

Universidad Católica de Santa María
Escuela de Postgrado
Maestría en Gerencia de la Construcción



**Automatización de la gestión de costos, bajo el enfoque PMBOK, en proyectos
de construcción mediante la integración de la metodología BIM y el software
Delphin Express, Cusco 2024**

Autor:

Lucana Riquelme, Jean David

ORCID: 0009-0000-1512-0767

Para optar el Grado Académico de Maestro en Gerencia de la Construcción

Asesor (a):

Dr. Diaz Galdós Miguel Renato

ORCID: 0000-0002-3948-2065

Arequipa - Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA DE POSTGRADO
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 09 de Septiembre del 2025

Dictamen: 013054-C--2025

Visto el borrador del expediente 013054, presentado por:

2023004041 - LUCANA RIQUELME JEAN DAVID

Titulado:

**AUTOMATIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE COSTOS, BAJO EL ENFOQUE PMBOK, EN PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM Y EL SOFTWARE
DELPHIN EXPRESS, CUSCO 2024**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29591395 - FLORES GUTIERREZ ROBERTO IGNACIO
DICTAMINADOR**



**44087928 - VILLANUEVA PAREDES KAREN SOLEDAD
DICTAMINADOR**



**41481170 - GAMARRA TUCO RUBEN FRANCISCO
DICTAMINADOR**



Automatización de la gestión de costos, bajo el enfoque PMBOK, en proyectos de construcción mediante la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express, Cusco 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO Trabajo del estudiante	1%
3	vibdoc.com Fuente de Internet	1%
4	purl.org Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de postgrado a mis padres, familiares, amigos, etc, que siempre estuvieron apoyándome en esta etapa de mi vida.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las personas que estuvieron dándome el apoyo para poder terminar la tesis.

También agradezco a la empresa Arquidea Atelier en especial al arquitecto Cesar Rimache quien me brindó la oportunidad de insertarme en el mundo laboral y facilidades para el desarrollo de mi trabajo de investigación.



RESUMEN

La presente tesis se basa en la automatización de la gestión de costos en proyectos de construcción mediante la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express, bajo el enfoque de la Guía PMBOK. En entornos locales como Cusco, las empresas de construcción enfrentan limitaciones en la adopción de tecnologías avanzadas para la planificación y control de presupuestos, lo cual puede generar sobrecostos, errores humanos e inconsistencias de datos. La investigación propone un modelo de automatización que combina las capacidades de visualización y modelado tridimensional de BIM, junto con el seguimiento en tiempo real y la precisión presupuestaria que ofrece Delphin Express. Este software permite la automatización de presupuestos y el monitoreo detallado de los costos, mejorando la eficiencia en la administración de recursos y la coordinación entre equipos.

El estudio emplea un enfoque descriptivo-explicativo, abordando la percepción de los profesionales sobre el uso de estas herramientas y evaluando, mediante un estudio de caso, las oportunidades para optimizar los procesos de creación y control presupuestal. La validación del modelo de automatización demuestra que la integración de BIM y Delphin Express puede reducir errores, minimizar desviaciones presupuestarias y asegurar la coherencia de datos en todas las fases del proyecto, en línea con las prácticas de gestión de costos del PMBOK. Los resultados obtenidos resaltan la importancia de esta integración tecnológica para mejorar la rentabilidad y el cumplimiento de los objetivos presupuestarios en proyectos de construcción en Cusco, contribuyendo así a la modernización del sector.

Palabras clave: Automatización, Building Information Modeling (BIM), Delphin Express

ABSTRACT

This thesis is based on the automation of cost management in construction projects through the integration of the BIM methodology and the Delphin Express software, under the approach of the PMBOK Guide. In local environments like Cusco, construction companies face limitations in the adoption of advanced technologies for planning and budget control, which can generate cost overruns, human errors, and data inconsistencies. The research proposes an automation model that combines the three-dimensional modeling and visualization capabilities of BIM, along with the real-time tracking and budgeting accuracy offered by Delphin Express. This software allows for the automation of budgets and detailed monitoring of costs, improving efficiency in resource management and coordination between teams.

The study uses a descriptive-explanatory approach, addressing professionals' perceptions of these tools and evaluating, through a case study, opportunities to improve budget creation and control processes. The model validation demonstrates that integrating BIM and Delphin Express can reduce errors, minimize budget deviations, and ensure data consistency across all project phases, aligning with PMBOK cost management practices. The findings underscore the importance of technological integration for profitability and budget compliance in construction projects in Cusco, contributing to the sector's modernization.

Keywords: Automation, Building Information Modeling (BIM), Delphin Express

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	1
HIPÓTESIS.....	4
1.1 Hipótesis general.....	4
1.2 Hipótesis específicas.....	4
OBJETIVOS	5
1.3 Objetivo general.....	5
1.4 Objetivos específicos	5
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	7
1 Problema de Investigación.....	7
1.1 Enunciado del Problema	7
1.2 Interrogantes del problema	7
1.2.1 Problema general	7
1.2.2 Problemas específicos.....	7
1.3 Justificación de la investigación.....	8
2 Marco Teórico y Conceptual	10
2.1 Bases teórico científicas.....	10
2.1.1 Contexto del mercado nacional y mundial.....	10
2.1.2 Industria 4.0	12
2.1.2.1 Enfoques.....	13
2.1.3 Gestión de proyectos de la guía pmbok	15

2.1.4	Gestión de los costos.....	17
2.1.4.1	Determinar el presupuesto: salidas.....	20
2.1.5	Metodologías de Gestión	23
2.1.6	BIM.....	23
2.1.6.1	Concepto.....	23
2.1.6.2	Dimensiones del BIM.....	24
2.1.6.3	Usos BIM	25
2.1.6.4	¿Ventajas de BIM?.....	26
2.1.6.5	¿Desventajas de BIM?.....	27
2.1.6.6	Normativa.....	28
2.1.6.7	BIM Según la ISO 19650.....	29
2.1.7	Presupuestos de obra.....	30
2.1.7.1	Definición.....	30
2.1.7.2	Tipos de presupuestos.....	30
2.1.7.3	Partes del presupuesto de obra	32
2.1.8	Costos de obra.....	33
2.1.8.1	Definición.....	33
2.1.8.2	Tipos de costos.....	33
2.1.9	Uso y manejo del Software DELPHIN EXPRESS BIM 2024	35
2.1.10	Automatización	46
2.1.10.1	Concepto.....	46
2.1.10.2	Automatización de procesos.....	46

2.1.10.3	Beneficios de la automatización de procesos de negocio.....	48
2.2	Definición de términos básicos.....	50
3	Análisis de Antecedentes Investigativos.....	52
3.1	Internacional	52
3.2	Nacional	53
4	Operacionalización de Variables.....	55
4.1	Variables.....	55
4.2	Dimensiones.....	56
4.2.1	Dimensiones de la integración de la Metodología BIM y el Software Delphin Express.....	56
4.2.2	Dimensiones de la automatización de la Gestión de Costos, bajo el Enfoque PMBOK.....	56
4.3	Cuadro de operacionalización de variables.....	57
CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....		59
1	Metodología de la investigación.....	59
1.1	Tipo de investigación:.....	59
1.2	Nivel de investigación:	59
1.3	Enfoque de la investigación:.....	60
2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	61
2.1	Técnicas de recolección de datos:.....	61
2.2	Instrumentos de Recolección de Datos	61
2.2.1	Cuestionario por método Deplhi.....	61
2.2.1.1	Objetivos del cuestionario.....	62

	2.2.1.2 Selección de los participantes	62
	2.2.1.3 Aplicación de la encuesta.....	62
	2.2.1.4 Preguntas de la encuesta.....	63
	2.2.2 Formato para el plan de gestión de costos según la guía PMBOK	66
3	Población y muestra.....	72
	3.1 Población:	72
	3.2 Muestreo:	72
4	Técnicas de procedimiento y análisis de datos	73
	4.1 Técnicas de procedimiento	73
	4.2 Técnicas de recolección	74
	4.3 Técnicas de análisis.....	75
	CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	78
1	Encuestas para el análisis de datos.....	78
	1.1 Resultados de la encuesta y análisis de resultados.....	78
2	Análisis FODA de la empresa Arquidea Atelier.....	86
3	Principales causas que afectan el desempeño en proyectos formulados y ejecutados de la empresa Arquidea Atelier.....	89
	3.1 Análisis de principales causas basados en anteriores proyectos realizados por la empresa Arquidea Atelier.....	89
4	Etapas de inicio.....	92
	4.1 Gestión de la integración del proyecto.....	92
	4.1.1 Acta de constitución del proyecto.....	92
	4.1.2 Dirigir y Gestionar el trabajo del proyecto	93

	4.1.3	Monitorear y controlar el trabajo	94
	4.1.4	Realizar el control integrado de cambios.....	94
	4.1.5	Cerrar el proyecto	94
5		Etapa de planificación.....	95
	5.1	Gestión del alcance del proyecto	95
	5.1.1	Planificar la gestión de alcance del proyecto.....	95
	5.1.2	Crear la EDT/WBS:	95
	5.2	Gestión del cronograma del proyecto	96
	5.2.1	Secuencia de actividades.....	97
	5.2.2	Desarrollar el cronograma.....	99
6		Gestión de riesgos y asignación de reserva de contingencia	100
	6.1	Introducción al enfoque PMBOK	100
	6.2	Enfoque aplicado en la tesis.....	100
	6.3	Matriz de riesgos identificados y justificación técnica.....	101
	6.3.1	Interpretación del análisis	102
	6.3.2	Relación con procesos del PMBOK	102
7		Gestión de costos	103
	7.1	Procesos de modelo automatizado propuesto bajo los lineamientos del PMBOK	103
8		Análisis estructural general del caso de estudio	105
	8.1	Estructuración del caso de estudio.....	105
	8.2	Reglamentos y normas de diseño.....	105
	8.3	Características de los materiales	105

8.4	Cargas y combinaciones de cargas	106
8.4.1	Cargas muertas.....	106
8.4.2	Cargas vivas	107
8.5	Factores usados	107
9	Modelamiento de estructuras BIM (Caso de estudio).....	108
9.1	Planificación del modelamiento BIM	108
9.2	Modelado de estructuras (caso de estudio)	111
9.2.1	Modelado de solados.....	112
9.2.1.1	Análisis de resultados del modelado de solados	112
9.2.2	Modelado de zapatas.....	113
9.2.2.1	Análisis de resultados del modelado de zapatas.....	115
9.2.3	Modelado de cimiento corrido	115
9.2.3.1	Análisis de resultados del modelado de cimientos corridos.....	119
9.2.4	Modelado de columnas	119
9.2.4.1	Análisis de resultados del modelado de columnas	121
9.2.5	Modelado de vigas	121
9.2.5.1	Análisis de resultados del modelado de vigas	124
9.2.6	Modelado de losa aligerada	124
9.2.6.1	Análisis de resultados del modelado de losa.....	126
10	Análisis de costos e interferencias del modelo 3D	127
10.1	Análisis de interferencias.....	127
10.2	Análisis de costos.....	131

10.2.1	Impacto económico	131
10.2.2	Asignación de recursos para el análisis de interferencias	132
11	Creación del cuerpo del presupuesto en el software Delphin Express bajo el enfoque PMBOK.....	133
11.1	Creación de proyecto	133
11.1.1	Creación de la base de datos	133
11.1.2	Creación del proyecto e inserción de los datos generales	133
11.2	Creación de los insumos	134
11.3	Creación de los Análisis de costos unitarios.....	135
11.4	Creación de la estructura del presupuesto bajo enfoque Pmbok.....	136
12	Integración del modelo BIM en el software Delphin Express	137
12.1	Exportación del modelo BIM en formato IFC.....	137
12.2	Configuración para la correcta exportación en formato IFC	138
12.2.1	Configuraciones generales para exportación en formato IFC... ..	138
12.2.2	Configuraciones del conjunto de propiedades para la exportación en formato IFC	138
12.2.3	Configuraciones avanzadas para la exportación en formato IFC.....	139
12.3	Configuración del software Delphin express para la integración del modelo BIM.....	140
12.3.1	Configuraciones para la integración.....	140
12.3.2	Modelo BIM integrado en el software Delphin Express.....	140

12.4	Extracción de valores del modelo para metrados en la creación del presupuesto	142
12.4.1	Reordenamiento de la estructura del modelo	142
12.4.2	Selección de los elementos modelados y vinculación con las partidas	142
12.4.3	Selección de los elementos modelados y extracción de metrados.....	143
13	Presupuesto en el software Delphin Express con la integración del modelo BIM en la gestión de costos bajo el enfoque PMBOK	145
13.1	Presupuesto del proyecto multifamiliar a nivel de costo directo	145
13.2	Pie de presupuesto del proyecto multifamiliar.....	146
14	Sistemas de intercambio de información entre programas	147
15	Optimización de procesos entre software Revit y Delphin Express	148
16	Análisis de los resultados del presupuesto según la guía PMBOK (gestión de costos).....	149
17	Control presupuestal bajo el enfoque de a guía PMBOK (gestión de costos)	150
17.1	Resultados de control presupuestal.....	150
17.2	Análisis de los resultados de control presupuestal.....	151
18	Resultados proporcionados de proyectos pasados valor planificado, valor ganado y costo real	152
19	Comparación de resultados proporcionados de proyectos pasados vs caso de estudio	154
20	Análisis de comparación de proyectos pasados vs caso de estudio	156

21	Automatización de la gestión de costos mediante la integración de modelo BIM y el software Delphin Express.....	157
21.1	Flujograma de procesos de automatización	157
21.2	Flujograma del proceso de control presupuestal.....	158
	CONCLUSIONES	159
	RECOMENDACIONES.....	161
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	163



INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Análisis de mercado</i>	10
<i>Figura 2: Industria 4.0</i>	15
<i>Figura 3: Componentes del presupuesto del proyecto</i>	21
<i>Figura 4: Línea base de costo, gastos y requisitos del financiamiento</i>	22
<i>Figura 5: Ciclo de vida de la edificación</i>	24
<i>Figura 6: Aplicaciones de BIM en la cadena de valor de proyectos de ingeniería y construcción</i>	26
<i>Figura 7: Ventana de inicio</i>	37
<i>Figura 8: Inicio de sesión</i>	38
<i>Figura 9: Menú de inicio principal del programa Delphin Express</i>	39
<i>Figura 10: Ventana principal del programa Delphin Express</i>	40
<i>Figura 11: Creación de nuevo proyecto</i>	41
<i>Figura 12: Nuevo proyecto y datos del proyecto</i>	42
<i>Figura 13: Creación de título, subtítulos del presupuesto</i>	43
<i>Figura 14: Creación de los costos unitarios</i>	43
<i>Figura 15: Creación de las especificaciones técnicas y metrados</i>	44
<i>Figura 16: Elaboración de los metrados</i>	45
<i>Figura 17: Elaboración de especificaciones técnicas</i>	46
<i>Figura 18: Las etapas de la automatización de procesos de negocio.</i>	48
<i>Figura 19. Preguntas de la encuesta</i>	63
<i>Figura 20. Resultados de la encuesta (pregunta 1)</i>	78

<i>Figura 21. Resultados de la encuesta (pregunta 2)</i>	<i>79</i>
<i>Figura 22. Resultados de la encuesta (pregunta 3)</i>	<i>80</i>
<i>Figura 23. Resultados de la encuesta (pregunta 4)</i>	<i>81</i>
<i>Figura 24. Resultados de la encuesta (pregunta 5)</i>	<i>82</i>
<i>Figura 25. Resultados de la encuesta (pregunta 6)</i>	<i>83</i>
<i>Figura 26. Resultados de la encuesta (pregunta 7)</i>	<i>84</i>
<i>Figura 27. Resultados de la encuesta (pregunta 8)</i>	<i>85</i>
<i>Figura 28. Principales causas que afectan el desempeño de la empresa Arquidea Atelier</i>	<i>91</i>
<i>Figura 29. Acta de constitución del proyecto</i>	<i>93</i>
<i>Figura 30. Sistema de control de cambios</i>	<i>94</i>
<i>Figura 31. Plan de gestión de alcance</i>	<i>95</i>
<i>Figura 32. Desglose de la EDT</i>	<i>96</i>
<i>Figura 33. Plan de gestión del cronograma</i>	<i>97</i>
<i>Figura 34. Tipos de relaciones del método de diagramación</i>	<i>98</i>
<i>Figura 35. Procesos para el modelado de la especialidad de estructuras</i>	<i>111</i>
<i>Figura 36. Solado para zapatas</i>	<i>112</i>
<i>Figura 37. Zapata de concreto armado</i>	<i>113</i>
<i>Figura 38. Detalle de acero en zapata típica (perfil)</i>	<i>114</i>
<i>Figura 39. Detalle de acero en zapata típica (planta)</i>	<i>114</i>
<i>Figura 40. Cimientos corridos de concreto ciclópeo</i>	<i>116</i>
<i>Figura 41. Cimiento corrido 1</i>	<i>117</i>
<i>Figura 42. Cimiento corrido 2</i>	<i>117</i>
<i>Figura 43. Cimiento corrido 3</i>	<i>118</i>

<i>Figura 44. Cimiento corrido 4,5,y 6.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 45. Detalle de columnas</i>	<i>119</i>
<i>Figura 46. Distribución de columnas.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 47. Modelado de concreto en columnas de C.A.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 48. Modelado de acero en columnas de C.A.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 49. Detalle de vigas.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 50. Distribución de vigas.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 51. Modelado de concreto en vigas de C.A.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 52. Modelado de acero en vigas de C.A.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 53. Detalle de losa aligerada</i>	<i>124</i>
<i>Figura 54. Distribución de losa aligerada.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 55. Modelado de concreto en losas de C.A.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 56. Modelado de acero en losas de C.A.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 57. Modelado de estructuras.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 58. Modelado arquitectura (casco rojo).....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 59. Modelado II.SS.....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 60. Modelado II.EE</i>	<i>128</i>
<i>Figura 61. Modelo en Navisworks para verificación de conflictos</i>	<i>129</i>
<i>Figura 62. Interferencias EST-II.SS.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 63. Interferencias EST-II.EE.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 64. Interferencias EST-ARQ.(casco rojo)</i>	<i>131</i>
<i>Figura 65. Base de datos en blanco</i>	<i>133</i>
<i>Figura 66. Creación del proyecto y datos generales</i>	<i>134</i>

<i>Figura 67. Inserción de los insumos con sus costos respectivos</i>	<i>135</i>
<i>Figura 68. Creación de análisis de costos unitarios.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 69. Estructura del presupuesto.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 70. Exportación del modelo BIM en formato .IFC.....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 71. Configuraciones generales para el formato IFC</i>	<i>138</i>
<i>Figura 72. Configuración del conjunto de propiedades para el formato IFC.....</i>	<i>139</i>
<i>Figura 73. Configuraciones avanzadas para el formato IFC.....</i>	<i>139</i>
<i>Figura 74. Configuración del software delphin express para modelo IFC</i>	<i>140</i>
<i>Figura 75. Modelo general dentro del software Delphin Express.....</i>	<i>141</i>
<i>Figura 76. Modelo de la estructura de acero dentro del software Delphin Express.....</i>	<i>141</i>
<i>Figura 77. Reordenamiento de la estructura del modelo.....</i>	<i>142</i>
<i>Figura 78. Selección de los elementos modelados.....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 79. Selección de los elementos modelados y vinculación con las partidas.....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 80. Selección de los elementos modelados y extracción de metrados.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 81. Extracción de metrados de acero.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 82. Presupuesto a nivel de costo directo del proyecto.....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 83. Pie de presupuesto.....</i>	<i>146</i>
<i>Figura 84. Presupuesto final del proyecto.....</i>	<i>149</i>
<i>Figura 85. Flujograma de procesos de automatización</i>	<i>157</i>
<i>Figura 86. Flujograma del proceso de control presupuestal.....</i>	<i>158</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Procesos de la gestión del costo según el PMI.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 2: Resumen de presupuesto de obra por contrata.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3: Resumen de presupuesto de obra por administración directa.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 4. Instructivo del plan de gestión de costos.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 5. Formato para cuerpo de presupuesto</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 6. Formato para determinar el pie de presupuesto.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 7. Cuadro de análisis de fortalezas y debilidades.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 8. Cuadro de análisis de oportunidades y amenazas</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 9. Matriz de riesgos identificados</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 10. Cuadro de sistema de intercambio de información.....</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 11. Cuadro de procesos entre Revit y Delphin Express.....</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 12. Tabla de control de supervisión.....</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 13. Tabla de control de supervisión de proyecto 1</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 14. Tabla de control de supervisión de proyecto 2</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 15. Tabla de control de supervisión de proyecto 3</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 16. Tabla de control de supervisión de proyecto 4</i>	<i>153</i>

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de costos unitarios del proyecto.....	166
Anexo 2. Cronograma del proyecto.....	170
Anexo 3. Curva S del proyecto.....	171
Anexo 4. Metrados del proyecto en el software Delphin Express.....	172
Anexo 5. Detalle específico (hoja de metrados).....	177
Anexo 6. Modelado de acero en Revit.....	179
Anexo 7. Modelado de concreto en Revit.....	180
Anexo 8. Guía de metrados Revit.....	181
Anexo 9. Metrados Revit.....	182
Anexo 10. Informe de interferencias (EST, II.SS, II.EE, Arq.(casco rojo).....	183

INTRODUCCION

Gestionar los costos de manera efectiva representa un obstáculo crucial en el sector de la construcción, dada la vasta gama de factores que intervienen y lo intrincado de sus emprendimientos. Aunque se han logrado progresos en los sistemas de administración de obras, como los propuestos por manuales reconocidos (por ejemplo, la Guía PMBOK), un número significativo de compañías de este rubro sigue luchando contra la dificultad de mantener a raya los desembolsos.

