promover la implementación de software académicos como herramienta tecnológica y material de apoyo en las asignaturas vistas durante el semestre académico?	SI NO	98% 2%
¿Se incentiva el uso de software en nuestra institución?	SI NO	51.2% 48.8%



**Figura 45** Percepción de las metodologías de aprendizaje implementadas en la asignatura CCP

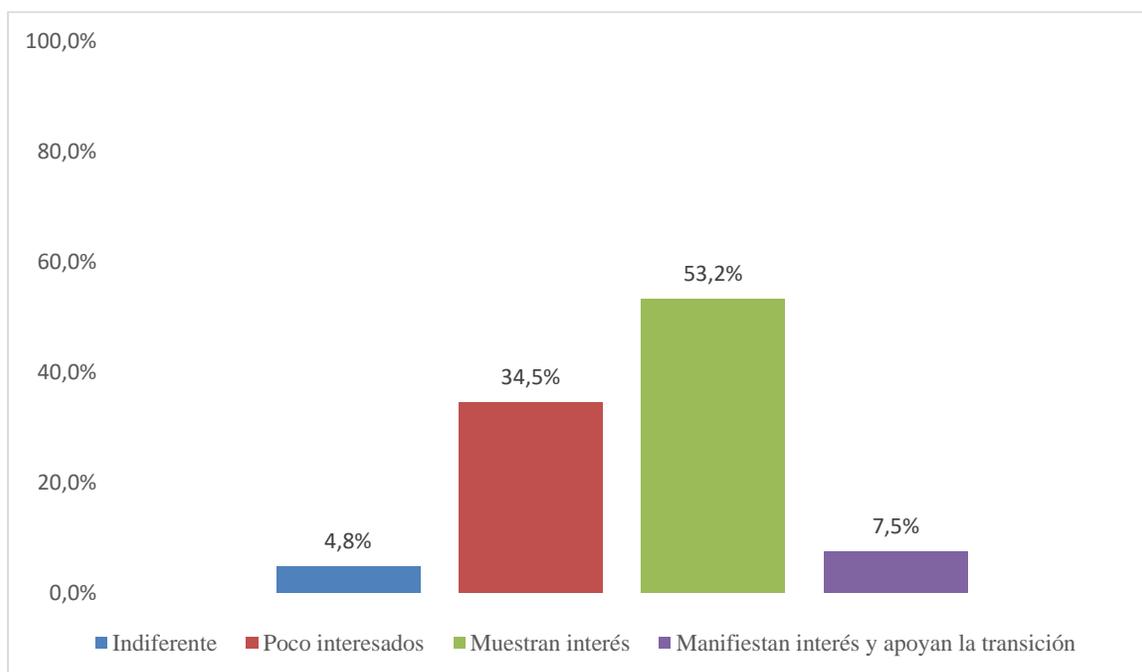
A la pregunta ¿Cree usted que la elaboración de métodos de enseñanza computarizados apalanca los procesos de aprendizaje en todas las disciplinas?, el 82.6% de los estudiantes estuvieron de acuerdo con que todas las disciplinas se pueden apalancar en sus procesos de enseñanza-aprendizaje mediante la implementación de nuevos métodos apoyados de la computación. Ver figura 46.

Mientras que a la pregunta ¿Considera usted que el uso de herramientas tecnológicas articuladas a las clases universitarias se está aprovechando de la manera adecuada hoy en día?, los encuestados afirman con un 62.8% que el uso de herramientas tecnológicas articuladas a las

clases no se está aprovechando de la manera adecuada. Ver figura 46.

En la pregunta ¿Cómo califica la importancia de manejo de software como herramienta que complementa el desempeño profesional? Se evidencia que la población encuestada manifiesta la necesidad de formar al estudiante con bases sólidas en el manejo de software ya que esto mejoraría las competencias en el ámbito profesional (ver figura46); por tal motivo para la pregunta ¿Considera usted que se debe promover la implementación de software académicos como herramienta tecnológica y material de apoyo en las asignaturas vistas durante el semestre académico? Un 98% asegura la importancia de la promoción de estas herramientas tecnológicas en las distintas asignaturas de la carrera de ingeniería civil. Ver figura 46