Estas carencias se deben, principalmente, a la escasa o nula incorporación de tecnología en las etapas de diseño, supervisión y monitoreo de los proyectos. Esta ausencia de automatización provoca que se cometan fallas humanas, que los datos no concuerden y, en última instancia, que se produzcan incrementos en el presupuesto inicial.

El uso de tecnologías como el Building Information Modeling (BIM) ha demostrado mejorar la coordinación y planificación en proyectos de construcción, mientras que softwares especializados como Delphin Express facilitan la automatización de presupuestos y recursos. Sin embargo, en el contexto local, la integración efectiva de estas herramientas en un marco de gestión como el PMBOK sigue siendo limitada.

En este sentido, surge la necesidad de investigar cómo la automatización de la gestión de costos mediante la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express puede mejorar el desempeño de los proyectos de construcción, reduciendo los errores, optimizando los recursos y garantizando el cumplimiento de los presupuestos

La gestión de proyectos de construcción es un proceso complejo que implica la coordinación de múltiples disciplinas y recursos. Dentro de este contexto, la gestión de costos es fundamental para el éxito de los proyectos, ya que influye directamente en su rentabilidad y en la

satisfacción del cliente. No obstante, muchas empresas constructoras, especialmente en entornos locales como Cusco, enfrentan grandes dificultades para mantener un control eficiente de estos aspectos debido a la falta de integración de tecnologías avanzadas y a la dependencia de procesos manuales.

En particular, la falta de automatización en la planificación, control y monitoreo de los costos de obra suele generar problemas como:

Sobrecostos: Desviaciones presupuestarias que ocurren debido a estimaciones inexactas, falta de control en la adquisición de materiales o ineficiencia en el uso de recursos.

Errores humanos: Los procesos manuales y las herramientas no integradas dificultan la actualización constante de la información, generando discrepancias entre lo planificado y lo ejecutado.

Inconsistencia de datos: La falta de una fuente de información centralizada dificulta la colaboración entre los equipos de trabajo, lo que incrementa los riesgos de incoherencias entre los diferentes aspectos del proyecto (diseño, costos).

El uso de metodologías avanzadas como BIM (Building Information Modeling) ha demostrado ser eficaz en la mejora de la visualización y la coordinación en los proyectos de construcción. BIM permite la creación de modelos digitales tridimensionales que integran no solo el diseño arquitectónico, sino también las dimensiones de costos (5D).

Por otro lado, herramientas como el software Delphin Express permiten la automatización de la creación de presupuestos y el seguimiento de los costos en tiempo real. Sin embargo, aunque BIM y Delphin Express ofrecen soluciones potentes para la gestión de proyectos, su implementación de manera integrada bajo un marco metodológico como el propuesto por la Guía PMBOK sigue siendo limitada en muchos proyectos locales. La falta de integración de estas

tecnologías no solo reduce la capacidad de respuesta ante imprevistos, sino que también compromete la eficiencia y la sostenibilidad del proyecto.

En consecuencia, la investigación propuesta busca determinar cómo la automatización de la gestión de costos mediante la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express, bajo las directrices de la Guía PMBOK, puede mejorar la gestión de proyectos de construcción en Cusco. Es necesario explorar si esta integración permite optimizar los recursos, reducir los errores y cumplir con los plazos y presupuestos planificados, contribuyendo así a la modernización de la gestión de proyectos en la industria local



HIPÓTESIS

1.1 Hipótesis general.

H1: El diseño del modelo de automatización de la gestión de costos, basado en el enfoque PMBOK, mediante la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express, permitirá reducir errores en la elaboración del presupuesto, optimizar los tiempos de cálculo y mejorar el control presupuestal en proyectos de construcción, Cusco 2024.

1.2 Hipótesis específicas.

H1. Las necesidades de automatización en la gestión de costos en la industria de la construcción influyen en la percepción de los profesionales sobre el uso de la metodología BIM y el software Delphin Express.

H2: La integración de la metodología BIM y el software Delphin Express presenta oportunidades de mejora en los procesos de creación y control presupuestal en la gestión de costos en proyectos de construcción.

H3: Un modelo de automatización de la gestión de costos alineado con el Enfoque PMBOK se valida en proyectos de construcción mediante la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express.

OBJETIVOS

1.3 Objetivo general

Diseñar un modelo de automatización de la Gestión de Costos bajo, el Enfoque PMBOK, para proyectos de construcción mediante la integración de la Metodología BIM y el Software Delphin Express, Cusco 2024

1.4 Objetivos específicos

O1: Identificar las necesidades de la automatización en la gestión de costos en la industria de la construcción y la percepción de los profesionales sobre el uso de la metodología BIM y el software Delphin Express a través de técnicas de recolección de información.

O2: Analizar las oportunidades de mejora, mediante un estudio de caso, en los procesos de creación y control presupuestal en gestión de costos en proyectos de construcción mediante la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express.

O3: Validar un modelo de automatización de la gestión de costos bajo en enfoque PMBOK, en proyectos de construcción, utilizando la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express,



CAPÍTULO I

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1 Problema de Investigación

1.1 Enunciado del Problema

En la industria de la construcción en Cusco, muchas empresas aún dependen de métodos manuales para gestionar los costos de los proyectos, lo cual genera sobrecostos, errores y dificultades en el control presupuestario. Aunque existen tecnologías avanzadas, como BIM para la coordinación visual y Delphin Express para la automatización de presupuestos, la integración de estas herramientas dentro del marco PMBOK sigue siendo limitada. Esta falta de automatización y centralización de la información obstaculiza el cumplimiento de los presupuestos y compromete la eficiencia de los proyectos.

1.2 Interrogantes del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cómo influirá el modelo de automatización de la gestión de costos, bajo el enfoque PMBOK, en proyectos de construcción mediante la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express, Cusco 2024?

1.2.2 *Problemas específicos*

P1: ¿Cuáles serán las necesidades de la automatización en la gestión de costos en la industria de la construcción y la percepción de los profesionales sobre el uso de la metodología BIM y el software Delphin Express a través de técnicas de recolección de información?

P2: ¿Qué oportunidades de mejora existirán, mediante un estudio de caso, en los procesos de creación y control presupuestal en gestión de costos en proyectos de construcción mediante la

integración de la metodología BIM y el software Delphin Express?

P3: ¿Como se validará un modelo de automatización de la gestión de costos bajo el enfoque PMBOK en proyectos de construcción, utilizando la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express?

1.3 Justificación de la investigación.

Teórica: La investigación se justifica teóricamente porque aborda la intersección de tres áreas fundamentales: la gestión de costos, la metodología BIM y el software Delphin Express, todos alineados con las mejores prácticas establecidas en la Guía PMBOK. Esta integración no solo contribuye a enriquecer el marco teórico existente sobre la automatización de procesos en la construcción, sino que también proporciona una base sólida para futuras investigaciones que busquen profundizar en estos temas. Al desarrollar un modelo que combina estas herramientas, se contribuirá a la literatura académica, proporcionando un enfoque sistemático y novedoso que puede ser referenciado en estudios posteriores.

Práctica: Desde una perspectiva práctica, la investigación tiene un impacto directo en la industria de la construcción, donde la gestión eficiente de costos es crítica. Al diseñar un modelo de automatización que integra BIM y Delphin Express, se busca optimizar los procesos de presupuesto y gestión de costos, lo que puede resultar en ahorros significativos y una mejor asignación de recursos. Esta automatización permitirá a las empresas de construcción responder de manera más ágil y precisa a los cambios del proyecto, mejorando la toma de decisiones y la planificación, lo que es fundamental en un sector altamente competitivo.

Relevancia social: La investigación tiene una clara relevancia social, ya que el sector de la construcción juega un papel crucial en el desarrollo económico de las regiones, incluida Cusco.

Una gestión más eficiente de los costos y la automatización de procesos puede resultar en proyectos más sostenibles y rentables, lo que, a su vez, puede generar empleo y mejorar la calidad de vida de las comunidades locales. Además, la adopción de nuevas tecnologías en la construcción, como la metodología BIM, puede impulsar la capacitación y el desarrollo de habilidades en la fuerza laboral, promoviendo así un crecimiento profesional y económico en la región

Utilidad metodológica: Finalmente, la utilidad metodológica de la investigación radica en el desarrollo de un modelo que no solo es innovador, sino que también puede ser replicado y adaptado a diferentes contextos dentro de la industria de la construcción. La combinación de enfoques teóricos y prácticos permitirá establecer una metodología clara y estructurada para la implementación de la automatización en la gestión de costos, facilitando así su adopción por parte de otras organizaciones. Además, los métodos de recolección de datos y análisis empleados en esta investigación servirán como referencia para futuras investigaciones en áreas relacionadas.

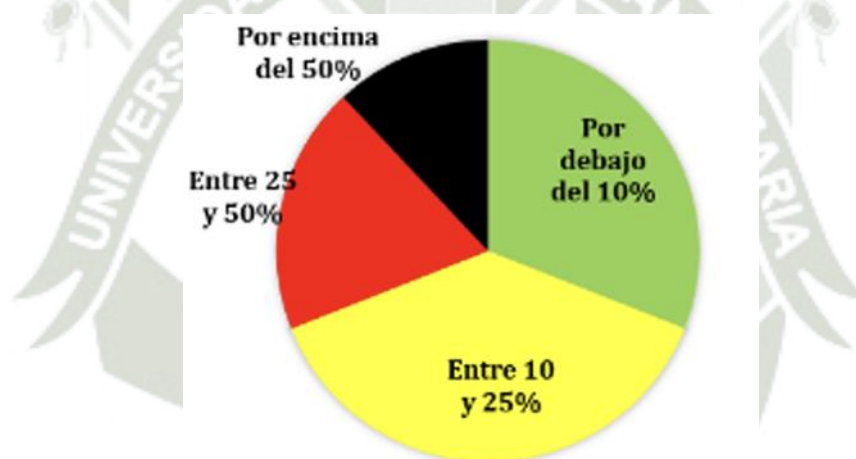
2 Marco Teórico y Conceptual

2.1 Bases teórico científicas

2.1.1 Contexto del mercado nacional y mundial

La industria de la construcción enfrenta importantes dificultades, principalmente relacionadas con la aplicación de metodologías de trabajo ineficientes, las cuales impiden que los plazos y los recursos económicos establecidos al inicio del proyecto se cumplan de manera adecuada. (KPMG International, 2015)

Figura 1: Análisis de mercado



Nota. Adaptado de *Climbing the curve*, KPMG International (2015)

De acuerdo con un estudio llevado a cabo por KPMG International, una firma global que ofrece servicios de auditoría, consultoría, tercerización y asesoría legal y tributaria (Figura 1), los proyectos de construcción reflejan ciertos resultados específicos en relación con el cumplimiento de plazos y presupuestos siguientes:

- Es un hecho que la gran mayoría de las obras (específicamente el 80%) termina costando más de lo planificado. El 31% desviación menor al 10% del presupuesto

licitado

- El 38% entre un 10% y 25%
- El 19% entre un 25% y 50%
- El 12% restante, en más del 50%

Esta información evidencia la importancia de implementar modelos de automatización para controlar los costos y mejorar la eficiencia presupuestaria

✓ Beneficios de presupuestar con la metodología BIM

- Disminuir hasta en un 40% las modificaciones no contempladas en el presupuesto original del proyecto.
- La implementación de este enfoque posibilita disminuir la falta de exactitud en la tasación de gastos, logrando una reducción mínima del 3% en la imprecisión de las estimaciones
- La implementación de esta herramienta permite una aceleración drástica en el proceso de cálculo de presupuestos, reduciendo el tiempo necesario en hasta un 80%.
- Esta capacidad se traduce en ahorros de hasta un 10% del monto total del contrato, lo cual es posible gracias a la identificación temprana de interferencias y posibles conflictos en la fase de diseño

En Estados Unidos ha bajado el costo final de la construcción entre un 3% y un 9% del presupuesto base. (CostArt, 2020)

Trabajo colaborativo

De acuerdo con las metodologías BIM, VDC e IPD, un modelado de información correctamente desarrollado permite elaborar presupuestos paramétricos a partir de la dimensión

5D, alcanzando una mayor precisión en menor tiempo. Este constituye solo uno de los múltiples beneficios del trabajo colaborativo y de la implementación integral de una metodología durante todas las etapas del proyecto.

El trabajo en un entorno colaborativo común garantiza que la información se mantenga actualizada y disponible en todo momento, gestionando una única versión válida del documento, lo que reduce significativamente los reprocesos y la pérdida de datos.

Asimismo, la parametrización de la información resulta fundamental para mantener una conexión y un orden continuo, facilitando la simplificación de procesos como la cuantificación y el cómputo de los elementos constructivos mediante el uso de modelos tridimensionales.

2.1.2 *Industria 4.0*

El surgimiento de la Industria 4.0 se da con la unión de tecnologías en un ambiente digital, en donde los términos 'Industria 4.0' y 'digitalización' se utilizan de manera concurrente, la digitalización a pesar de que haya afectado a gran parte de la sociedad durante años, la cual tiene un alcance mucho mayor a comparación con producción industrial.

La digitalización en el marco de la Industria 4.0 se enfoca en fortalecer la conectividad y la interacción entre las personas y las máquinas, con el objetivo de transformar integralmente las distintas etapas del ciclo productivo, que incluyen el diseño, la fabricación, la operación y el mantenimiento de productos y sistemas. Entre los principales avances se encuentran la toma de decisiones de carácter predictivo a partir del análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data), la disminución de la complejidad mediante una coordinación más eficiente, el surgimiento de nuevas formas de colaboración —como la economía compartida—, una mayor flexibilidad en los procesos productivos, evidenciada en la micro personalización, y un mejor aprovechamiento del potencial digital para incrementar la productividad humana, desde la toma de decisiones basada en juicio

experto hasta la aplicación de la inteligencia artificial. (Borge, 2018)

Aunque el concepto nació en el sector de la fabricación, la Industria 4.0 ya repercute en toda clase de ámbitos e industrias. La fusión entre lo digital y lo físico, sumada a las capacidades generales que trae esta revolución, no solo perfecciona el inicio, transcurso y final de la cadena de suministro. De hecho, también impulsa el aumento de las ganancias, facilita la evolución y cambio de los productos, e incluso optimiza la vivencia del consumidor. (Gilchrist, 2016)

La "Industria 4.0" suele asociarse principalmente con los avances tecnológicos. Sin embargo, aunque la tecnología es un factor clave, su impacto se extiende más allá, involucrando transformaciones culturales y organizacionales. La digitalización, junto con la capacidad de conectar en tiempo real a diversos actores sociales a través de Internet, es el motor de este cambio profundo. Esta conectividad integra a consumidores, empresas, gobiernos y organizaciones de la sociedad civil, habilitada por dispositivos, sistemas informáticos y plataformas digitales.

2.1.2.1 Enfoques.

Se distinguen cuatro enfoques conceptuales para el tratamiento del concepto de Industria 4.0:

- ✓ El enfoque social de la Industria 4.0 resalta su influencia directa sobre la sociedad, generando tanto beneficios como desafíos. Por un lado, esta nueva revolución industrial impulsa la creación de bienes innovadores que contribuyen a elevar la calidad de vida de las personas. Sin embargo, la reducción de la participación humana en los procesos productivos podría ocasionar un aumento considerable del desempleo, lo que constituye una barrera importante para el desarrollo integral de la Industria 4.0. (Coscolluela, 2019)
- ✓ El enfoque orientado a competencias plantea que el avance de la Industria 4.0 demanda

el desarrollo de nuevas habilidades en los profesionales del ámbito industrial. Los cambios estructurales, como la transición del trabajo manual hacia actividades de carácter intelectual, se acompañan de transformaciones cualitativas significativas. La operación y el mantenimiento de sistemas productivos autónomos requieren de especialistas con dominio de competencias esenciales, entre ellas, conocimientos técnicos avanzados y la capacidad para aplicar eficazmente las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

- ✓ Desde una perspectiva enfocada en la producción, la Industria 4.0 implica la modernización integral del sector mediante la automatización a gran escala de todos los procesos fabriles. Es fundamental destacar que esta transformación pone un énfasis considerable en el componente organizativo de cómo opera la industria.
- ✓ El enfoque basado en el comportamiento sostiene que el avance de la Industria 4.0 está impulsando una transición hacia la comunicación directa entre objetos (interacción objeto-objeto). En esencia, esto implica retirar al elemento humano de la cadena de interacciones dentro de los sistemas compuestos por dispositivos técnicos o inanimados.

La siguiente figura (Figura 2) representa las herramientas tecnológicas que se relacionan en la industria 4.0

Figura 2: *Industria 4.0*

Nota. Adaptado de *Industrialización en la construcción, por Construcción 4,0 BIM FORUM*

La Figura 2 ilustra los principales componentes de la Industria 4.0. Estos elementos representan la transformación digital en distintos sectores, incluida la construcción, donde tecnologías como BIM, automatización de procesos y software especializado (como Delphin Express) forman parte de esta evolución hacia la eficiencia y precisión.

2.1.3 *Gestión de proyectos de la guía pmbok*

El Project Management Institute (PMI), fundado en 1969, es una entidad no lucrativa que se dedica a fomentar la disciplina de la gerencia de proyectos. Para lograrlo, crea estándares y certificaciones de prestigio global, apoyándose en el respaldo de diversas comunidades de colaboración, tal como lo indica su propia página web. Asimismo, el PMI describe al PMBOK como un compendio de conocimientos fundamentales que sustentan la práctica profesional de la dirección de proyectos. Este compendio incluye tanto prácticas tradicionales ampliamente aceptadas como innovaciones emergentes. El Estándar para la Dirección de Proyectos, elaborado

por el PMI y acreditado por el Instituto Nacional de Normalización de los Estados Unidos (ANSI), está sustentado en preceptos esenciales como el consenso, la apertura, el debido proceso y el equilibrio. Este documento actúa como una referencia esencial para los planes de desarrollo profesional y para la ejecución práctica de la dirección de proyectos. Debido a que la gerencia de proyectos debe adaptarse a las características únicas de cada actividad, tanto el estándar como su guía asociada adoptan una postura descriptiva en lugar de ser estrictamente prescriptivos. El estándar señala los procesos que, en la mayoría de los casos, se reconocen como buenas prácticas aplicables a proyectos comunes, junto con las entradas y salidas que suelen estar asociadas a ellos. No obstante, no establece la obligatoriedad de ejecutar un proceso o práctica específica. (Guía del PMBOK)

Áreas de conocimiento

Resulta fundamental precisar el concepto de área de conocimiento, especialmente en el contexto de este proyecto, el cual abarca dos de ellas. Un área de conocimiento puede definirse como un conjunto organizado de conceptos, terminología y actividades que conforman un campo profesional, un dominio dentro de la gestión de proyectos o una especialidad específica. Estas áreas constituyen la base de los conocimientos y competencias necesarias para administrar de manera eficiente los diferentes componentes de un proyecto, ofreciendo un marco estructurado que orienta su desarrollo y ejecución. (Project Management Institute, 2017).

De acuerdo con lo establecido por el PMI, un área de conocimiento estructura las actividades conforme a su ámbito o especialidad, agrupando los conceptos, herramientas y técnicas que persiguen un mismo propósito. Por ejemplo, un área de especialización puede estar orientada a la gestión de la calidad del proyecto o a la gestión de los riesgos, de modo que todas las actividades relacionadas con dichos aspectos se encuentren definidas y organizadas de manera

independiente. No obstante, esto no implica que dichas áreas no puedan intercambiar información entre sí.

Según (Project Management Institute, 2017) las áreas de conocimiento que establece el PMBOK son diez, y están comprendidas por:

- ✓ Gestión de la Integración.
- ✓ Gestión del alcance.
- ✓ Gestión del tiempo
- ✓ **Gestión de los costos.**
- ✓ Gestión de la calidad.
- ✓ Gestión de los recursos.
- ✓ Gestión de las comunicaciones.
- ✓ Gestión de los riesgos.
- ✓ Gestión de las adquisiciones.
- ✓ Gestión de los interesados.

De todas las áreas mencionadas, la de mayor interés para este proyecto es la gestión de los costos. A continuación, se profundiza en la explicación de estos conceptos clave.

2.1.4 *Gestión de los costos*

Comprende los procesos orientados a la planificación, estimación, presupuestación, financiación, obtención de recursos económicos, así como la gestión y el control de los costos, con el propósito de garantizar que el proyecto se ejecute dentro del presupuesto aprobado. Los procesos que conforman esta área de gestión son los siguientes:

- ✓ Planificar la Gestión de los Costos: Proceso fundamental de definir cómo se van a calcular, asignar (presupuestar), administrar, supervisar y vigilar cada uno de los

gastos que genere el proyecto

- ✓ Estimar los Costos: Proceso mediante el cual se calcula un valor aproximado del capital financiero (o recursos monetarios) que será indispensable para finalizar todas las actividades que componen el proyecto.
- ✓ Determinar el Presupuesto: Proceso de totalización, donde se agregan los costos estimados de cada actividad por separado o de los paquetes de trabajo. El objetivo final es establecer una línea base de costos que esté debidamente autorizada para el proyecto.
- ✓ Controlar los Costos: Proceso clave donde se supervisa constantemente el estado financiero del proyecto. El objetivo es mantener actualizados los gastos reales y administrar cualquier modificación necesaria a la línea base de costos ya autorizada.

Para cada uno de los procesos anteriores, el Project Management Institute (PMI) define un conjunto específico de entradas, herramientas, técnicas y salidas que lo constituyen. A continuación, la siguiente tabla sintetiza estas variables clave para cada proceso (Project Management Institute, 2017)

Tabla 1: *Procesos de la gestión del costo según el PMI*

PROCESO	ENTRADAS	HERRAMIENTAS Y TECNICAS	SALIDAS
Planificar la gestión de los costos	-Plan para la dirección del proyecto	-Juicio de expertos -Técnicas analíticas	-Plan de gestión de los costos
	-Acta de constitución del proyecto -Factores ambientales de la empresa -Activos de los procesos de la organización	-Reuniones	
Estimar los costos	-Plan de gestión de los costos	-Juicio de expertos	-Estimación de costos de las actividades
	-Plan de gestión de los recursos humanos	-Estimación análoga -Estimación paramétrica	-Base de las estimaciones
	-Línea base del alcance	-Estimación ascendente	-Actualizaciones a los documentos del proyecto
	-Cronograma del proyecto	-Estimación por tres valores	
	-Registro de riesgos		
	Factores ambientales de la empresa	-Análisis de reservas -Análisis de ofertas de proveedores -Técnicas grupales de toma de decisiones	

Determinar el presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> -Plan de gestión de los costos -Línea base del alcance -Estimaciones de costos de las actividades -Cronograma del proyecto -Calendario de recursos -Registro de riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> -Agregación de costos -Análisis de reservas -Juicio de expertos -Juicio de expertos -Relaciones históricas -Conciliación del límite de financiamiento 	<ul style="list-style-type: none"> -Línea base de costos -Requisitos de financiamiento del proyecto -Actualizaciones a los documentos del proyecto
Controlar los costos	<ul style="list-style-type: none"> -Plan para la dirección del proyecto -Requisitos de financiamiento del proyecto -Datos de desempeño del trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> -Gestión del valor ganado Pronósticos -Índice del desempeño del trabajo por completar (TCPI) -Revisiones de desempeño -Análisis de reserva 	<ul style="list-style-type: none"> -Información de desempeño del trabajo -Pronósticos de costos -Solicitudes de cambios -Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto -Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

Nota. Elaboración propia

2.1.4.1 Determinar el presupuesto: salidas

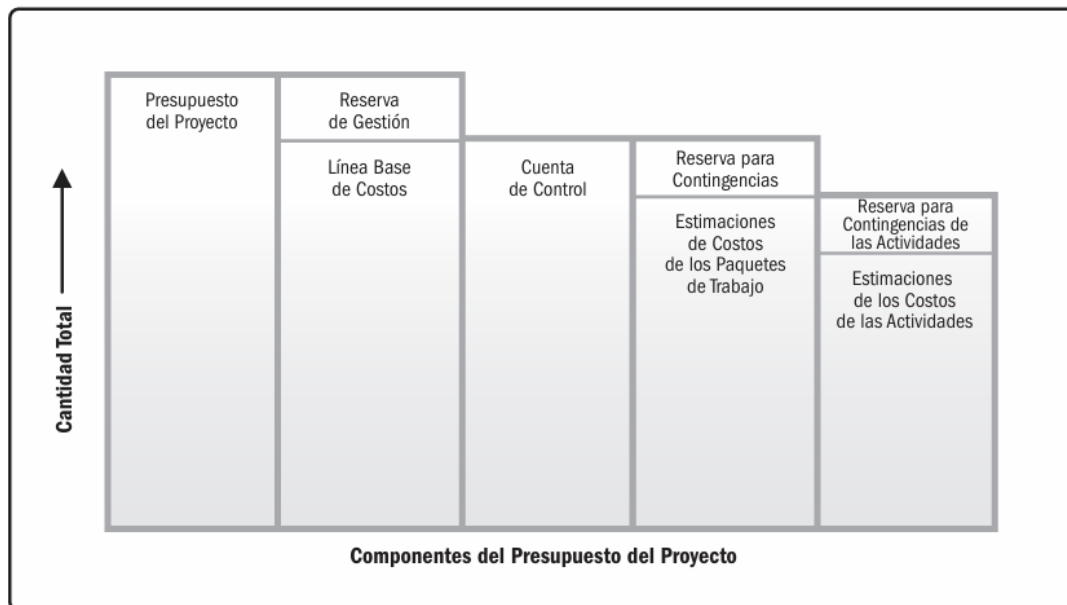
Línea base de costos

La línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto del proyecto, la cual se encuentra distribuida a lo largo del tiempo de la ejecución y no incluye las reservas destinadas a la gestión. Cualquier alteración a este monto solo puede llevarse a cabo a través de los procesos formales de control de cambios. Su propósito primordial es actuar como el punto de referencia

para medir el rendimiento real del proyecto en contraste con lo inicialmente planeado. Esta línea se genera al sumar todos los presupuestos ya autorizados para las actividades programadas en el cronograma.

El presupuesto total del proyecto se obtiene al sumar las reservas de gestión a la línea base de costos. Cuando surgen variaciones que requieren usar estos fondos, se activa el proceso de control de cambios para formalizar la aprobación y transferir el monto necesario de la reserva de gestión hacia la línea base de costos (Project Management Institute, 2017)

Figura 3: Componentes del presupuesto del proyecto

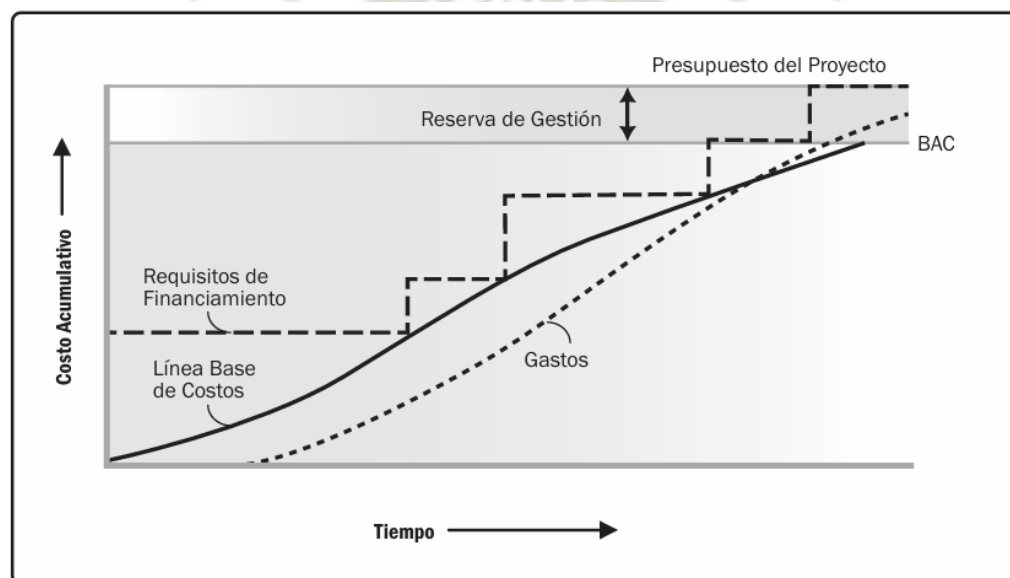


Nota. Adaptado de Project Management Institute. A Guide to the Project Management body of Knowledge PMBOK Guide, Project Management Institute (2017)

Como se detalla en la Figura 3, el presupuesto del proyecto se compone de varios elementos que culminan en la línea base de costos. El proceso comienza sumando las estimaciones de gastos de las actividades específicas más las reservas para imprevistos (contingencias) asociadas, para obtener el costo del paquete de trabajo. Luego, estos costos de los paquetes de trabajo, junto con

sus respectivas reservas, se acumulan en las cuentas de control. La suma de estas cuentas constituye, finalmente, la línea base de costos. Dado que estos cálculos están vinculados directamente al cronograma, es posible obtener una visualización por fases temporales, la cual se representa comúnmente con la curva en S (ilustrada en la Figura 4). En el caso de proyectos que emplean la metodología de Gestión del Valor Ganado, esta línea base de costos recibe el nombre específico de línea base para la medición del desempeño. (Project Management Institute, 2017)

Figura 4: Línea base de costo, gastos y requisitos del financiamiento



Nota. Adaptado de Project Management Institute. A Guide to the Project Management body of Knowledge PMBOK Guide, Project Management Institute (2017)

La Figura 4 ilustra la relación existente entre la línea base de costos, los gastos reales y los requerimientos de financiamiento a lo largo del ciclo de vida del proyecto. En ella se aprecia cómo la línea base actúa como punto de referencia para el control del desempeño, mientras que la curva de gastos refleja el consumo real de los recursos. Asimismo, se representan la reserva de gestión y el presupuesto total del proyecto (BAC), elementos esenciales para la planificación y el control financiero según el enfoque propuesto por el PMBOK.

2.1.5 *Metodologías de Gestión*

Un enfoque para la gestión de proyectos consiste en un conjunto de principios, técnicas y procedimientos que emplean las personas dedicadas a una misma área de trabajo. Las metodologías principales se distinguen tanto por su estructura como por las características de los entregables, los procesos de trabajo e incluso las herramientas de software utilizadas para la gestión de proyectos.

2.1.6 **BIM**

2.1.6.1 **Concepto**

El BIM puede describirse como un repositorio de información y conocimientos clave, fundamentales para el desarrollo y el ciclo de vida de un proyecto. Esto resulta especialmente relevante, ya que diversas partes interesadas necesitan compartir información. No obstante, su aplicación principal se centra en las fases de diseño y pre construcción. (Moyano, Camporeale, & Cózar-Cózar, 2019)

BIM, que significa Modelado de Información para la Construcción (Building Information Modeling), es un proceso estructurado cuyo fin es generar y administrar toda la información de un proyecto de construcción durante cada una de sus fases de desarrollo. (Olofsson, 2008)

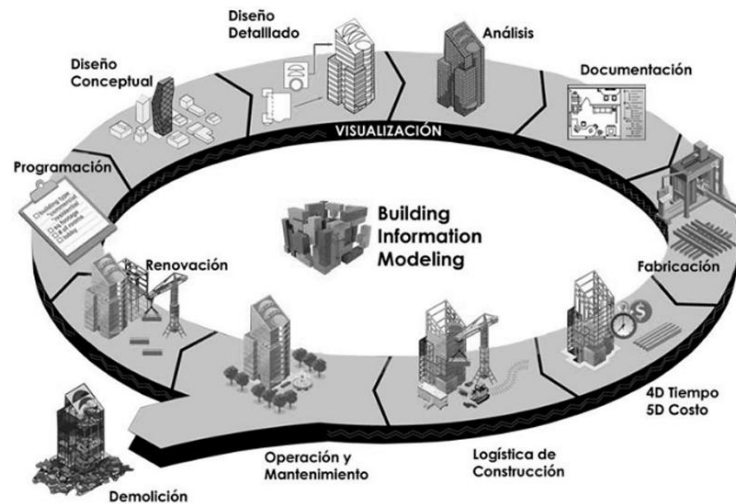
Sin embargo, una definición que refleja con mayor fidelidad lo que realmente es el BIM sugiere que puede ser considerado como un proceso digital que integra todos los elementos, disciplinas y sistemas de una obra en un solo modelo de información. Esto, a su vez, facilita que todos los integrantes del equipo que están trabajando en el proyecto puedan colaborar con mucha más exactitud y eficacia que con los métodos convencionales. (BuildingSmart, 2018)

De acuerdo con la definición aportada por el National Institute of British Standards (NIBS), un punto clave que se resalta es que el BIM es un proceso optimizado que cubre la planificación, el diseño, la edificación, la operación y el mantenimiento de las obras. Este proceso tiene como

fundamento un modelo de datos digital y estandarizado que aglutina toda la información generada y recolectada del proyecto.

La siguiente figura (Figura 5) representa como BIM busca ser una metodología de trabajo presente en todas las etapas del proyecto, incluso luego de su entrega en la fase de operación.

Figura 5: *Ciclo de vida de la edificación.*



Nota. Adaptado de *Introducción a la serie en ISO – 19650. BuildingSmart, (2019)*

La Figura 5 muestra el ciclo de vida de la edificación, el cual abarca desde la planificación, diseño y construcción, hasta la operación y mantenimiento del proyecto. Este enfoque integral permite comprender todas las fases por las que atraviesa una edificación, y es fundamental al momento de aplicar herramientas como BIM, ya que facilita la trazabilidad y la gestión eficiente de la información a lo largo del tiempo.

2.1.6.2 Dimensiones del BIM

La metodología BIM destaca por su capacidad de dotar de inteligencia a los elementos del modelo, incorporando datos como la fase constructiva, resistencia al fuego, materiales, propiedades mecánicas, pérdida de carga en sistemas hidrosanitarios, entre otros. Esta información

se integra con el propósito de optimizar los procesos de diseño, construcción y administración de la obra tras su finalización. (Espacio BIM, 2021):

- ✓ 1D o idea: En esta fase se desglosa la idea central en sus partes fundamentales, lo cual permite generar las primeras aproximaciones de costos o recursos necesarios.
- ✓ 2D o el boceto.
- ✓ 3D Coordinación: La metodología BIM ofrece una ventaja clave: identifica las interferencias o choques entre los diseños de las diversas especialidades. Esto permite resolver y eliminar estos conflictos antes de que se presenten en la obra.
- ✓ 4D Programación de obra: Representación simulada de las distintas fases de la obra y de las instalaciones que se realizarán. A partir de esto, se establece el diseño del plan de ejecución del proyecto.
- ✓ 5D Control de costos: Precisar la estimación total de los gastos, lo cual incluye el cálculo exacto de las cantidades de materiales, la determinación de los costos operativos, etc
- ✓ 6D (Sostenibilidad)
- ✓ 7D Mantenimiento: Finalmente, el modelo BIM ofrece herramientas esenciales para la gestión de la fase de operación y mantenimiento de la edificación. También es crucial para el control de la logística y el monitoreo del ciclo de vida útil completo de la obra.

2.1.6.3 Usos BIM

Los usos del BIM determinan el alcance del modelo y especifican su propósito. Es fundamental que los miembros del equipo comprendan el objetivo futuro de la información que están desarrollando. Por ejemplo, en una fase inicial del proyecto, donde solo se busca visualizar

un volumen básico sin necesidad de extraer datos cuantitativos, se pueden modelar los muros sin considerar los niveles. En este caso, se entiende claramente que el uso en esta etapa está orientado exclusivamente a la visualización y no a la extracción de información. (Cámara Colombiana de la Construcción, 2021)

BIM se caracteriza por establecer soluciones de integración en todas las fases del proyecto, la siguiente figura (Figura 6) representa los usos BIM presentes en cada fase del proyecto, lo que la hace una metodología de uso transversal.