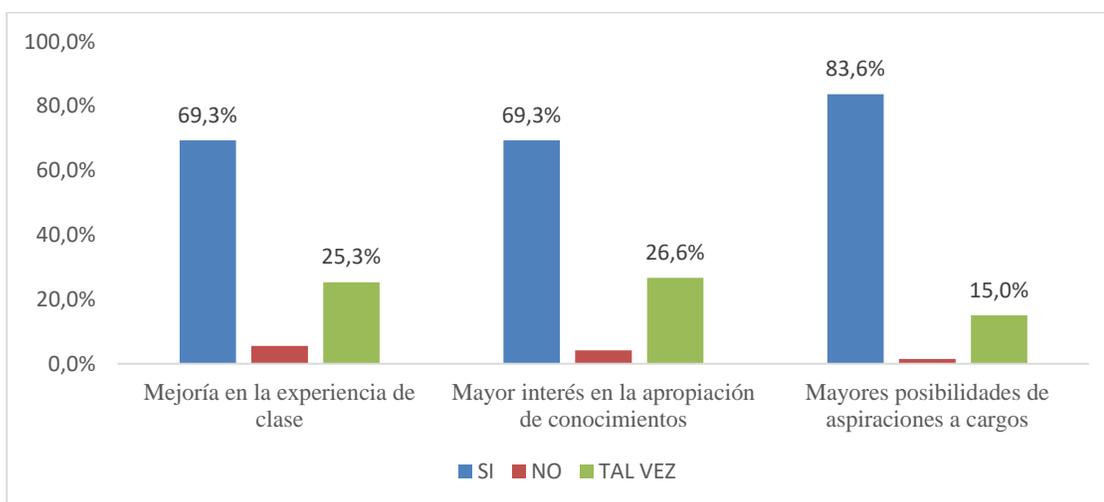
De acuerdo a la pregunta ¿Se incentiva el uso de software en nuestra institución?, Un 48.8% de la población encuestada asegura que no se incentiva el uso de software en la institución.



**Figura 46 Postura de los docentes universitarios hacia la transición de unas metodologías de enseñanza**

De acuerdo a la pregunta ¿Cómo cree usted que es la postura de los docentes universitarios hacia la transición de nuevas metodologías de enseñanza apoyadas de herramientas tecnológicas-virtuales?, más de la mitad de la población encuestada aseguró que los profesores del programa de ingeniería civil muestran interés en la transición hacia nuevas metodologías de enseñanza apoyadas en herramientas tecnológicas-virtuales, pero estas no sé incentivan con fuerza. Ver figura 47

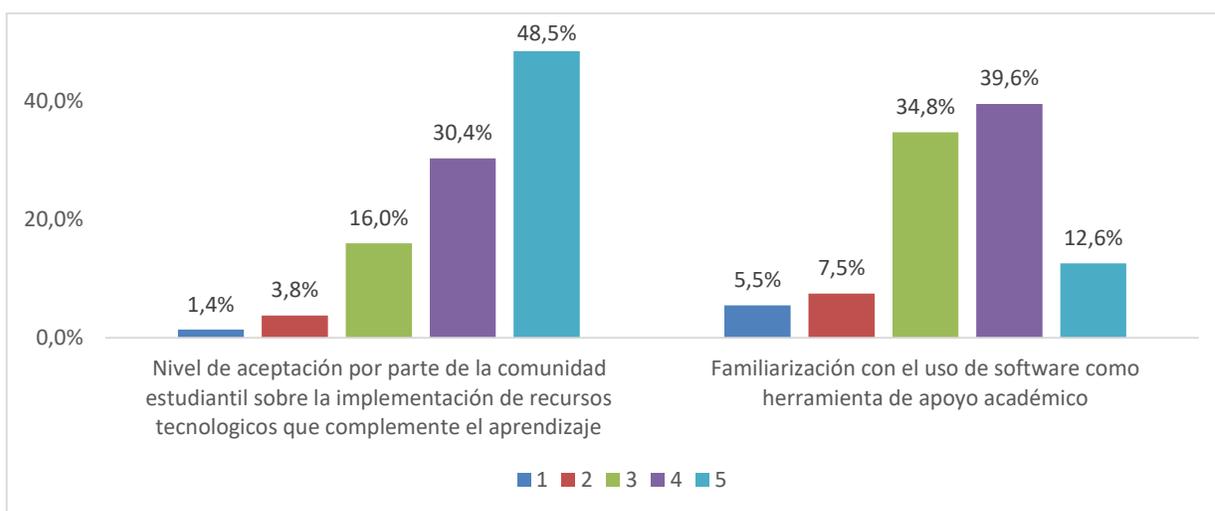
Según Hurtado et al.,(Hurtado & Jordan, 2017) las tecnologías han impactado la vida social del ser humano hasta en el proceso de enseñanza-aprendizaje; siendo así, la educación se plantea la obligación de transformar sus métodos y sistemas de enseñanza, ya que el surgimiento de nuevas herramientas y recursos apoyados en la tecnología crean un cambio de paradigma en la forma en que aprende el estudiante, mediante la dinamización de las clases y mejor comunicación con el docente.



**Figura 37** Percepción sobre la implementación de un software educativo

De acuerdo a la pregunta ¿Considera usted que, utilizando un software como complemento académico, se mejoraría la experiencia en clases?, el 69.3% de la población encuestada considera que la utilización de software educativo mejoraría la experiencia en clase, a su vez, para la pregunta ¿Considera usted que implementar el uso de software como complemento académico despertaría un mayor interés hacía la apropiación de conocimiento por parte de los estudiantes?, con un porcentaje igual del 63.3% los encuestados afirman dicha pregunta. Lo cual en el futuro como profesionales aumentaría significativamente la posibilidad de aspirar a mejores cargos por poseer la formación adecuada, según lo manifiestan la población encuestada en la pregunta ¿Considera usted que, a la hora de conseguir un trabajo, tiene más posibilidades de aspirar a un cargo aquel profesional con mayores competencias en manejo de software? Ver figura 48.