Figura 6: Aplicaciones de BIM en la cadena de valor de proyectos de ingeniería y construcción



Nota. Adaptado de *Metodología BIM. Estrategias para una adecuada implementación*, por KINENERGY

En la figura 6 se muestran las aplicaciones de BIM, en la cadena de valor de proyectos de ingeniería y construcción: diseño e ingeniería, construcción y operación.

2.1.6.4 ¿Ventajas de BIM?

Dentro de los beneficios que se derivan de la implementación de la metodología BIM, podemos mencionar los siguientes:

La coherencia de los datos es total, ya que toda la información reside en un solo modelo. Además, las aplicaciones informáticas están diseñadas para que las distintas vistas se actualicen

solamente cada vez que hay un cambio en el modelo principal. Esto no solo acorta el tiempo de creación del modelo, sino que también reduce drásticamente la posibilidad de cometer errores, a diferencia del método tradicional de modificar cada vista por separado.

La colaboración entre equipos mejora significativamente, ya que el software que utiliza BIM facilita que diferentes profesionales trabajen simultáneamente en el mismo modelo. Este enfoque elimina tiempos de espera innecesarios entre disciplinas.

El entendimiento del diseño se optimiza notablemente, puesto que, al trabajar en software que utiliza la metodología BIM, el modelo tridimensional se genera de forma automática a medida que los elementos se dibujan en las vistas en planta.

2.1.6.5 ¿Desventajas de BIM?

De forma análoga, Monfort (2015) también señala algunas limitaciones que el BIM presenta en la actualidad.

Más que una desventaja inherente del BIM, **la resistencia al cambio** que muestran los usuarios es una limitación que afecta su adopción en el mercado. Sin embargo, se espera que este obstáculo disminuya progresivamente conforme el método se consolide con el tiempo.

La formación especializada es indispensable, puesto que esta metodología requiere el uso de software avanzado. Esto implica invertir recursos económicos y tiempo en el aprendizaje, razón por la cual muchos profesionales prefieren mantener sus métodos de trabajo tradicionales.

Existe una **falta de madurez** en la metodología. Dado que BIM es relativamente nuevo, los programas aún están en desarrollo y presentan fallos que se corregirán con el tiempo. Adicionalmente, el precio del software necesario para implementar BIM es a menudo bastante elevado, y estos sistemas también exigen una capacidad de procesamiento muy potente en los equipos informáticos.

2.1.6.6 Normativa

ISO 19650

Concepto

La metodología BIM destaca la relevancia del trabajo colaborativo entre los distintos actores que intervienen en los proyectos de construcción y en la gestión de activos, considerándolo un elemento fundamental para asegurar tanto un desarrollo eficiente como una adecuada operación de los mismos (BuildingSmart, 2019)

La norma ISO 19650 constituye un conjunto de estándares internacionales que fija la estructura, los principios rectores y los requerimientos para la administración, obtención y utilización de la información tanto en proyectos de edificación como en obras de ingeniería civil, cubriendo toda su vida útil. Su finalidad primordial se enfoca en:

Los actores que intervienen en las etapas de diseño, construcción y posterior puesta en funcionamiento de cualquier activo edificado —los cuales, para este documento y en concordancia con la norma ISO, se agrupan bajo la denominación de fase de desarrollo— son cruciales.

Los actores involucrados en actividades relacionadas con la gestión de activos, incluyendo su operación y mantenimiento, corresponden a lo que en este documento y según la norma ISO se define como la fase de operación. (BuildingSmart, 2019)

La norma ISO 19650 puede aplicarse a proyectos y activos construidos de cualquier magnitud o nivel de complejidad; sin embargo, se recomienda que su implementación se realice de forma proporcional y adaptada a las características del proyecto. Esta consideración resulta particularmente importante en aquellos casos donde intervienen pequeñas y medianas empresas (PYMES) o cuando se trata de proyectos de menor escala.

Conjunto de documentos

La norma ISO 19650 se compone de la siguiente colección de documentos

interrelacionados:

- ✓ La norma ISO 19650-1 establece los fundamentos y principios que se aconsejan para los procesos de desarrollo y administración de la información a lo largo de toda la vida útil de un activo de construcción.
- ✓ La norma ISO 19650-2 detalla y especifica los procesos requeridos para el desarrollo y la gestión de la información que se lleva a cabo durante la fase de ejecución del activo construido.
- ✓ La norma ISO 19650-3 establece los procedimientos para la utilización y administración de la información durante la etapa de funcionamiento del activo.
- ✓ La norma ISO 19650-4 tiene como propósito establecer los requerimientos de seguridad necesarios para proteger la información sensible de los proyectos.
(Biblus, 2021)

2.1.6.7 BIM Según la ISO 19650

El Building Information Modeling (BIM) se fundamenta en la utilización de un modelo de información digital compartido de la obra o activo. Este modelo tiene la finalidad de perfeccionar los procesos de diseño, construcción y operación, sirviendo además como una fuente de datos fiable que apoya la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida del proyecto. (Fuentealba, 2019)

La aplicación correcta de la norma ISO 19650 conduce a los siguientes resultados y beneficios clave:

- ✓ Se obtiene una definición precisa de los datos que el cliente o propietario del activo requiere sobre el proyecto. Esto incluye los métodos, plazos, procesos y protocolos específicos para desarrollar y verificar esa información.

- ✓ Se asegura que la información producida (tanto en cantidad como en calidad) es adecuada y suficiente para cubrir las necesidades que se definieron al inicio.
- ✓ Se logran transferencias de información efectivas y eficientes entre los diversos agentes involucrados en cada etapa del ciclo de vida del activo, lo cual es especialmente crítico durante la fase de desarrollo del proyecto.

2.1.7 *Presupuestos de obra.*

2.1.7.1 **Definición.**

El presupuesto de obra se define como el documento que presenta el costo estimado de un proyecto, desglosado en los distintos conceptos que comprenden todos los recursos necesarios para su ejecución. La suma de dichos conceptos determina el costo total de la obra. Su elaboración depende de la modalidad de ejecución adoptada para el proyecto.

2.1.7.2 **Tipos de presupuestos.**

- a) **Presupuesto de obra por contrata.** Este tipo de presupuesto corresponde al monto acordado entre una entidad y una empresa constructora para la ejecución de una obra, formalizado a través de un proceso de selección. La estructura resumida de este presupuesto contractual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2: Resumen de presupuesto de obra por contrata

Item	Descripción	Monto (S/.)
1	Costo Directo (CD)	1
2	Gastos Generales (% CD)	2
3	Utilidad (% CD)	3
4	Costo parcial = (1+2+3)	4
5	I.G.V (18%)	5
6	Costo de ejecución = (4+5)	6
7	Supervisión	7
8	Costo total (6+7)	8
9	Elaboración de expediente técnico	9
10	Costo total de inversión (8+9)	10

Nota. Costos y presupuestos (2020)

- b) **Presupuesto de obra por administración directa.** Este presupuesto se aplica a los proyectos en los que la entidad asume directamente la ejecución de la obra utilizando sus propios recursos. En este caso, no interviene un tercero ni una empresa contratista, ya que la ejecución se realiza exclusivamente con el personal, los equipos y la maquinaria pertenecientes a la entidad. (Salinas, 2012). El presupuesto de Obra por Administración Directa se fundamenta en los siguientes criterios o consideraciones:
- ✓ Debido a que el Impuesto General a las Ventas (I.G.V.) no se aplica en el resumen final del presupuesto, este impuesto debe ser incorporado directamente dentro del cálculo de los precios unitarios de cada partida.
 - ✓ En el informe detallado de los insumos, el Impuesto General a las Ventas (I.G.V.) ya se encuentra contemplado dentro del costo de los precios.
 - ✓ Los presupuestos elaborados bajo el modelo de Administración Directa no incluyen

la partida correspondiente a la utilidad o ganancia.

La estructura resumida de este presupuesto se presenta a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 3: *Resumen de presupuesto de obra por administración directa*

Item	Descripción	Monto (S/.)
1	Costo Directo (CD)	1
2	Gastos Generales (% CD)	2
3	Costo de ejecución = (1+2)	3
4	Supervisión	4
5	Costo total (3+4)	5
6	Elaboración del expediente técnico	6
7	Costo total de inversión (5+6)	7

Nota. Costos y presupuestos (2020)

2.1.7.3 Partes del presupuesto de obra

- 1) **Metrados.** Los metrados constituyen la cuantificación de los materiales y de las actividades agrupadas por partidas, y pueden definirse como un conjunto de datos obtenidos a partir de cálculos, mediciones y planos del proyecto. Este proceso debe desarrollarse de manera sistemática y ordenada, tomando como referencia las partidas definidas en el proyecto, con el fin de asegurar la precisión de los cálculos.
- 2) **Análisis de Costos Unitarios.** El análisis de costos unitarios se basa en determinar el costo correspondiente a una unidad de medida de cada partida, definiendo el rendimiento, costo y cantidad de los insumos requeridos. A partir de este desglose, se calcula el costo total sumando los componentes principales del rubro, como materiales, mano de obra y equipos. Para los presupuestos ejecutados bajo

Administración Directa, es obligatorio que los insumos considerados en los análisis de costos unitarios ya contengan el Impuesto General a las Ventas (IGV).

- 3) **Especificaciones técnicas.** Las Especificaciones Técnicas son un documento fundamental porque establecen las normas obligatorias que guían la construcción del proyecto. Por esta razón, cada partida del presupuesto debe considerar y detallar los siguientes puntos: la descripción, el método de ejecución, la calidad de los materiales, los métodos de medición y las condiciones de pago.
- 4) **Relación de insumos.** En el presupuesto por AD, los materiales deben incluirse con su Impuesto General a las Ventas correspondiente. Por el contrario, en los presupuestos por contrata, el IGV debe ser excluido.

2.1.8 **Costos de obra.**

2.1.8.1 **Definición.**

Los términos costo y presupuesto están estrechamente vinculados, ya que el costo es el elemento indispensable para la existencia del presupuesto. En esencia, cuando el costo se aplica a la medición (metrado) de una obra, el resultado es el presupuesto final.

2.1.8.2 **Tipos de costos.**

Los costos en un proyecto se clasifican en dos categorías principales: directos e indirectos.

- a) **Costos directos.** Los costos directos son todos aquellos recursos que están físicamente ligados y son trazables a la ejecución de la obra. Estos se componen específicamente de los gastos de mano de obra, materiales, equipos y las herramientas requeridas para completar el trabajo.

✓ **Costos de mano de obra.** El costo está determinado por:

- El costo hora-hombre es la denominación que recibe el gasto por unidad de

tiempo (una hora) de la mano de obra de un obrero de la construcción civil.

- El rendimiento se refiere a la productividad que puede alcanzar un obrero individual o un grupo de trabajadores (cuadrilla) en un periodo de tiempo determinado, generalmente medido por la cantidad de trabajo ejecutado.
- ✓ **Materiales.** El costo de los materiales se determina o establece con base en los siguientes elementos:
 - Es la medida de cuánto material (en unidades como kg, m, m², etc.) se consume para la realización de la unidad de trabajo a la que está asociado.
 - El precio del material varía según el tipo de ejecución: si el análisis de costos unitarios es para una obra por Contrata, el precio del material no debe incluir el IGV. Por el contrario, si la obra se realiza por Administración Directa, el precio del material debe figurar con el IGV incluido.
- ✓ **Equipos y herramientas.**
 - Equipo. Existen diversos tipos de equipos mecánicos según la naturaleza del proyecto. El análisis del costo de estos equipos se basa en dos parámetros esenciales: el costo de operación y el costo de propiedad. Por otro lado, el costo por hora-máquina se calcula a partir del costo de alquiler por hora del equipo, el cual está influenciado por variables como el tipo y potencia de la máquina, si usa ruedas u orugas, la antigüedad, entre otros factores.
 - Herramientas. Toda obra requiere el uso de herramientas menores (como picos o carretillas). Hoy en día, el costo de estas herramientas se calcula como un porcentaje del costo total de la mano de obra. Este porcentaje queda a criterio del proyectista y usualmente se establece en un rango que oscila entre el 3% y

el 5% del gasto de la mano de obra.

b) **Costos indirectos.** Los costos indirectos agrupan aquellos gastos necesarios para la ejecución del trabajo que, si bien no se imputan directamente a una partida de obra específica, afectan el costo total del proyecto (como seguros o gastos administrativos). Estos costos se estructuran a partir de los Gastos Generales y la Utilidad.

✓ **Gastos generales.** Los Gastos Generales son los costos indirectos en los que incurre el contratista específicamente para poder ejecutar el proyecto. Por definición, estos gastos no pueden ser incluidos dentro del costo directo de la obra. Los Gastos Generales se dividen en dos:

- Gastos Generales Fijos
- Gastos Generales Variables

Gastos generales fijos.

Los costos indirectos no están directamente relacionados con la duración de la ejecución del proyecto. Un ejemplo de estos son los gastos asociados a la elaboración de la propuesta o la compra o alquiler de enseres para el personal administrativo, los cuales son necesarios para el funcionamiento del proyecto, pero no dependen del tiempo que tome su ejecución (Salinas, 2012).

Gastos generales variables.

Estos Gastos Generales tienen una correlación directa con la duración de la obra, lo que implica que su impacto se extiende a lo largo de todo el calendario de ejecución del proyecto. Algunos ejemplos incluyen el salario del equipo técnico en obra y el consumo de energía, todos esenciales para el progreso de la construcción. (Salinas, 2012).

2.1.9 *Uso y manejo del Software DELPHIN EXPRESS BIM 2024*

Delphin Express BIM 2024 es un software integral de carácter profesional, desarrollado

específicamente para la elaboración de costos y presupuestos en proyectos de construcción. La plataforma permite ejecutar diversas tareas dentro de un mismo entorno de trabajo, optimizando los procesos y asegurando resultados con altos niveles de precisión y eficiencia.

El software Delphin Express 2024 permite realizar de manera eficiente la creación, presupuestación y metrización de proyectos. Dispone de diversas funciones que posibilitan la visualización del presupuesto en tiempo real, facilitando así el monitoreo y control del proyecto. Asimismo, su diseño intuitivo permite un uso óptimo tanto por profesionales experimentados como por usuarios que se inician en el ámbito de los costos y presupuestos de obra, ofreciendo una interfaz accesible y funcional que favorece el aprendizaje y la productividad.

Delphin Express 2024 ofrece la posibilidad de generar e imprimir proyectos en diversos formatos, brindando flexibilidad para presentar la información conforme a las necesidades del usuario. Asimismo, la adquisición de una licencia del software permite acceder a asesoría directa por parte de los desarrolladores en caso de requerirse soporte técnico o aclaraciones sobre el producto. Este acompañamiento garantiza una atención continua y facilita la incorporación de mejoras en futuras versiones, manteniendo un canal de comunicación permanente entre los usuarios y el equipo de desarrollo.

El software Delphin Express BIM 2024 facilita la creación de documentación de proyectos de manera rápida y de alta calidad. Su interfaz de usuario y los procesos de cálculo son extraordinariamente rápidos en comparación con otros programas similares. El tiempo necesario para desarrollar un presupuesto y todos sus componentes se puede reducir a pocas horas, aunque esto depende de la cantidad de partidas que incluya el presupuesto para la elaboración del expediente técnico:

a) Inicio y manejo del Software.**✓ Inicio de Software.**

Para iniciar el software, este puede ser abierto desde el acceso directo ubicado en el escritorio o buscándolo en la barra de búsqueda de Windows ingresando su nombre, Delphin Express, y localizando su ubicación de instalación. Al iniciar el programa, se despliega una ventana de inicio (tal como se ilustra en la Figura 7) que contiene los botones de navegación principales. Estos incluyen: Elaboración de Proyectos, Cuaderno de Obra, Control y Seguimiento de Costos, Delphin Office, Reportador de Informes y Delphin Metric. Para la creación de costos y presupuestos, se debe seleccionar el botón Elaboración de Proyectos, que corresponde a la funcionalidad requerida.

Figura 7: *Ventana de inicio*

Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

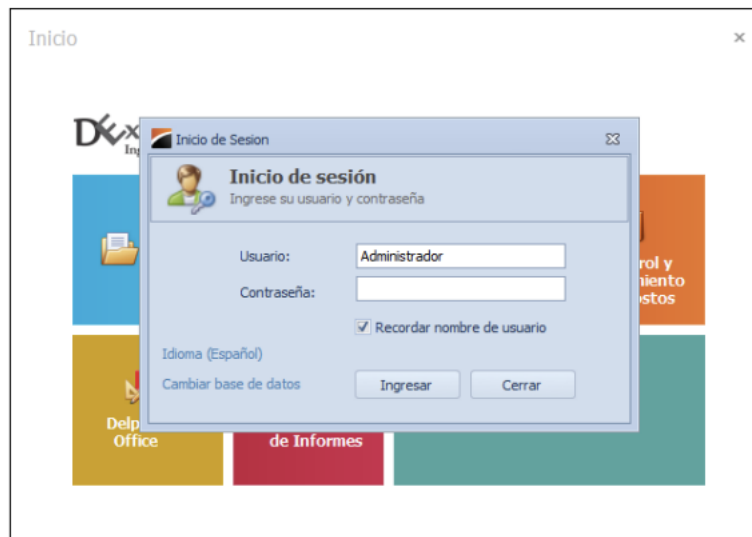
Al seleccionar la opción Elaboración de Proyectos, el sistema inmediatamente solicita un “Inicio de Sesión”. Es necesario ingresar el usuario y la contraseña para acceder a todas las

funcionalidades que se muestran en la Figura 8. Las credenciales de acceso por defecto en el software son:

Usuario: Administrador

Contraseña:1234

Figura 8: *Inicio de sesión*



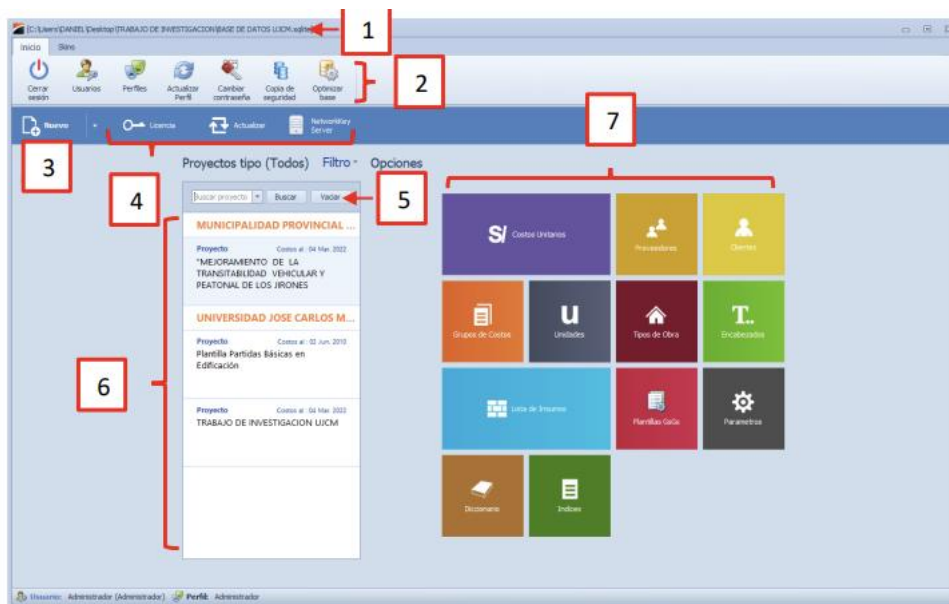
Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

Una vez que se ha accedido al sistema, el usuario tiene la opción de modificar tanto el usuario como la contraseña predeterminada.

✓ **Manejo del Software.**

Una vez que el programa ha iniciado, y antes de poder comenzar con la creación de un nuevo proyecto, el sistema desplegará una ventana de acceso, la cual se visualiza en la Figura 9.

Figura 9: Menú de inicio principal del programa Delphin Express



Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

En el menú Inicio se visualizan las distintas herramientas que ofrece el programa. Para su correcta aplicación, a continuación, se detallará brevemente la función de cada una de ellas:

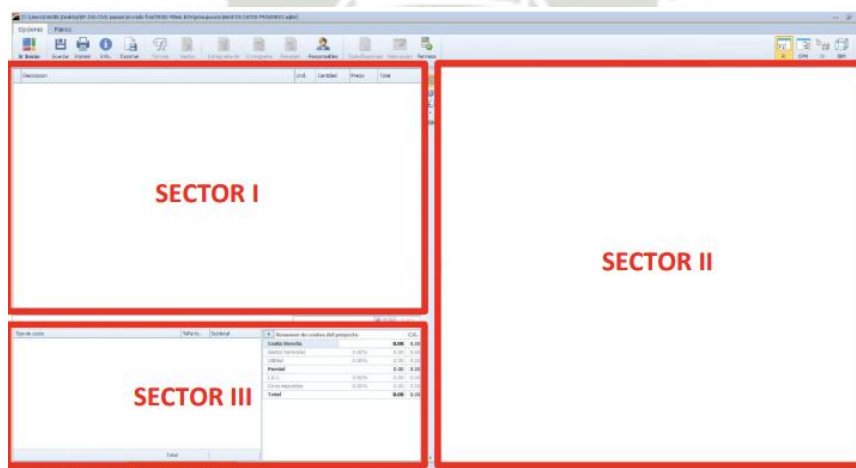
- 1) Esta herramienta muestra la ubicación exacta y el nombre de la base de datos que se está utilizando en ese momento.
- 2) Los botones de inicio incluyen todas las herramientas para la administración de la sesión y la base de datos. Estas funcionalidades son: cerrar sesión, gestión de usuarios y perfiles, opción para actualizar perfiles, cambiar contraseña, crear copias de seguridad y optimizar la base de datos.
- 3) Este botón nos permite crear un proyecto desde cero y a su vez, importar presupuestos en diversos formatos, incluyendo archivos SQL y plantillas preexistentes. Además, integra utilitarios esenciales como el cálculo de ladrillos por metro cuadrado, el diseño de mezclas y un conversor de unidades, que se detallan

a continuación.:

- 4) Estos botones permiten al usuario verificar información crucial del sistema, como la vigencia de la licencia, la disponibilidad de actualizaciones para el software, y la configuración del servidor de clave de red (network key server).
- 5) Este botón activa la función de búsqueda, permitiendo al usuario localizar proyectos rápidamente con solo ingresar el nombre deseado en el recuadro de búsqueda.
- 6) Esta función muestra en pantalla el listado completo de todos los proyectos que se encuentran almacenados en la base de datos actual.
- 7) Esta sección centraliza las herramientas que permiten crear y personalizar la base de datos del proyecto. Aquí es donde se pueden generar los costos unitarios, las listas de insumos, definir unidades de medida, configurar las planillas de gastos generales, establecer encabezados, clasificar tipos de obras, y gestionar la información de clientes, entre otras opciones.

Al crear o abrir un proyecto, el programa nos presenta una ventana de trabajo cuya interfaz se divide en tres subventanas o secciones principales, tal como se muestra en la Figura 10:

Figura 10: Ventana principal del programa Delphin Express



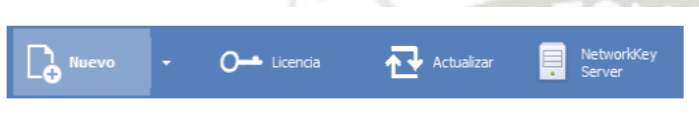
Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

b) Elaboración de Proyectos con Delphin Express.

✓ Elaboración de un nuevo Proyecto.

Existen varias formas de crear un proyecto. Un método es hacer clic en el botón "Nuevo", lo que desplegará una lista de opciones (como se ve en la Figura 11) para iniciar un nuevo proyecto. El primer paso es acceder a la pestaña "Nuevo" ubicada en la barra de menú principal.:

Figura 11: Creación de nuevo proyecto

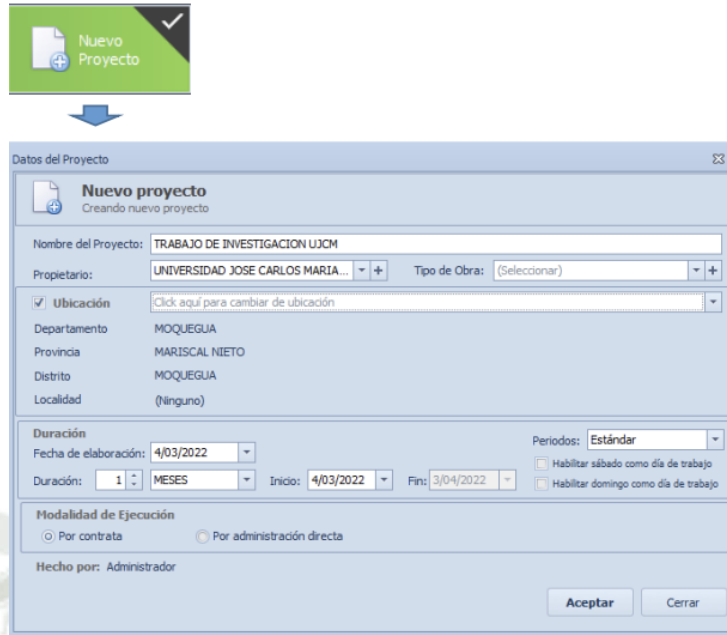


Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

Lo cual nos ofrece la opción de crear un nuevo proyecto según diversas necesidades: Se pueden crear proyectos a partir de nuevo proyecto, importar datos de fuentes externas, generar una copia de un proyecto ya creado, utilizar una plantilla base, tener presupuestos desde el servidor SQ, establecer plantillas personalizadas.

- Creación de un nuevo Proyecto.

Para crear un nuevo proyecto, es necesario hacer clic en el botón Nuevo Proyecto, que aparece al ingresar al programa después de abrirlo, tal como se muestra en la figura correspondiente. Al seleccionar este botón, se abrirá una nueva ventana en la que se deben ingresar los datos del proyecto, tales como el nombre del proyecto, el propietario, el tipo de obra, la ubicación geográfica, la duración de la obra, la modalidad de ejecución, entre otros detalles importantes.

Figura 12: *Nuevo proyecto y datos del proyecto*

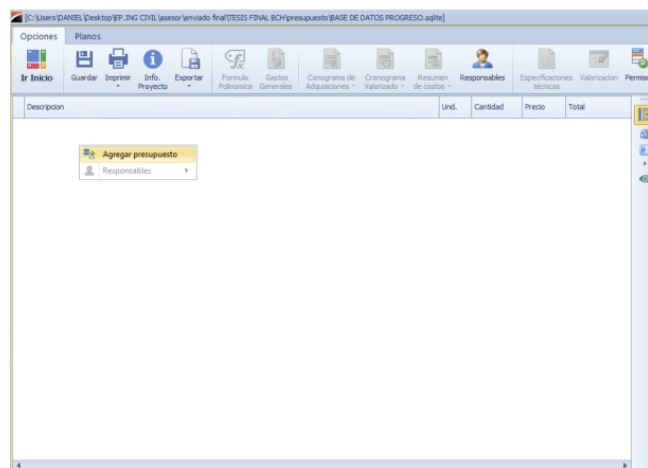
Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

- Creación de los Títulos, Sub-Títulos y Partidas.

Para organizar y crear la jerarquía del presupuesto —incluyendo los títulos, subtítulos y partidas— se hará uso de los tres sectores (I, II y III) mostrados en la Figura 13. La función de cada uno de estos sectores en la elaboración del presupuesto ya ha sido descrita previamente.

La creación de la estructura del presupuesto (es decir, los títulos, subtítulos y partidas) se realiza exclusivamente dentro del Sector I. Para iniciar, debe hacer clic derecho en la pantalla del Sector I y luego seleccionar la opción "Agregar presupuesto", como se ilustra en la figura que sigue.:

Figura 13: Creación de título, subtítulos del presupuesto

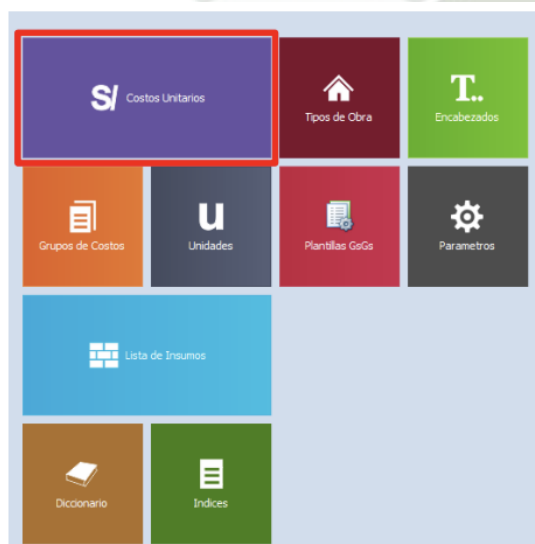


Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

✓ **Elaboración de los Análisis de Costos Unitarios.**

Para iniciar la elaboración de los análisis de costos unitarios (ACU), el primer paso es hacer clic en el botón denominado "Costos Unitarios", el cual se halla en el menú principal del programa, tal como se muestra en la figura adjunta.

Figura 14: Creación de los costos unitarios

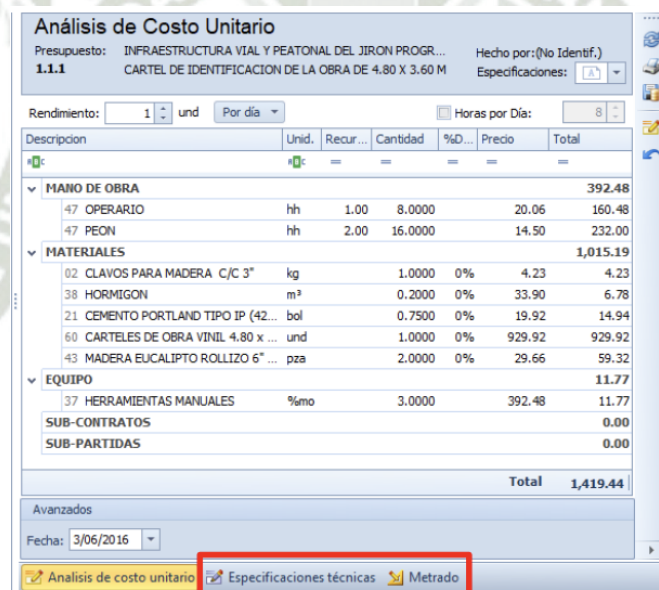


Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

✓ **Elaboración de Metrados, Especificaciones Técnicas.**

Para la elaboración de los metrados y las especificaciones técnicas, es necesario ubicar las pestañas correspondientes dentro del entorno del software, tal como se muestra en la Figura 15. En esta sección también se incluye el módulo de análisis de costos unitarios. En la parte inferior de la interfaz se presentan tres pestañas principales: Análisis de costos unitarios, Especificaciones técnicas y Metrados. El acceso a cada una de ellas se realiza haciendo clic sobre la pestaña correspondiente.

Figura 15: Creación de las especificaciones técnicas y metrados

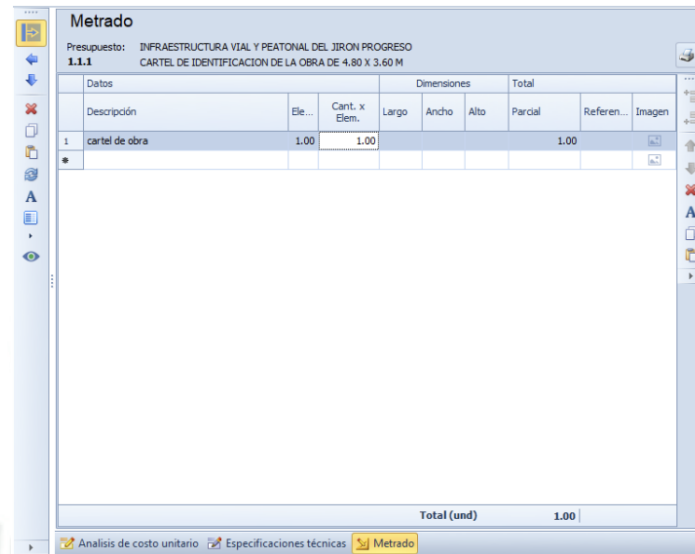


Descripcion	Unid.	Recur...	Cantidad	%D...	Precio	Total
MAÑO DE OBRA						
47 OPERARIO	hh	1.00	8.0000		20.06	160.48
47 PEGON	hh	2.00	16.0000		14.50	232.00
MATERIALES						
02 CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		1.0000	0%	4.23	4.23
38 HORMIGON	m³		0.2000	0%	33.90	6.78
21 CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42...	bol		0.7500	0%	19.92	14.94
60 CARTELES DE OBRA VINIL 4.80 x ...	und		1.0000	0%	929.92	929.92
43 MADERA EUCALIPTO ROLLIZO 6" ...	pza		2.0000	0%	29.66	59.32
EQUIPO						
37 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000		392.48	11.77
SUB-CONTRATOS						0.00
SUB-PARTIDAS						0.00
Total						1,419.44

Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

1) Elaboración de metrados y especificaciones técnicas

Al acceder a la pestaña "Metrado", el sistema nos mostrará la siguiente ventana o interfaz de trabajo:

Figura 16: *Elaboración de los metrados*

Datos		Dimensiones			Total			
Descripción	Ele...	Cant. x Elem.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Referen...	Imagen
1 cartel de obra	1.00	1.00				1.00		

Total (und) 1.00

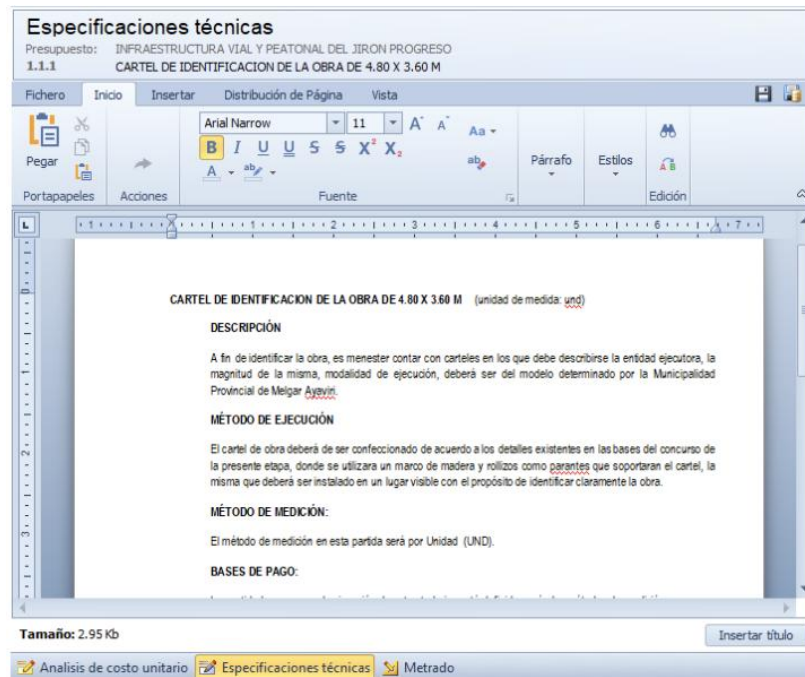
Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

La ventana del software presenta una plantilla de metrado prediseñada en la que se muestran tanto el nombre de la partida como la numeración correspondiente a su ítem. Esta configuración permite asignar los metrados de forma directa y ordenada, optimizando así el proceso de elaboración de metrados para el proyecto.

Cabe destacar que el formato de metrado se encuentra preestablecido, por lo que únicamente es necesario registrar los datos solicitados, tales como la descripción, los elementos involucrados, la cantidad por elemento y las dimensiones correspondientes (largo, alto, ancho, entre otras).

En lo referente a la creación de las Especificaciones Técnicas, al acceder a la pestaña respectiva, el programa despliega una nueva ventana, como se observa en la siguiente figura.:

Figura 17: *Elaboración de especificaciones técnicas*



Nota. Adaptado de Delphin Express 2024

2.1.10 **Automatización**

2.1.10.1 **Concepto**

La automatización se define como la integración de sistemas informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención humana. Si bien su aplicación más común se encuentra en la optimización de procesos dentro de plantas industriales, su alcance se ha extendido a diversos contextos, tales como instalaciones deportivas, explotaciones agrícolas e infraestructuras urbanas, contribuyendo significativamente a la eficiencia operativa y al control de procesos.

2.1.10.2 **Automatización de procesos**

La automatización de procesos se refiere al uso de software y tecnologías orientadas a optimizar y ejecutar tareas de manera sistemática con el fin de alcanzar objetivos organizacionales

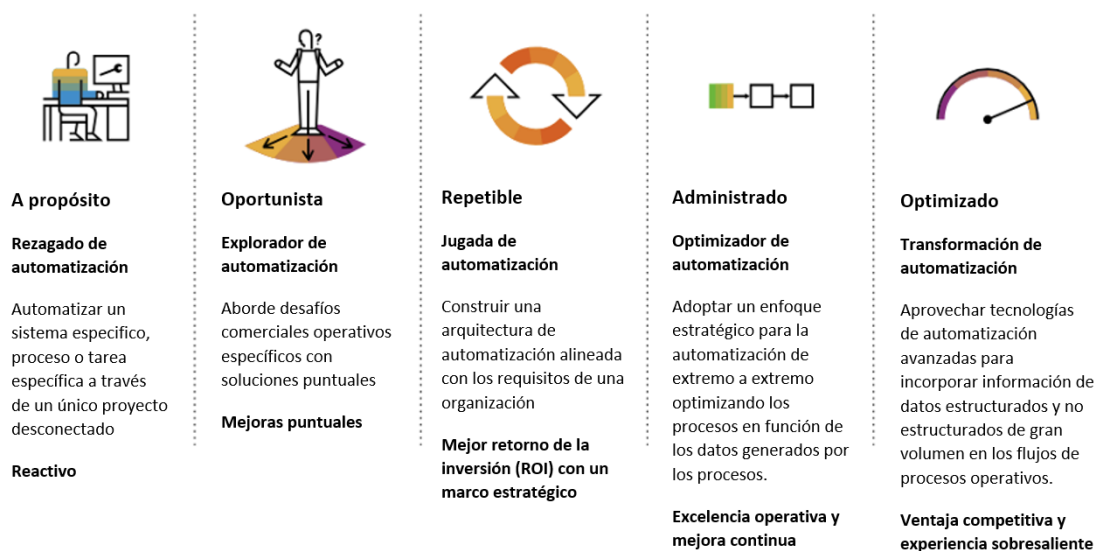
específicos. Entre estos objetivos se incluyen la producción de bienes, la gestión de recursos humanos —como la contratación e integración de personal—, así como la prestación eficiente de servicios. Este enfoque permite reducir la intervención manual, aumentar la precisión de los procesos y mejorar la productividad general de las organizaciones.