Trayendo a contexto lo expresado por (Aretio, 2019), se debe educar para formar una ciudadanía moderna con el fin de poner la tecnología al servicio de la resolución de las demandas y problemas actuales.



**Figura 38 Interés en formación sólida en manejo de software**

Respecto a la pregunta ¿Cuál cree que sea el nivel de aceptación por parte de la comunidad

estudiantil sobre la implementación de recursos tecnológicos que complementen y ayuden a mejorar el aprendizaje en cada una de las áreas de la ingeniería civil?, existe un porcentaje elevado de aceptación por parte de la comunidad estudiantil sobre la implementación de estos recursos como complemento del aprendizaje.

Casi la mitad de la población encuestada (47.8%) calificó por debajo de 3 sobre 5 a la pregunta ¿Qué tan familiarizado está con el uso de software como herramienta de apoyo en sus actividades académicas? Lo cual refleja la falta de relación estudiante-recurso tecnológico en los procesos de aprendizaje. (ver figura 49).

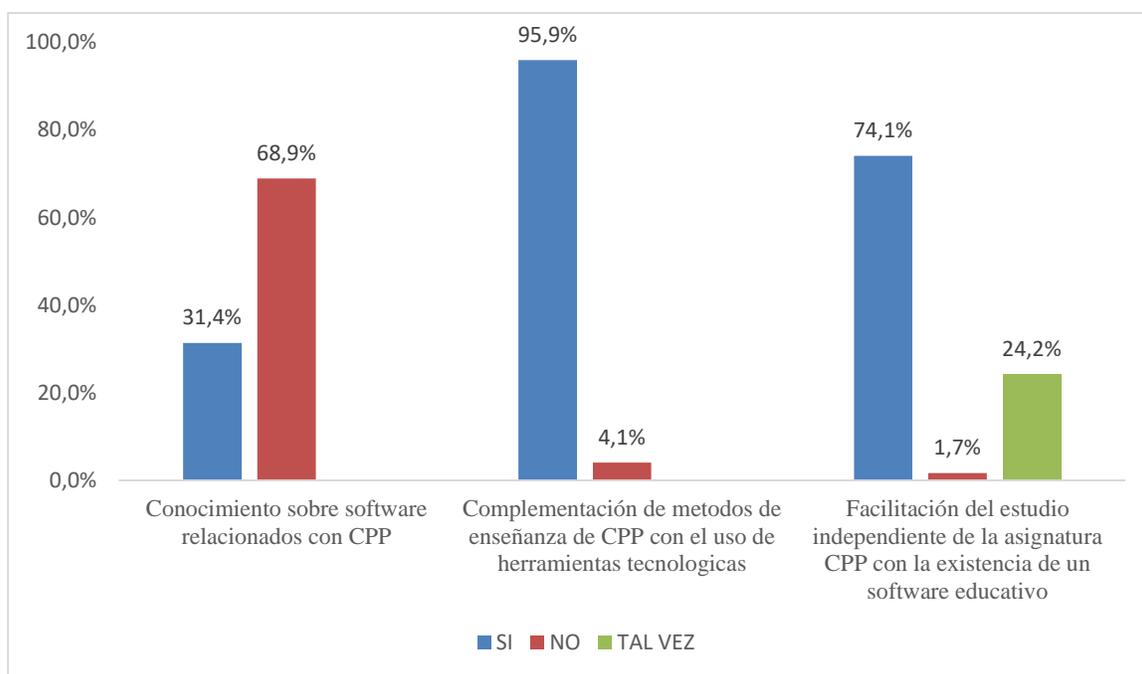
**Sección 5- Software académico - Costos, presupuestos y programación:** Esta sección se enfocó en estudiar la percepción del encuestado frente a la implementación de un software académico como herramienta que complementa el aprendizaje de la asignatura de CPP.

**Tabla 45 Resultados sección Software académico**

Pregunta	Respuesta	%
¿Tiene conocimiento acerca de softwares relacionados con Costos, presupuestos y programación de obra?	SI NO	31.4% 68.6%
¿Considera que los métodos de enseñanza de Costos, presupuestos y programación deberían estar complementados con el uso de herramientas tecnológicas que hagan más dinámicas las clases?	SI NO	95.9% 4.1%
¿Consideras que la existencia de un software educativo sobre la asignatura de costos y presupuestos favorecería el estudio independiente de la temática?	SI NO TAL VEZ	74.1% 1.7% 24.2%
¿Qué opina del desarrollo e implementación de un software académico que complemente la formación en el área de Costos, presupuestos y programación de obra en el programa de ingeniería civil?	Poco práctico Regular Práctico Muy práctico	1.7% 7.5% 47.4% 43.3%
¿Qué temáticas sugiere usted que se deberían incluir en un software orientado en mejorar el aprendizaje de la asignatura de costos y presupuestos?	Costos de mano de obra y maquinaria Movimientos de tierra Diseño de mezclas Calculo de cantidades y coste de materiales de obra Análisis de precios unitarios Elaboración de presupuestos de obra Programación de obra	16.7% 10.2% 9.7% 16.7% 14.8% 17.2% 14.6%