En sus primeras etapas, el BPM (Gestión de Procesos de Negocio) se consideraba un componente independiente dentro del marco general de gestión de procesos, mientras que el BPA (Automatización de Procesos Empresariales) se enfocaba en mejorar la productividad del back-end mediante la ejecución de tareas repetitivas y que requerían mucho tiempo. Sin embargo, con el tiempo, el BPA ha evolucionado más allá de ser solo un elemento del BPM, convirtiéndose en el motor que lo impulsa y en una piedra angular de cualquier estrategia de transformación digital.

La transformación digital, impulsada por tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (machine learning), ha ampliado enormemente el alcance y la escalabilidad de la automatización de procesos empresariales. Las soluciones de BPA actuales pueden integrarse tanto en aplicaciones de back-end como de front-end, optimizando procesos en áreas como cadenas de suministro, recursos humanos, finanzas y servicio al cliente, entre otras. (SAP, 2022)

La siguiente figura (Figura 18) muestra las etapas de la automatización de procesos de negocios, donde es importante marcar una trayectoria desde el rezago de la automatización, la exploración de la automatización, el inicio, la optimización y la transformación de esta.

Figura 18: Las etapas de la automatización de procesos de negocio.



Nota. Adaptado de *¿Qué es la automatización de procesos?, por SAP. (2022)*

2.1.10.3 Beneficios de la automatización de procesos de negocio

Los principales motivos que impulsan la automatización de procesos se encuentran directamente relacionados con las ventajas evidentes que ofrece en términos de mayor eficiencia, velocidad, agilidad e innovación. Entre estos beneficios se destacan los siguientes:

- ✓ La automatización facilita la creación de estructuras organizacionales que son, en general, más rápidas para responder a los cambios (ágiles) y más resistentes a las interrupciones (resilientes).
- ✓ Se logran operaciones mucho más eficientes, lo que se traduce en tiempos de ciclo reducidos y altas tasas de acierto a la primera (eliminando errores iniciales).
- ✓ El cumplimiento normativo mejora significativamente gracias a que los registros y el monitoreo de los datos son mucho más visibles y fáciles de rastrear
- ✓ Se consigue una reducción significativa de la carga de trabajo asociada a procesos que son inherentemente lentos y manuales.

- ✓ La automatización facilita la colaboración inmediata en todos los niveles de la organización. Esto fomenta el trabajo en equipo y, en consecuencia, aumenta el éxito y la satisfacción de los empleados.
- ✓ La automatización resulta en una mejora tangible en la calidad del servicio al cliente y una reducción considerable en los tiempos de respuesta.

Las innovaciones de producto surgen del uso de nuevos conocimientos o tecnologías, o de la combinación novedosa de los ya existentes. El término "producto" abarca tanto bienes como servicios. Por lo tanto, una innovación de producto implica la introducción de bienes y servicios completamente nuevos o la aplicación de mejoras funcionales significativas a los ya ofrecidos.

Una innovación de proceso implica implementar un método nuevo (de producción o distribución) o mejorar drásticamente uno actual. Esto a menudo incluye la adopción de nuevas técnicas, equipos o software. El objetivo principal de estas innovaciones es reducir los costos, aumentar la calidad, o facilitar la producción y distribución de productos nuevos o mejorados.

Los métodos de producción comprenden el conjunto de técnicas, herramientas y software empleados para la creación de bienes o la prestación de servicios. La incorporación de nuevas tecnologías, como la implementación de equipos automatizados en líneas de producción o la utilización de programas de diseño asistido por computadora (CAD) en el desarrollo de productos, constituye un ejemplo de innovación en los métodos de producción, orientada a optimizar la eficiencia, la precisión y la calidad de los resultados.

Una innovación comercial implica implementar un método de comercialización completamente nuevo o uno que suponga una mejora significativa en áreas clave como el diseño o la presentación del producto, su posicionamiento en el mercado, su promoción o su precio.

Las innovaciones comerciales tienen como principal objetivo satisfacer las necesidades de

los clientes, apertura de nuevos mercados, o reposicionar un producto de la empresa en el mercado, para incrementar sus ventas.

Una innovación organizativa Una innovación organizativa implica la adopción de un nuevo método de organización que afecta las prácticas empresariales, la estructuración del trabajo o las relaciones externas de la empresa. Su principal objetivo es mejorar el desempeño organizacional a través de la reducción de costos administrativos o de transacción, el aumento de la satisfacción laboral y, por ende, de la productividad, el acceso a recursos intangibles como el conocimiento externo no codificado, o la disminución de costos de abastecimiento.

Lo que distingue a una innovación organizativa de otros cambios dentro de la empresa es la implementación de un método organizativo completamente nuevo en alguno de estos ámbitos. Este método debe ser inédito para la organización y provenir de decisiones estratégicas tomadas por la dirección.

2.2 Definición de términos básicos.

- ✓ **Cambio en presupuesto:** Se refiere a la posibilidad de modificar la distribución del dinero asignado a la Autoridad de Cambio según las solicitudes de cambio autorizadas. Esto permite ajustar los recursos económicos en función de las necesidades que surjan durante el desarrollo del proyecto.
- ✓ **Resultado:** es el producto de las de las actividades emprendidas con fines a lograr un cambio.
- ✓ **Transportabilidad:** Se refiere a la facilidad con la que un software puede ser ejecutado en diferentes computadoras o sistemas operativos sin necesidad de modificaciones importantes.

- ✓ **Software:** Son programas informáticos diseñados para realizar tareas específicas dentro de un ordenador. Incluye sistemas operativos, aplicaciones, navegadores de internet, juegos, entre otros.
- ✓ **Backup:** Es el proceso de realizar copias de seguridad de la información almacenada en dispositivos electrónicos. La palabra proviene del inglés "back up" y se utiliza para garantizar la protección y recuperación de datos en caso de pérdida o falla.
- ✓ **Tiempo real:** Describe un sistema que puede procesar y ofrecer una respuesta a la información casi tan rápido como esta es introducida. Si bien la duración del procesamiento puede variar, su característica fundamental es la capacidad de respuesta inmediata.
- ✓ **Proyecto:** Es un conjunto de archivos que definen el diseño de una estructura o plan antes de su ejecución.

3 Análisis de Antecedentes Investigativos

3.1 Internacional

1. Título: “PLANIFICACIÓN DE UN PROYECTO BASADO EN EL ESTÁNDAR DE LA GUÍA PMBOK® V6 DEL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI®) DE UNA PLATAFORMA WEB DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS EN LOS PROYECTOS.”

Autor: Michelle Estefanía Araujo Torres, Liliana Elizabeth Chaglla Rodríguez

Entidad: Universidad de las Americas, Ecuador

Grado: Maestría en gestión de proyectos

Año de publicación: 2023

Aporte de la tesis: El proceso comienza con un análisis del entorno mediante una matriz PESTE. A este le sigue un examen de la industria del software utilizando las cinco fuerzas de Porter y un análisis FODA (DOFA) para evaluar los factores internos y externos clave de la empresa, estableciendo su estado actual y sus proyecciones futuras. Luego, se realiza un análisis económico para determinar la oferta y la demanda, y un análisis financiero para confirmar la viabilidad del proyecto. (Araujo Torres & Chaglla Rodriguez, 2023)

En cuanto a la estructura del documento, los capítulos tres y cuatro se centran en los procesos de inicio y planificación de cada área de conocimiento, siguiendo las mejores prácticas del PMBOK®. Esto define el método de implementación de la plataforma web para lograr una mejor gestión del proyecto. (Araujo Torres & Chaglla Rodriguez, 2023)

2. Título: “Formulación del proyecto Botanika Bio-Park bajo los lineamientos del PMBOK 5ta edición.”

Autor: María Alejandra Quintana García, Jeisson David Núñez Lara

Entidad: Universidad Católica de Colombia

Grado: Maestría en Gerencia

Año de publicación: 2018

Aporte de la tesis: A partir del análisis financiero, se concluye que la implementación de la guía del PMBOK es fundamental. La investigación demuestra que esta guía facilita una correcta planificación y ejecución del proyecto, evitando la dependencia de presupuestos preestablecidos, ya que cada proyecto es único. (Quintana Garcia & Nuñez Lara, 2018)

Para una efectiva planificación de costo y tiempo, es crucial conocer los valores actuales y generar cuadros comparativos. Esto permite evaluar la relación beneficio-costos de cada proponente, asegurando la selección del más idóneo y eficiente. Como confirma el análisis financiero, el margen de ganancia es superior cuando se aplican los parámetros de la guía PMBOK al proceso de ejecución. (Quintana Garcia & Nuñez Lara, 2018)

3.2 Nacional

1. Título: “Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar DUPLO para optimizar el costo establecido”

Autor: Chirinos Santander, Lizett Rosario

Pecho Llacta, Julio Cesar

Entidad: Universidad Peruana de ciencias aplicadas

Grado: Maestría en dirección de la construcción

Año de publicación: 2019

Aporte de la tesis: La implementación de la metodología BIM en el Proyecto Duplo fue esencial para identificar y resolver todas las interferencias entre las distintas especialidades antes de que iniciara la construcción en el terreno. Este proceso se llevó a cabo mediante reuniones

colaborativas (o ICE Sessions) lideradas por el BIM Manager, asegurando que cada participante conociera su función. Al evaluar los resultados finales, la aplicación de la metodología BIM arrojó un resultado favorable para nuestro proyecto (Chirinos Santander & Pecho Llacta, 2019).

2. Título: “Implementación de la metodología BIM en el proyecto de infraestructura pública: instalación del Centro Rural de Formación en Alternancia Agoiganaera Maganero de la Comunidad de Shimaá, Distrito de Echarate, La Convención - Cusco”

Autor: Eduardo Bryans Cusirimay Centeno

Entidad: Universidad Continental

Grado: Ingeniería civil

Año de publicación: 2022

Aporte de la tesis: La investigación concluye que la adopción de la metodología BIM genera un impacto económico favorable. Los resultados demuestran que la cuantificación de metrados es hasta un 18.53% más precisa que la obtenida manualmente para este proyecto. Esta exactitud influye directamente en los costos directos de la obra, pues al contar con metrados reales, la compra de materiales se optimiza, minimizando los desperdicios y evitando la adquisición de insumos que terminarían como saldos. (Cusirimay Centeno, 2022)

4 Operacionalización de Variables.

4.1 Variables.

- ✓ Variable 1: Integración de la Metodología BIM y el Software Delphin Express

La integración de la Metodología de Modelado de Información de Construcción (BIM) y el Software Delphin Express representa un avance significativo en la gestión de proyectos de construcción. BIM proporciona un modelo tridimensional que abarca no solo la geometría del edificio, sino también información detallada sobre los materiales, costos y tiempos de ejecución. Por otro lado, Delphin Express es un software especializado en la elaboración de presupuestos y el control de costos en proyectos de construcción. La combinación de ambas herramientas permite a los profesionales del sector optimizar los procesos de planificación y ejecución, facilitando la toma de decisiones informadas y mejorando la eficiencia operativa. A través de la integración de BIM y Delphin Express, se busca alcanzar una mayor coherencia y sincronización entre los diferentes aspectos de un proyecto, lo que resulta en una gestión más eficaz de los recursos y tiempos disponibles.

- ✓ Variable 2: Automatización de la Gestión de Costos bajo el Enfoque PMBOK

La automatización de la gestión de costos es un componente crítico en la planificación y ejecución de proyectos de construcción, especialmente bajo el enfoque del Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Este enfoque establece un marco estructurado para la gestión de proyectos, centrándose en la planificación, ejecución y control de los costos asociados a cada fase del proyecto. La automatización permite una mayor precisión en la estimación de costos, reduce los tiempos de respuesta en la generación de informes y facilita el seguimiento continuo del presupuesto. Al implementar un modelo de automatización que alinea la gestión de costos con las prácticas recomendadas del PMBOK, se busca mejorar la capacidad de respuesta ante desviaciones

presupuestarias y aumentar la satisfacción de los stakeholders mediante una gestión más transparente y eficiente.

4.2 Dimensiones.

4.2.1 *Dimensiones de la integración de la Metodología BIM y el Software Delphin Express*

- ✓ Uso de la metodología BIM
- ✓ Uso del software Delphin Express

4.2.2 *Dimensiones de la automatización de la Gestión de Costos, bajo el Enfoque PMBOK*

- ✓ Proceso de automatización
- ✓ Gestión de costos



4.3 Cuadro de operacionalización de variables

	Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	¿Cómo se calcula?
Independiente	Integración de la Metodología BIM y el Software Delphin Express	BIM proporciona un modelo tridimensional que abarca no solo la geometría del edificio, sino también información detallada sobre los materiales, costos y tiempos de ejecución. Por otro lado, Delphin Express es un software especializado en la elaboración de presupuestos y el control de costos en proyectos de construcción. La combinación de ambas herramientas permite a los profesionales del sector optimizar los procesos de planificación y ejecución, facilitando la toma de decisiones informadas y mejorando la eficiencia operativa	Uso de la metodología BIM	Nivel de implementación de BIM en proyectos	Cuestionarios
				Herramientas BIM utilizadas (software específico).	Listado de herramientas BIM
			Uso del Software Delphin Express	Funcionalidades del software utilizadas en la gestión de costos.	Registro de uso de funcionalidades
				Frecuencia de uso del software en proyectos de construcción	Registro de uso de frecuencia
Dependiente	Automatización de la Gestión de Costos bajo el Enfoque PMBOK	La automatización de la gestión de costos es un componente crítico en la planificación y ejecución de proyectos de construcción, especialmente bajo el enfoque del Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Este enfoque establece un marco estructurado para la gestión de proyectos, centrándose en la planificación, ejecución y control de los costos asociados a cada fase del proyecto	Proceso de automatización	<ul style="list-style-type: none"> - Grado de automatización en la elaboración del presupuesto. - Tiempo de respuesta en la generación de informes de costos. - Precisión de los costos estimados en comparación con los reales 	Matriz de Evaluación de Automatización
			Gestión de costos	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplimiento de los presupuestos iniciales. - Frecuencia de ajustes presupuestales. 	Comparación de Presupuestos vs. Costos Reales



CAPÍTULO II METODOLOGÍA

1 Metodología de la investigación

1.1 Tipo de investigación:

Aplicada ya que busca generar conocimientos con un propósito práctico y resolver problemas específicos. En este caso, se trata de desarrollar un modelo de automatización de la gestión de costos bajo el enfoque PMBOK, aplicando herramientas como BIM y Delphin Express en proyectos de construcción (Nicomedes, 2018)

1.2 Nivel de investigación:

Descriptivo – Explicativo:

El nivel explicativo va más allá de la simple descripción, ya que busca identificar las causas o razones de ciertos fenómenos y establecer relaciones causales entre variables. Su propósito es explicar por qué ocurren los fenómenos y en qué condiciones se dan. (Baptista, Fernández, & Hernández, 2014)

La presente investigación en el primer objetivo específico, se pretende identificar las necesidades de automatización en la industria de la construcción y la percepción de los profesionales sobre el uso de BIM y Delphin Express. Esto encaja en el nivel descriptivo porque se caracterizará el estado actual de estas prácticas y su aceptación en el sector. También se describirá cómo se integran las herramientas tecnológicas en la gestión de costos bajo el enfoque PMBOK.

Mientras que en el segundo y tercer objetivo específico, se pretende analizar las oportunidades para mejorar la gestión de costos y tiempos mediante la integración de BIM y Delphin Express, y validar un modelo de automatización. Este nivel es explicativo porque no solo

se describirá el fenómeno, sino que se explicará cómo la integración de BIM y Delphin Express influye en la mejora de la gestión de costos bajo PMBOK

La investigación se desarrollará en base a un diseño no experimental, afirman (Baptista, Fernández, & Hernández, 2014) que “son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para luego analizarlos” (p.152).

Esquema: Variable 1 \longrightarrow Variable 2

Leyenda:

V1 (independiente): Integración de la Metodología BIM y el Software Delphin Express

V2 (dependiente): Automatización de la Gestión de Costos bajo el Enfoque PMBO

R: Relación entre la variable V1 y V2

1.3 Enfoque de la investigación:

Mixto, Hernández, et al., (2014) menciona que el enfoque mixto combina elementos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación, se usa cuando la investigación necesita tanto describir un fenómeno en profundidad como medir su impacto o relaciones. Este enfoque permite obtener una visión más integral del problema estudiado al combinar la profundidad del análisis cualitativo con la objetividad y precisión del cuantitativo.

2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

2.1 Técnicas de recolección de datos:

- Encuestas
 - ✓ Descripción: Se utilizarán encuestas estructuradas para recoger datos de los profesionales de la construcción sobre sus percepciones respecto a la metodología BIM y el software Delphin Express, así como sobre sus necesidades de automatización en la gestión de costos.
 - ✓ Instrumento: Cuestionario con preguntas cerradas y de opción múltiple.
- Observación Directa
 - ✓ Descripción: Se realizarán observaciones directas en proyectos de construcción donde se utilice la metodología BIM y el software Delphin Express para identificar los procesos actuales de gestión de costos y las oportunidades de mejora.
 - ✓ Instrumento: Registro de observaciones estructurado.

2.2 Instrumentos de Recolección de Datos

- Cuestionario
 - ✓ Contenido: Preguntas sobre la experiencia del usuario con BIM y Delphin Express, la percepción de las herramientas y las necesidades de automatización en la gestión de costos.
 - ✓ Formato: Escala de Likert, preguntas cerradas y abiertas.

2.2.1 *Cuestionario por método Delphi*

El uso del Método Delphi se origina en investigaciones que requieren la opinión consensuada de un grupo de expertos. Estos especialistas son seleccionados previamente por sus conocimientos, experiencia y características relevantes para alcanzar los objetivos del estudio.

Además, el método Delphi se aplica comúnmente para la resolución de problemas, la generación de ideas y el establecimiento de prioridades.

2.2.1.1 **Objetivos del cuestionario**

Con esta aplicación se busca identificar el estado actual de las constructoras en Cusco respecto a la implementación de metodologías de gestión, a la inclusión de la innovación tecnología y automatización dentro de sus procesos.

Se pretende comprobar la pertinencia y necesidad del resultado de esta investigación para la industria de la construcción, con el fin de contribuir desde el enfoque innovador a la mejora de procesos presupuestales.

2.2.1.2 **Selección de los participantes**

Se seleccionaron profesionales relacionados con el campo de la construcción, con experiencias laborales en distintas fases de los proyectos constructivos, como lo son la gerencia de proyectos, diseño, presupuestación, programación, construcción y demás.

Las personas que fueron seleccionadas habitan en el momento de la encuesta en la ciudad de Bogotá y trabajan en distintas compañías constructoras de vivienda, de pequeño y gran tamaño.

2.2.1.3 **Aplicación de la encuesta**

La encuesta aplicada contiene preguntas de identificación de las características de la muestra poblacional, preguntas de sondeo para identificar el estado del encuestado con respecto al tema de la investigación. También contiene preguntas de tema, que son aquellas que introducen al encuestado en los temas más específicos de la investigación.

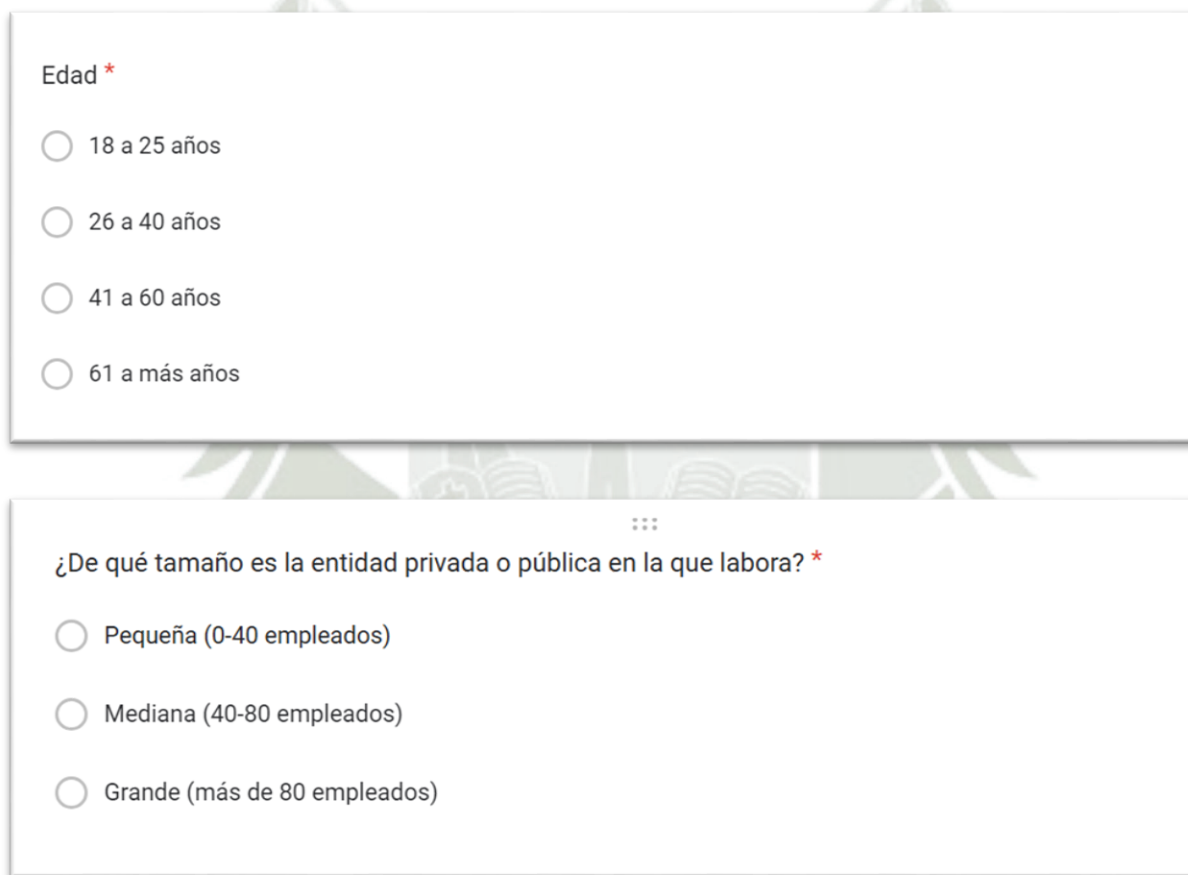
Finalmente se desarrollaron unas preguntas de diagnóstico, para concluir el estado actual de la inclusión de términos como la automatización de procesos e implementación de metodologías

de gestión en la industria de la construcción con enfoque presupuestal.

2.2.1.4 Preguntas de la encuesta

La siguiente figura (Figura 19) es tomada de la aplicación de Google Forms por donde se compartió la encuesta a los participantes para su correspondiente respuesta

Figura 19. Preguntas de la encuesta



Edad *

- 18 a 25 años
- 26 a 40 años
- 41 a 60 años
- 61 a más años

...

¿De qué tamaño es la entidad privada o pública en la que labora? *

- Pequeña (0-40 empleados)
- Mediana (40-80 empleados)
- Grande (más de 80 empleados)

Actividad donde labora *

- Diseño
- Construcción
- Supervisión de obra
- Contratista
- Proveedor de insumos

¿El lugar donde labora se encuentra implementando alguna de las siguientes metodologías de gestión? *

- BIM
- Lean Construction
- IDP
- VDC
- Otro

Desde el enfoque presupuestal, ¿Considera que el lugar donde labora tiene un proceso de generación y control presupuestal eficiente? *

- SI
- NO

Desde el enfoque presupuestal, ¿Considera que es viable y necesario generar la automatización del proceso de generación y control presupuestal? *

- SI
- NO

Desde el enfoque Gerencial ¿Considera que su centro de trabajo limita la inversión de recursos a la automatización e innovación tecnológica? *

- SI
- NO

¿Estaría dispuesto a capacitarse en metodologías de gestión, procesos de automatización, plataformas tecnológicas innovadoras para generar una eficiencia en el consumo de recursos? *

- SI
- NO

Nota. Elaboración propia

2.2.2 *Formato para el plan de gestión de costos según la guía PMBOK*

- ✓ La Planificación de la Gestión de los Costos es la fase donde se elabora la estrategia que se utilizará para administrar todos los costos a lo largo del proyecto. A continuación, se presenta la guía detallada de este Plan de Gestión de Costos:

Tabla 4. *Instructivo del plan de gestión de costos*

	INSTRUCTIVO Nro 01-2024	Código: AA - I -
	PLAN DE GESTION DEL COSTO	01- 2024
Estimar los costos	<p>La técnica principal que se utilizará es la base de datos de la empresa. Esta base contiene la información histórica de costos de proyectos anteriores, incluyendo los gastos detallados de mano de obra, materiales, herramientas y los análisis de costos unitarios (ACU). El resultado de aplicar esta técnica será la obtención de las estimaciones de costos para las actividades del proyecto actual.</p>	
Determinar el presupuesto	<p>Las herramientas y técnicas son:</p> <p>Línea base del proyecto: Se contemplará la suma de los costos directos , gastos generales y reserva de contingencia</p> <p>Análisis de reserva: Se agregará dos tipos de reserva, la reserva de contingencia, la cual se usara para riesgos identificados en la gestión de riesgos realizados para cada proyecto y la reserva de gestión que se usara para contingencias no previstas en el proyecto y que lo determinara la empresa (%)</p>	

Presupuesto total: El cual será determinado como la suma de la línea base del proyecto, utilidad, IGV y la reserva de gestión.

Unidades de
medida

Todos los costos serán expresados en soles (S/)

Para el control presupuestal se hará el uso de dos indicadores base a los indicadores que se menciona en la guía PMBOK , los indicadores que se usaron fueron los siguiente:

CPI (Índice de Desempeño del Costo)

Medida de eficiencia en función de los costos de los recursos presupuestados expresada como la razón entre el valor ganado y el costo real)

Control
presupuestal

$$CPI = EV / AC$$

- . Si el valor es mayor a 1 significa que se está haciendo uso eficiente de recursos
- . Si el valor es menor a 1 significa que se está haciendo uso deficiente de los recursos
- . Si el valor es igual a 1 significa que se está cumpliendo con el presupuesto del proyecto

-SPI (Índice de desempeño del Cronograma)

Medida de eficiencia del cronograma que se expresa como la razón entre el valor ganado y el valor planificado)

$$SPI = EV / PV$$

. Si el valor es mayor a 1 significa que se está haciendo uso eficiente del tiempo de ejecución (adelantado)

. Si el valor es menor a 1 significa que se está haciendo uso deficiente del tiempo de ejecución (atrasado)

. Si el valor es igual a 1 significa que se está cumpliendo con el tiempo de ejecución del proyecto

Para dichos índices es necesario tener los siguientes valores:

- EV (Valor Ganado)

Este concepto representa la cantidad de trabajo que ha sido completada hasta la fecha, expresada no en unidades físicas, sino en términos del presupuesto original que se había autorizado para ejecutar esa labor..

- AC (Costo Real)

El Costo Real (AC) es el gasto total efectivo que se ha incurrido para llevar a cabo una actividad específica durante un período de tiempo.

- PV (Valor Planificado)

Presupuesto autorizado que ha sido asignado al trabajo planificado.

PROBADO POR:

REVISADO POR:

VALIDADO

POR:

Nota. Elaboración propia

- ✓ El proceso de Estimar los Costos consiste en aproximar el valor monetario necesario para ejecutar cada actividad dentro del proyecto. El resultado de esta estimación debe ser registrado en el formato de tabla que se presenta a continuación.

Tabla 5. *Formato para cuerpo de presupuesto*

DETERMINAR EL PIE DE PRESUPUESTO						
PROYECTO						
PROPIETARIO						
UBICACIÓN						
FECHA DEL PROYECTO						
Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Precio	Total	

Nota. Elaboración propia

- ✓ El proceso de determinar el presupuesto se estructura completamente en función de la modalidad de ejecución de la obra. Las principales modalidades son:
 - La ejecución de la obra bajo la modalidad de Contrata debe realizarse en estricto cumplimiento de la Ley de Contrataciones del Estado y su reglamento vigente. El resumen del presupuesto debe estructurarse conforme a la información requerida en el Anexo 6. Es crucial notar que, para calcular el Costo Directo en esta modalidad, los insumos se consideran sin incluir el IGV, ya que este impuesto se añade posteriormente en el pie del Presupuesto de Ejecución.
 - Bajo la modalidad de Administración Directa, la Unidad Ejecutora asume la responsabilidad total de la ejecución de la obra. Para esto, debe cumplir estrictamente con la Resolución de Contraloría N.º 195-88-CG. La Unidad Ejecutora debe demostrar capacidad operativa —acreditando tener personal técnico-administrativo, equipos y otros recursos— para asegurar que se cumplan las metas. La normativa también exige que se incluyan en el presupuesto las

implicancias presupuestales de las fases antes, durante y después de la obra (como el Residente, control de calidad y supervisión). El resumen presupuestal debe seguir la estructura del Anexo 7. En esta modalidad, el Costo Directo se estima con los insumos incluyendo el IGV, ya que no se añade este impuesto al final del presupuesto de ejecución. Además, el Costo de Ejecución de la Obra debe coincidir con el Presupuesto Analítico.

Tabla 6. Formato para determinar el pie de presupuesto

DETERMINAR EL PIE DE PRESUPUESTO	
Costo directo	
Gastos Generales	10%
Reserva de contingencia	3%
Línea base del proyecto	
Utilidad (% CD)	7%
IGV (18%)	
Sub total (inc. IGV)	
Reserva de gestión	3%
PRESUPUESTO TOTAL	

Nota. Elaboración propia

Descripción del presupuesto:

- El Costo de Actividades se refiere al presupuesto total que resulta de sumar los costos de todas las partidas requeridas para la ejecución del proyecto.

- Los gastos generales deben ser rigurosamente justificados y documentados. Esta justificación se logrará mediante un desgregado detallado que diferencie y muestre los gastos fijos y los variables correspondientes.
 - El componente de la Utilidad (o margen de ganancia del constructor) solo se incluye cuando se está elaborando un Presupuesto de Obra bajo la Modalidad de Ejecución por Contrata.
 - Las reservas de contingencia son una provisión de costos para actividades riesgosas que han sido identificadas durante la fase de gestión de riesgos y que existe una alta probabilidad de que ocurran. Por ello, estos montos se incluyen en la línea base de costos del proyecto. Para su cálculo, se puede utilizar software especializado como Risk Simulator.
 - El costo de la supervisión debe ser justificado y respaldado rigurosamente. Esto requiere la presentación de un desglose detallado que especifique la totalidad de los recursos necesarios para asegurar una supervisión efectiva y correcta.
 - Las Reservas de Gestión se destinan a cubrir trabajo o costos que no fueron previstos dentro del alcance original del proyecto. Por esta razón, el patrocinador del proyecto es quien establece estas reservas para afrontar eventos totalmente inesperados que impacten en el proyecto y cuya asunción total de costos recae sobre él.
- ✓ El proceso de Controlar los Costos se logra mediante el monitoreo continuo para garantizar que se esté utilizando el presupuesto según lo asignado. Si ocurre algún cambio que pueda impactar el presupuesto, es crucial presentar la solicitud de cambio de manera oportuna para poder tomar las mejores decisiones.

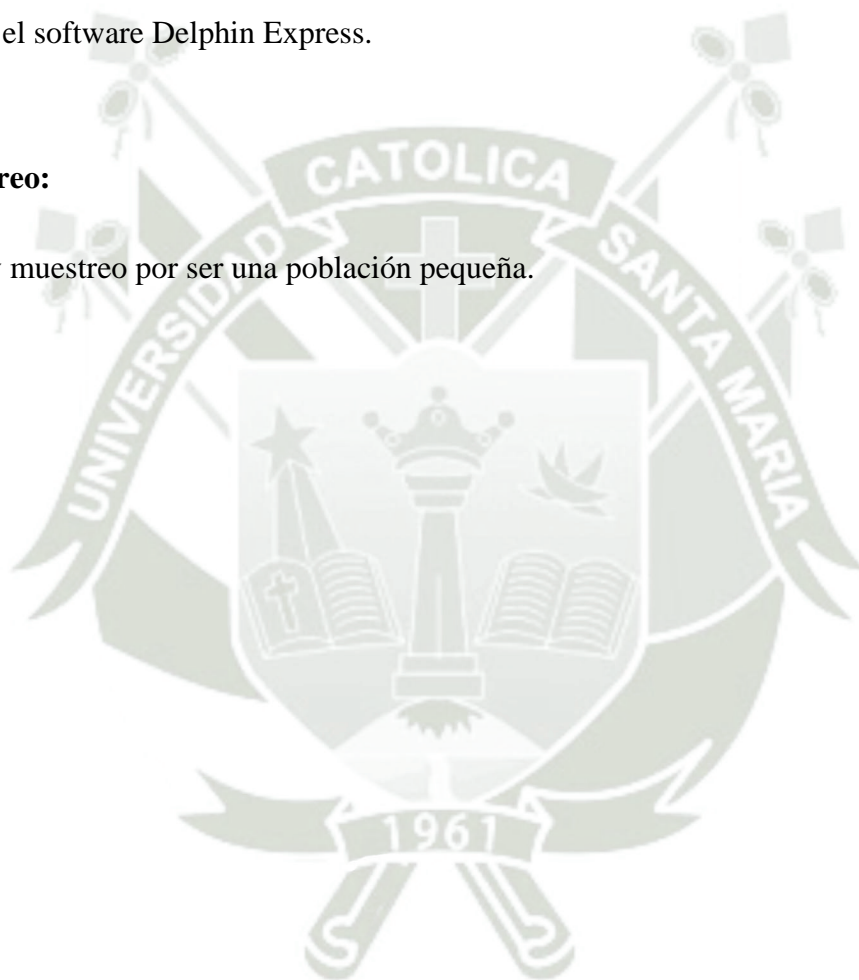
3 Población y muestra

3.1 Población:

- ✓ Profesionales: Aproximadamente 100-110 profesionales de la construcción que trabajen en proyectos relacionados con BIM y Delphin Express.
- ✓ Proyectos: Selección de 1 estudio de caso de construcción donde se aplique la metodología BIM y el software Delphin Express.

3.2 Muestreo:

No hay muestreo por ser una población pequeña.



4 Técnicas de procedimiento y análisis de datos

4.1 Técnicas de procedimiento

a) Revisión documental

- ✓ **Descripción:** Se revisarán documentos técnicos y académicos relacionados con la metodología BIM, el software Delphin Express, y la gestión de costos bajo el enfoque del PMBOK. La revisión incluirá estudios previos, normativas, manuales de uso, y documentación de proyectos de construcción.
- ✓ **Propósito:** Obtener un marco teórico sólido para sustentar la investigación y conocer las mejores prácticas de automatización y gestión de costos en proyectos de construcción.

b) Estudio de caso

- ✓ **Descripción:** Se seleccionará un proyecto de construcción en Cusco donde se aplicará el modelo de automatización propuesto. El estudio de caso permitirá evaluar la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express en la gestión de costos bajo el enfoque PMBOK.

El estudio de caso será la obra denominada “Vivienda multifamiliar Collasuyo”, en el cual se hará el modelamiento en el área de estructuras (cimentación y primer piso)

- ✓ **Propósito:** Aplicar y analizar de manera directa el modelo de automatización propuesto y validar su viabilidad.

c) Encuestas

- ✓ **Descripción:** Se aplicarán encuestas estructuradas a profesionales del área de la construcción que utilizan o conocen la metodología BIM y el software Delphin Express. Las encuestas estarán enfocadas en conocer la percepción de los profesionales

respecto a la automatización de la gestión de costos y la integración del software en sus proyectos.

- ✓ **Propósito:** Identificar las necesidades de automatización, los niveles de conocimiento y la percepción sobre la metodología BIM y el software Delphin Express.

4.2 Técnicas de recolección

a) Cuestionarios (encuestas)

- ✓ **Descripción:** Se diseñarán cuestionarios estructurados con preguntas cerradas y abiertas. Estos cuestionarios estarán enfocados en medir los indicadores de las variables, como el uso del software Delphin Express, la aplicación de la metodología BIM y la percepción sobre la automatización de la gestión de costos.
- ✓ **Aplicación:** Los cuestionarios se enviarán a través de plataformas digitales o se aplicarán de manera presencial.

b) Guía de entrevista

- ✓ **Descripción:** Se elaborará una guía con preguntas abiertas y semi-estructuradas para profundizar en el uso y percepción del software Delphin Express, la metodología BIM y los beneficios en la gestión de costos.
- ✓ **Aplicación:** Las entrevistas se realizarán de manera presencial o virtual, dependiendo de la disponibilidad de los entrevistados.

c) Observación directa

- ✓ **Descripción:** Se realizará una observación directa del proceso de integración del software Delphin Express con la metodología BIM en el proyecto de construcción seleccionado. Se tomarán notas y registros sobre cómo se efectúa la automatización del presupuesto y los procesos de control de costos.

- ✓ **Propósito:** Corroborar la implementación real del modelo propuesto y observar las dinámicas y problemas que puedan surgir durante el proceso.