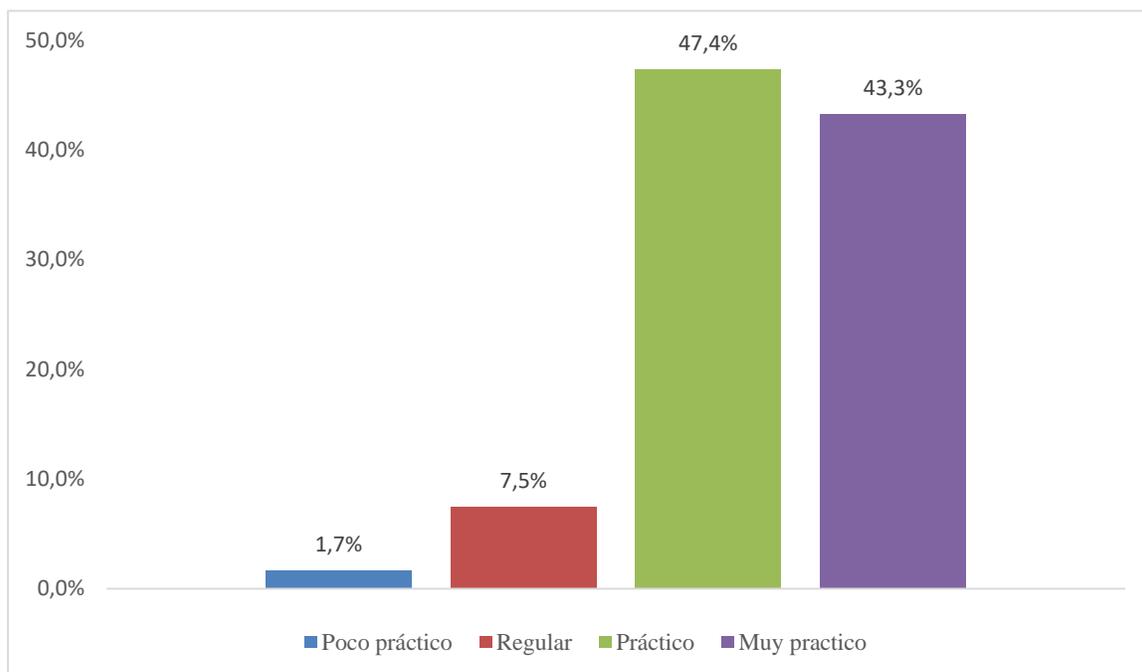
Respecto a la pregunta ¿Tiene conocimiento acerca de softwares relacionados con Costos, presupuestos y programación de obra?, el 68.6% de los encuestados responde no tener conocimiento de softwares relacionados con el área de costos, presupuestos y programación de obra. Lo que permite a su vez, según la pregunta ¿Considera que los métodos de enseñanza de Costos, presupuestos y programación deberían estar complementados con el uso de herramientas

tecnológicas que hagan más dinámicas las clases?, afirmar que con un 95.9% de aprobación los encuestados consideran que las metodologías de enseñanza de la asignatura deben estar complementadas con el uso de herramientas tecnológicas y además de que la existencia de un software educativo de la asignatura haría más dinámicas las clases y fortalecería el estudio independiente. Ver figura 50.



**Figura 39 Implementación de software como herramienta tecnológica de la asignatura de CPP**

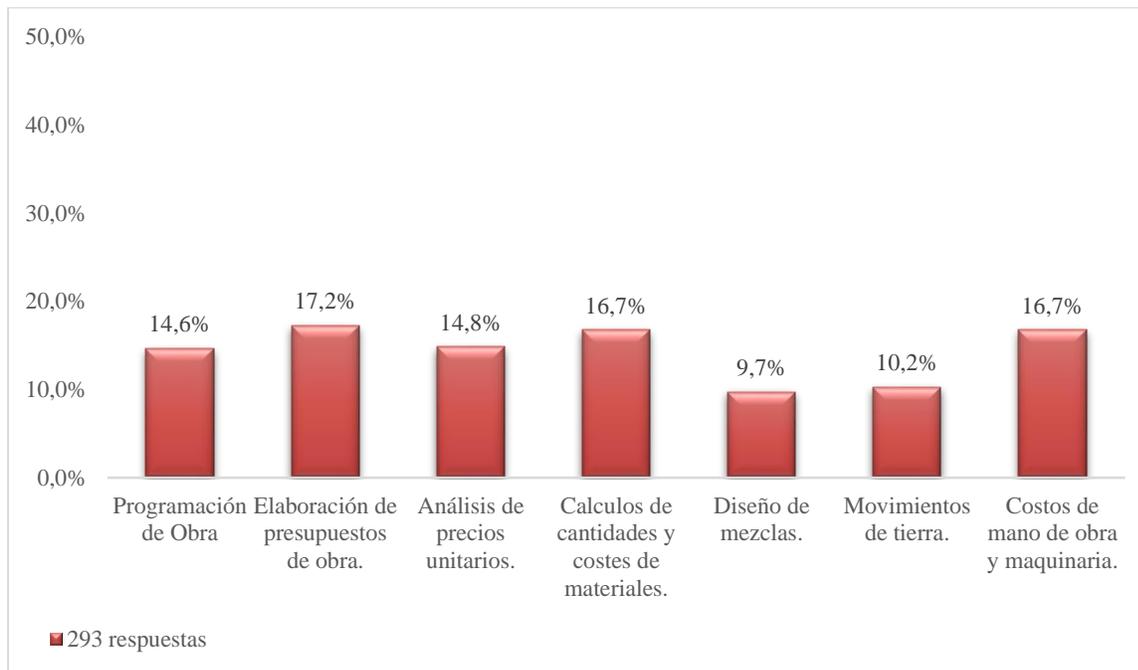
A la pregunta ¿Qué opina del desarrollo e implementación de un software académico que complemente la formación en el área de Costos, presupuestos y programación de obra en el programa de ingeniería civil?, los encuestados destacan lo práctico que sería el desarrollo e implementación de una herramienta como esta que complemente la formación académica. Ver figura 51.



**Figura 50** Opinión sobre el desarrollo e implementación de un software académico que complemente la formación en el área de CPP en el programa de ingeniería civil.

López León(López León, 2016) señala que, las TIC han penetrado progresivamente los sistemas educativos abriendo nuevos horizontes para la enseñanza, el aprendizaje y la investigación; la presión ejercida por el mundo del trabajo hace que los avances informáticos causen gran impacto sobre el mundo educativo(Márquez Cundú & Márquez Pelay, 2018), razón por la cual las universidades tienen la importante tarea de formar con las competencias necesarias a los estudiantes, para que estos puedan desempeñarse proactivamente en sus diversos campos laborales(Roque, 2020), pues Medina-Lozano et al.(Medina-Lozano et al., 2017), consideran que la implementación de un software educativo puede causar un impacto significativo en la práctica académica; además de, considerarse como un eslabón fundamental en el proceso educativo, para incrementar su calidad(Márquez Cundú & Márquez Pelay, 2018)

Según los estudiantes y egresados encuestados, las temáticas que se deberían incluir en un software orientado a la asignatura de costos y presupuestos serían los siguientes:



**Figura 51** Temáticas para un software de costos y presupuestos

## 5. Conclusiones

Al finalizar el análisis se obtuvieron las diferentes normativas que rigen a la industria de la construcción en Colombia, así como se lograron identificar las bibliografías recomendadas por el micro currículo y la inclusión de 12 bibliografías adicionales, las cuales se consideraron como los mejores documentos por parte de los autores, para el cálculo de materiales, desarrollo de presupuestos y programación de obra.

Se logró definir un modelo basado en la literatura estudiada, con el fin de establecer la cronología y los aspectos claves dentro del desarrollo de un presupuesto para determinar de manera lógica los diferentes procesos y las consideraciones a tener en cuenta, se buscó una ruta universal, partiendo desde la estructura divisoria del trabajo para la creación de los presupuestos por análisis de precios unitarios hasta el método de ruta crítica utilizado para la programación de obra.

También se determinó este procedimiento óptimo para la programación de obra, desde la perspectiva de los autores y bajo el análisis realizado en la literatura, se logró proponer una ruta lógica estableciendo los aspectos más importantes a considerar para el óptimo desarrollo de la herramienta tecnológica.

Se determinó exitosamente la arquitectura de software académico con base a las necesidades y procedimiento implementados dentro del programa de Ingeniería Civil. Los casos de usos utilizados hacen referencia a cada las unidades teóricas vistas dentro del contenido curricular, estos casos de uso, permitieron representar de manera más gráfica la interacción de todo el sistema en general y los servicios que esta herramienta prestará.

Los resultados de la encuesta de percepción nos muestran que al ser las áreas de construcción, costos y presupuestos las de mayor desempeño por parte de los profesionales, se

resalta la gran importancia de una formación más íntegra y fortalecida, donde los conocimientos obtenidos estén a la vanguardia de las exigencias del mercado actual.

Existe un nivel de insatisfacción por parte de la comunidad en lo referente al incentivo de herramientas tecnológicas que apalanquen los procesos de enseñanza-aprendizaje, para el cual una posible solución sería el aprovechamiento de las TIC de una forma articulada a las metodologías tradicionales de enseñanza donde se busque una dinamización de las clases que motive y promueva al estudiante en la búsqueda y aprehensión de conocimientos.

Los resultados obtenidos dejan en evidencia el gran nivel de aceptación que tendría la implementación de nuevos recursos y herramientas tecnológicas que complementen las metodologías de enseñanza tradicional, no solo en el curso CCP si no abarcando las distintas áreas de la ingeniería civil. El continuo avance tecnológico hace que los programas académicos se mantengan en un proceso de mejora continua por lo cual es de gran importancia elaborar alternativas pedagógicas que propicien el empleo de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Por lo tanto, esta propuesta, permitirá un desarrollo idóneo y eficaz de este software académico, el cual es indispensable debido a que dentro del programa de ingeniería civil, existe escases de clases dinámicas con manejo de recursos tecnológicos, por lo tanto, implementar esta herramienta marcará un antes y un después dentro de la pedagogía impartida en las clases, actualizando su contenido programático, generando mayor interés en las clases, manteniendo la vanguardia ante el desarrollo de la tecnología y formando profesionales más idóneos ante los retos y las exigencias de la sociedad actual

## 6. Recomendaciones

Para desarrollar de manera óptima el software académico se debe considerar estrictamente las relaciones directas entre la base de datos, los casos de uso y la arquitectura del software, esta propuesta se realizó de manera universal, con el fin, de que se pueda materializar en cualquier lenguaje de programación.

La metodología utilizada en esta propuesta se puede replicar fácilmente en las otras áreas de interés de la ingeniería civil, tales como, cálculo de estructuras, diseño de carreteras, estudios y análisis geotécnicos o sistemas de acueductos y alcantarillados. Con el fin, de contribuir al desarrollo tecnológico y científico del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Las tecnologías de la información y comunicación apalancan de manera exponencial todos los sectores de la sociedad, por lo tanto, implementar el uso de estas herramientas y promover su desarrollo son importantes para la formación de profesionales aptos a las exigencias del mercado laboral actual y futuro. Por lo tanto, se invita a la Universidad y al Programa a trabajar en este tipo de proyectos y disminuyan la brecha tecnológica que existe en las metodologías convencionales.

En futuras investigaciones a este proyecto se le podrían implementar herramientas que permitan el manejo de inventarios en obra, conversión de datos, exportación y compatibilidad con otras plataformas que se utilizan en este ámbito profesional. Así mismo, se podrían implementar herramientas lean construction que permitan ampliar el control y la organización de obra.

## 7. Referencias Bibliográficas

- Acaro, M. J. (s.f.). *Software para el cálculo de costos unitarios y presupuesto de obra civil en la empresa fyf construcciones*. Universidad Tecnológica de Israel, Quito.
- Acosta, M. A., Valdez, K. K., & González, R. E. (2019). Aplicación del software educativo efficiency para el diseño de canales de máxima eficiencia hidráulica. *RITI*, 13.
- Anaya, G. G. (2001). *Apuntes de costos y presupuestos*. Monterrey: Dirección general de bibliotecas.
- Aretio, L. G. (2019). Necesidad de una educación digital en un mundo digital. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 9–22.
- Barrera, J. (2018). Desarrollo de software para el análisis de casos indeterminados y específicos de vigas, pórticos y armaduras denominado ECHELON. (Tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Beltrán, A. (2012). *Costos y Presupuestos*. Tepic: Instituto Tecnológico de Tepic.
- Benitez Varon, C. M., & Camargo Pérez, J. F. (2020). *Tipificación y análisis de precios unitarios de estructuras para la aducción de agua en vivienda de suelo rural para el Departamento de Cundinamarca*.
- Bovteev, S. (2016). Development of methodology for time management of construction projects. *Magazine of Civil Engineering*.
- Burgos Moreira, B. D. L. Á., & Velasco García, L. E. (2018). Los recursos informáticos en la calidad del aprendizaje receptivo. Universidad de Guayaquil, Facultad de Filosofía
- Bustos, C. S. (s.f.). Desarrollo de un software para el cálculo de Canales abiertos de flujo

uniforme . Universidad Técnica de Ambato,Ambato.

Chaves, C., Cruz, J., Rodríguez, R., Martínez, J., & Hernández, O. (s.f.). Historia y origen los modelos CPM- PERT Software para la realización y análisis *CPM-PERT*. Instituto Tecnológico Superior De Panuco, Panuco .

Campoverde, J. F. (s.f.). Software para el cálculo de volumen de movimiento de tierra y software para el cálculo de pórticos de varios pisos por el método de g. Kani's. Escuela Superior Politécnica de Litoral, Guayaquil.

Cantor, R. (17 de diciembre de 2013). *Consultorio contable EAFIT*. Obtenido de Módulos de documentos [http://service.udes.edu.co/modulos/documentos/rafaelcantor/historia\\_contabilidad\\_costo.pdf](http://service.udes.edu.co/modulos/documentos/rafaelcantor/historia_contabilidad_costo.pdf)

Callejas-Cuervo, M., Alarcón-Aldana, A. C., & Álvarez-Carreño, A. M. (2017). Modelos de calidad del software, un estado del arte. *Entramado*, 13(1), 236–250.

Cárcel Carrasco, F. J. (2016). Desarrollo de habilidades mediante el aprendizaje autónomo. *3C Empresa*, 5(3), 52–60.

Cárdenas-Gutiérrez, J., Molina-Salazar, L., & Medrano Lindarte, C. T. (2020). *Costos y Presupuestos en la Industria de la Construcción*. Eco Ediciones.

Conde Eliseu, G. (2011). Diseño de caminos mineros con el software Autocad Civil 3D (Doctoral dissertation, Departamento de Minería).

Cruz Machado, V., & Rosa, P. (2007). *Modelo de Planificación Basado en Construcción Ajustada para Obras de Corta Duración*. Información Tecnológica, 12.

Daza, O., & Ospina, M. (2018). Implementación de un software para determinar presupuestos en el departamento del Cesar. (Trabajo de grado). Universidad Santo Tomás,

Bucaramanga.

- Escudero, O. E. (s.f.). Análisis de requerimientos para el desarrollo de un software para el control de los procesos operativos en el departamento de vínculo con la comunidad de la fafi .Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador .
- Farinha, F. (2005). Knowledge-based system in civil engineering: three case studies. *Advances in engineering software*.
- Fenves, G. (1990). Object-oriented programming for engineering software development. *Engineering with Computers*.
- Florez, S. E., & Baron, J. C. (s.f.). Desarrollo de un software para el diseño de la sarta de perforación de pozos petrolíferos . Universidad Industrial de Santander,Bucaramanga.
- García Colina, F. J., Juárez Hernández, S. C., & Salgado García, L. (2018). Gestión escolar y calidad educativa. *Revista Cubana de Educación Superior*, 37(2), 206–216.
- Gonzalez Espinosa, J. X. (2019). *Diagrama de flujo y su relación con la vida cotidiana*.
- González, L. A. E., Acosta, N. J., & Tovar, J. L. G. (2017). Estándares para la calidad de software. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(1), 75–84.
- Gómez, G. (11 de septiembre de 2002). Historia de los costos en contabilidad. Obtenido de Gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/historia-costos-contabilidad/>
- Guayazan, P. E., & Hernandez, J. D. (s.f.). Desarrollo de software para la comparacion de la velocidad de un canal abierto utilizando el factor de fricción de Darcy-Weisbach y la ecuacion de manning. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá.
- Guerra, A. A., Mora, D. A., Nieves, L. A. P., Pimentel, G. J. M., & León, C. C. (2016). Software educativo para el trabajo con matrices. *Revista Digital: Matemática, Educación e*

*Internet, 16(2).*

- Hernández, L. (2013). Elaboración de un manual de usuario del software NES2000 para el control de costos y presupuestos de obra. (Trabajo de grado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Hurtado, T., & Jordan, W. (2017). Software Educativo para apoyar la asignatura Terminaciones e Instalaciones de Edificios. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Construcciones .
- Jaramillo, W. (2018). Método "investigación-acción" aplicado al desarrollo de software de presupuestos y programación de obras. *INNOVA Research Journal*.
- Jiménez López, L. (2017). *Presupuestos en la construcción*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Kumar, R., Khan, S. A., & Khan, R. A. (2016). *Durability challenges in software engineering*. Crosstalk-The Journal of Defense Software Engineering, 29-31.
- Lavolpe, A. (2015). Reseña histórica del proceso de costeo y su relación con el avance. Obtenido de Intercostos: <http://intercostos.org/documentos/congreso-15/LAVOLPE.pdf>
- León, F. (2016). Metodología de control de costos de presupuesto en construcciones verticales. (Trabajo de Postgrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- López, A. F. (s.f.). Desarrollo de un software para la planeación y control de la producción de la empresa garcía vega s.a.s. parasus productos de catálogo basado en las cargas de trabajo. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga .
- López León, A. (2016). Software educativo para la enseñanza y el aprendizaje del diseño geométrico de carreteras. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de

Construcciones.

Lunavictoria, L. A., Alarcón, G. S., & Hadatty, J. I. (s.f.). Diseños de vigas presforzadas aplicada a un paso peatonal y desarrollo de un software para su análisis y verificación. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.

Marín-González, F., Cabas, L. de J., Cabas, L. C., & Paredes-Chacín, A. J. (2018). Formación Integral en Profesionales de la Ingeniería. Análisis en el Plano de la Calidad Educativa. *Formación Universitaria*, 11(1), 13–24.

Márquez Cundú, J. S., & Márquez Pelayos, G. (2018). Software educativo o recurso educativo. *Varona. Revista Científico Metodológica*, 67.

Martínez, J. (2017). Análisis de costos y presupuestos con el software S10 aplicado a un proyecto de vivienda unifamiliar. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Managua.

Matas, B. C. (s.f.). Desarrollo de un software libre educacional para análisis de vigas continuas. Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías industriales.

Matienzo, C. (2011). *Costos de Construcción*. Monterrey: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.

Medina-Lozano, A., Salmerón, J. M. V., & Celedón, M. A. O. (2017). Software educativo de costo. *Revista Boletín Redipe*, 6(2), 206–213.

Meza, S. (2014). Component based engineering of a mobile BIM-Based augmented reality system. Elsevier B.V.

Muñoz, J. E. (s.f.). Desarrollo de un software para la gestión de proyectos de desarrollo pm4r que permita automatizar la etapa de planificación para estimar tiempos a

través de algoritmos de aprendizaje automático. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima.

Murcia, E., Arias, J. L., & Osorio, S. M. (2016). Software educativo para el buen uso de las TIC.

*Entre Ciencia e Ingeniería, 10(19).*

Navarro, A., Fernández, J., & Morales, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el

desarrollo de software. *Red de revistas científicas de América latina, el Caribe,*

*España y Portugal.*

Nieto Salas, M. D. (2016). Manejo del software Revit y su incidencia en el modelado de

información para la construcción de edificaciones en la ciudad de Ambato,

provincia de Tungurahua (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato.

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil).

NIÑO, J. A., & FERNANDEZ, F. H. (2019). Una mirada a la enseñanza de conceptos científicos

y tecnológicos a través del material didáctico utilizado. *Revista Espacios, 40(15).*

Paetsch, F. (2003). Requirements engineering and agile software development. IEEE

COMPUTER SOCIETY.

Peréz, F. V. (s.f.). Desarrollo de un software para el cálculo y el análisis de parámetros de

rugosidad. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, Barcelona.

Pérez, F. V. (s.f.). Desarrollo de un software para el cálculo y el análisis de parámetros de

rugosidad. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, Barcelona.

Piqueras, V. Y. (28 de 01 de 2015). Universidad Politecnica de Valencia . Obtenido de

Poli[Blogs]: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/01/28/los-origenes-del-pert-y-del-cpm/>

- Pizarro Chacón, G., & Cordero Badilla, D. (2013). Las TIC: Una herramienta tecnológica para el desarrollo de las competencias lingüísticas en estudiantes universitarios de una segunda lengua. *Revista Electrónica Educare*, 17(3), 277–292.
- Porras Montolla, D. A., & Díaz, J. E. (2015). La planeación y ejecución de las obras de construcción dentro de las buenas prácticas de la administración y programación (Proyecto Torres de la 26-Bogotá). (Trabajo de Grado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Project Managem Álvarez, S., & López, C. (2010). Elementos que debe tener un software de simulación de gestión contable utilizado para la educación que trata temas de costos y presupuestos. (Artículo de investigación). Universidad de Antioquia, Medellín.
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (PMBOK)*. Pennsylvania: Project Management Institute Inc, Editor Roque, R. M. R. (2020). Evaluación de competencias del docente universitario bajo la percepción de los estudiantes de Ingeniería Civil. *Delectus*, 3(3), 81–95.
- Rivera, V. (2015). Programación, planificación y control de obras de infraestructura civil, en la república de Guatemala. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Rojas, M., Esteban, L., & Orjuela, A. (2011). Modelo de integración de las actividades de gestión de la guía del PMBOK, con las actividades de ingeniería, en proyectos de desarrollo de software. (Artículo de Investigación). Universidad de Pamplona, Pamplona.
- Sarmiento, E. A. (s.f.). Diseños de vigas presforzadas aplicada a un pasopeatonal y desarrollo de un software para su análisis y verificación. Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Solminihaç, H. de, & Thenoux, G. (2011). *Procesos y técnicas constructivas* (Quinta Edi).

Ediciones Universidad Católica de Chile.

Tiempo, E. (04 de 10 de 2019). *Periódico El Tiempo*. Obtenido de

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/empleos-generados-por-la-construccion-en-colombia-en-2019-419938>

Tume, K. V. (s.f.). Estimación de costos de proyectos de infraestructura

municipal. Universidad de Piura, Piura.

Vanegas, J. J. (2016). Metodología De Control De Costos De Presupuesto En Construcciones

Verticales. *Universidad Privada de Nueva Granada*, 24.

Vargas, M. (2019). Software para el cálculo de costos unitarios y presupuestos de obra civil en

la empresa FyF Construcciones. (Trabajo de grado). Universidad Tecnológica Israel, Quito.

Villamar, D. A. (s.f.). Metodología para el desarrollo de un programa de cómputo para el

diseño de bombeo electro sumergible y su aplicación. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.

Yan C. Ordoñez Sánchez; Bárbara Bonilla Sánchez; José Gandón Hernández; Marilin García

Díaz. (2016). Desarrollo de un software para la simulación del proceso de transformación del aceite vegetal usado en un biocombustible. *UCE Ciencia* .