4.3 Técnicas de análisis

a) Análisis Descriptivo

- ✓ **Descripción:** Se utilizará para resumir y organizar la información obtenida en las encuestas, entrevistas, y datos cuantitativos relacionados con la gestión de costos y la automatización.
- ✓ **Aplicación:**
 - **Frecuencias y porcentajes:** Para describir las respuestas de los encuestados respecto a su percepción sobre la metodología BIM, el software Delphin Express y la automatización de la gestión de costos.

b) Análisis Cualitativo

- ✓ **Descripción:** Se aplicará para interpretar y comprender la información obtenida de las entrevistas, observaciones y análisis documental.
- ✓ **Aplicación:**
 - **Codificación temática:** Identificar temas recurrentes y patrones en las respuestas de los entrevistados y en la observación directa, relacionados con las oportunidades de mejora, los retos en la implementación y los beneficios de la automatización de la gestión de costos.
 - **Análisis de contenido:** Examinar los comentarios y testimonios de los entrevistados para identificar percepciones, actitudes y sugerencias sobre la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express en la gestión

de costos bajo el enfoque PMBOK.

c) Análisis Comparativo

- ✓ **Descripción:** Se utilizará para comparar los resultados del modelo de automatización propuesto frente a la situación actual del manejo de costos en proyectos de construcción.
- ✓ **Aplicación:**
 - **Comparación antes y después:** Analizar el desempeño de la gestión de costos antes y después de implementar el modelo de automatización, a través de indicadores clave como reducción de errores, tiempo de ejecución del presupuesto y alineación con el PMBOK.
 - **Estudio de caso:** Evaluar los resultados obtenidos en el caso de estudio y comparar con otros proyectos de construcción que no utilizan la integración del software Delphin Express y la metodología BIM, aunque este análisis no implicará una validación experimental.

d) Análisis de Validación del Modelo

- ✓ **Descripción:** Validar el modelo de automatización propuesto y asegurarse de que cumpla con los principios de la gestión de costos del PMBOK.
- ✓ **Aplicación:**
 - **Comparación con estándares PMBOK:** Revisar si los procesos automatizados en el software Delphin Express y su integración con BIM cumplen con las mejores prácticas en la gestión de costos del PMBOK.



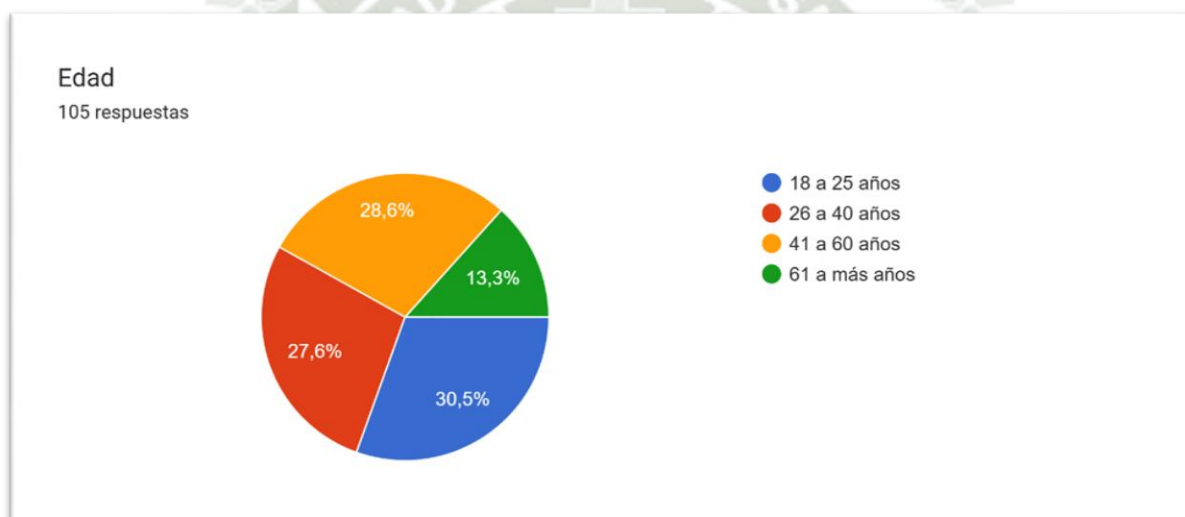
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1 Encuestas para el análisis de datos

1.1 Resultados de la encuesta y análisis de resultados

Las siguientes imágenes son tomadas de la aplicación por donde se compartió la encuesta a los participantes mediante el Google Forms, ya que esta realiza la tabulación de las respuestas y muestra el gráfico correspondiente, de acuerdo con los porcentajes obtenidos.

Figura 20. Resultados de la encuesta (pregunta 1)



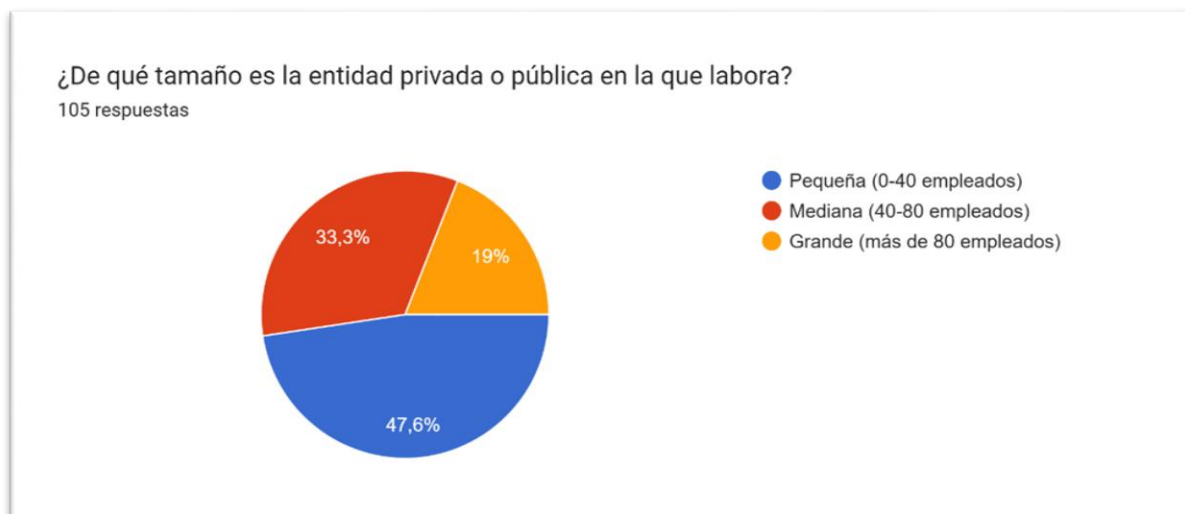
Nota. Elaboración propia

Análisis de resultados:

Según la encuesta realizada a 105 participantes, se logró identificar los siguientes rangos:

- ✓ El 30.5% de participantes tienen entre 18 – 25 años de edad
- ✓ El 27.6% de participantes tienen entre 26 – 40 años de edad
- ✓ El 28.6% de participantes tienen entre 41 – 60 años de edad
- ✓ El 13.3% de participantes tienen entre 60 – más años de edad

Figura 21. Resultados de la encuesta (pregunta 2)



Nota. Elaboración propia

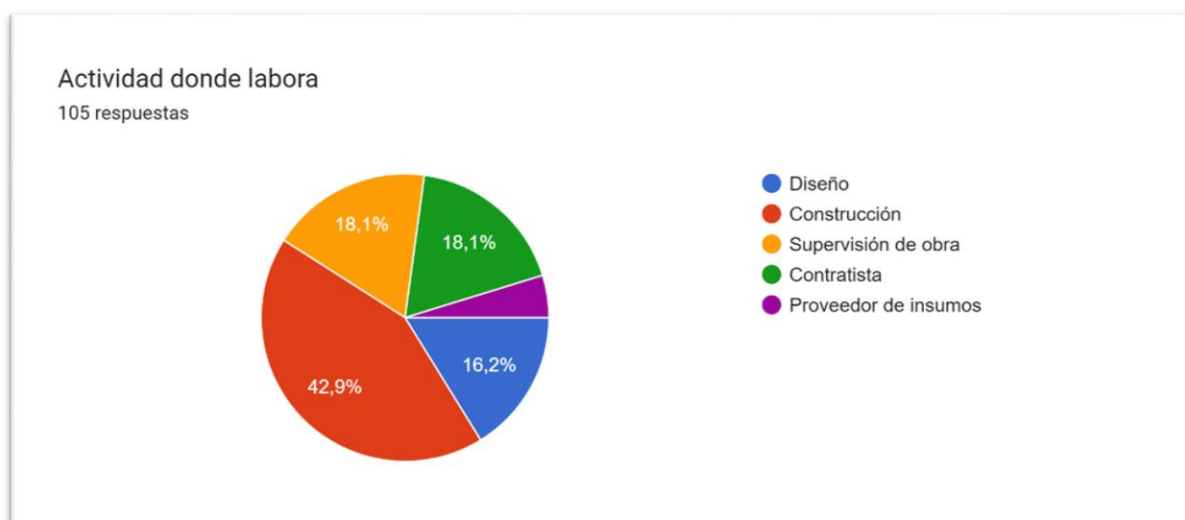
Análisis de resultados:

Según la encuesta realizada a 105 participantes, se logró identificar lo siguiente:

- ✓ El 47.6% de participantes labora en una entidad privada o pública pequeña (0-40 empleados)
- ✓ El 33.3% de participantes labora en una entidad privada o pública mediana (40-80 empleados)
- ✓ El 19.0% de participantes labora en una entidad privada o pública grande (80- más empleados)

La mayoría de los participantes labora en una empresa pequeña o mediana (80.9%)

Figura 22. Resultados de la encuesta (pregunta 3)



Nota. Elaboración propia

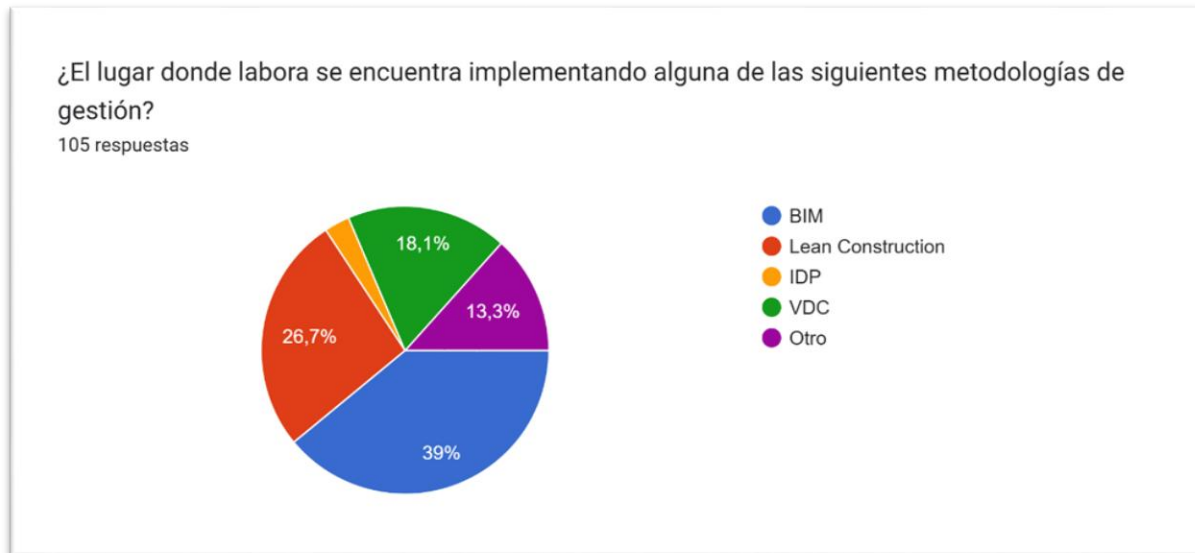
Análisis de resultados:

Según la encuesta realizada a 105 participantes, se logró identificar lo siguiente:

- ✓ El 16.2% de participantes labora en el área de diseño de proyectos
- ✓ El 42.9% de participantes labora en el área de construcción (ejecución)
- ✓ El 18.1% de participantes labora en el área de supervisión de obra
- ✓ El 18.2% de participantes labora en el área contratista de proyectos
- ✓ El 4.6% de participantes labora en el área de proveedor de insumos

La mayoría de los participantes labora en el área de la construcción y/o ejecución de obra (42.9%)

Figura 23. Resultados de la encuesta (pregunta 4)



Nota. Elaboración propia

Análisis de resultados:

Según la encuesta realizada a 105 participantes, se logró identificar lo siguiente:

- ✓ El 39.0% de participantes aplica la metodología BIM en sus proyectos
- ✓ El 26.7% de participantes aplica la metodología Lean construction en sus proyectos
- ✓ El 1.9% de participantes aplica la metodología IDP en sus proyectos
- ✓ El 19.1% de participantes aplica la metodología VDC en sus proyectos
- ✓ El 13.3% de participantes aplica otra metodología en sus proyectos

La mayoría de los participantes aplica la metodología BIM en sus proyectos (39.0%)

Figura 24. Resultados de la encuesta (pregunta 5)



Nota. Elaboración propia

Análisis de resultados:

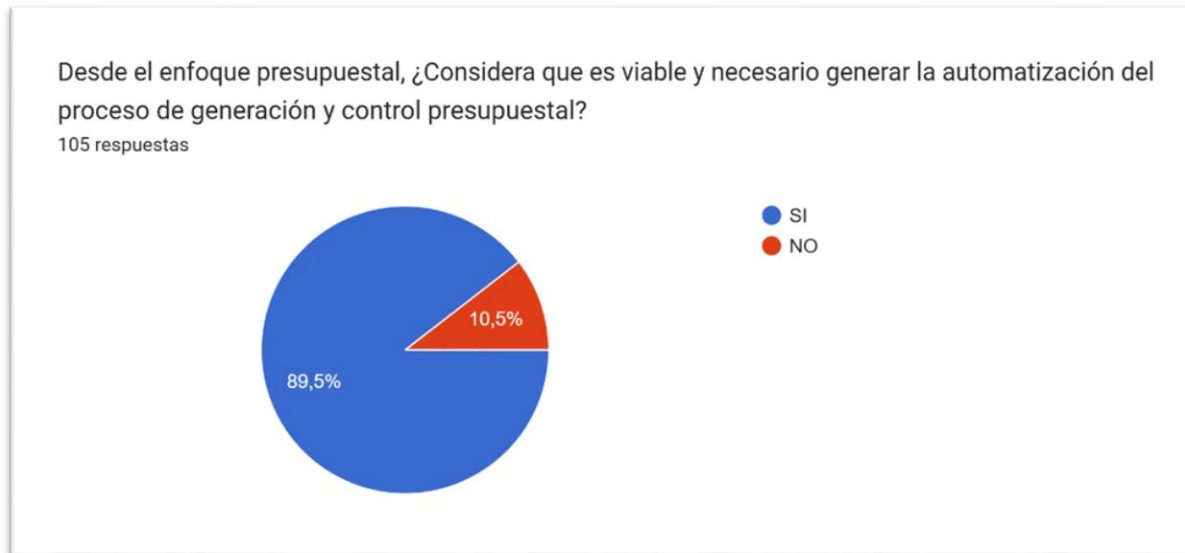
Según la encuesta realizada a 105 participantes, se logró identificar lo siguiente:

- ✓ El 51.4% de participantes considera que el lugar donde labora tiene un proceso de generación y control presupuestal eficiente
- ✓ El 48.6% de participantes considera que el lugar donde labora no tiene un proceso de generación y control presupuestal eficiente

La mayoría de los participantes considera que el lugar donde labora tiene un proceso de generación y control presupuestal eficiente (51.4%), sin embargo, el % de participantes que no considera que el lugar donde labora tiene un proceso de generación y control presupuestal eficiente también es alto (48.6%), el cual es indicativo que se necesita procesos de generación y control presupuestal.

Lo cual el proceso de automatización propuesto en el presente trabajo de investigación colaborará con la generación y control presupuestal eficiente.

Figura 25. Resultados de la encuesta (pregunta 6)



Nota. Elaboración propia

Análisis de resultados:

Según la encuesta realizada a 105 participantes, se logró identificar lo siguiente:

- ✓ El 89.5% de participantes considera que es viable y necesario generar la automatización del proceso y control presupuestal
- ✓ El 10.5% de participantes considera que no es viable y necesario generar la automatización del proceso y control presupuestal

La mayoría de los participantes considera que es viable y necesario generar la automatización del proceso y control presupuestal.

El presente trabajo de investigación busca generar la automatización de un proceso y control presupuestal

Figura 26. Resultados de la encuesta (pregunta 7)

Nota. Elaboración propia

Análisis de resultados:

Según la encuesta realizada a 105 participantes, se logró identificar lo siguiente:

- ✓ El 47.6% de participantes considera que su centro de trabajo limita la inversión de recursos a la automatización e innovación tecnológica
- ✓ El 52.4% de participantes considera que su centro de trabajo no limita la inversión de recursos a la automatización e innovación tecnológica

La mayoría de los participantes considera que su centro de trabajo no limita la inversión de recursos a la automatización e innovación tecnológica. Lo cual muestra el interés por la viabilidad económica de la inclusión de procesos de automatización en obras de ingeniería.

Figura 27. Resultados de la encuesta (pregunta 8)



Nota. Elaboración propia

Análisis de resultados:

Según la encuesta realizada a 105 participantes, se logró identificar lo siguiente:

- ✓ El 94.3% de participantes está dispuesto a capacitarse en metodologías de gestión, procesos de automatización, y plataformas tecnológicas innovadoras para generar una eficiencia en el consumo de recursos.
- ✓ El 4.7% de participantes no está dispuesto a capacitarse en metodologías de gestión, procesos de automatización, y plataformas tecnológicas innovadoras para generar una eficiencia en el consumo de recursos.

La mayoría de los participantes (94.3%) está dispuesto a capacitarse en metodologías de gestión, procesos de automatización, y plataformas tecnológicas innovadoras para generar una eficiencia en el consumo de recursos

2 Análisis FODA de la empresa Arquidea Atelier

Este análisis estratégico tiene como objetivo identificar y contrastar las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades que enfrenta Arquidea Atelier. El propósito es mejorar la situación actual de la empresa. Los factores internos (fortalezas y debilidades) se detallan en la Tabla 7, mientras que los factores externos (oportunidades y amenazas) se encuentran en la Tabla 8.

Tabla 7. Cuadro de análisis de fortalezas y debilidades

Aspecto	Fortalezas	Debilidades
Experiencia técnica	Conocimiento en gestión de costos y uso de métodos tradicionales (Excel, software básico).	Alta dependencia del cálculo manual; errores frecuentes en metrados y control de presupuesto.
Capacidad tecnológica	Experiencia previa en softwares de presupuestos tradicionales.	Carencia de herramientas integradas 3D-5D; ausencia de automatización en la creación de presupuestos.
Interoperabilidad	Capacidad para trabajar con planos y especificaciones.	Falta de comunicación entre herramientas de diseño y presupuestos; datos se duplican manualmente.
Gestión de proyectos	Aplicación parcial de prácticas PMBOK en control de costos.	Dificultad para monitorear línea base de costos y gestionar cambios; falta de control presupuestal automatizado.

Eficiencia operativa	Personal experimentado en obras y control de costos.	Procesos lentos y con alto riesgo de inconsistencias; tiempo prolongado para elaborar presupuestos.
Innovación	Disposición a mejorar y adoptar nuevas prácticas.	No existe metodología para vincular diseño y costos; poco uso de tecnologías emergentes.

Nota. Elaboración propia

Tabla 8. Cuadro de análisis de oportunidades y amenazas

Aspecto	Oportunidades	Amenazas
Mercado y competitividad	Creciente demanda de proyectos de construcción en Cusco; posibilidad de ampliar la participación en licitaciones públicas y privadas.	Competencia con empresas que ya utilizan tecnologías avanzadas y ofrecen presupuestos más rápidos y precisos.
Tecnología	Disponibilidad de softwares BIM y de gestión de costos en el mercado; potencial de digitalización de procesos.	Desactualización tecnológica frente a estándares internacionales; riesgo de quedarse atrás en innovación.
Regulación y normativas	Adopción progresiva de normas BIM a nivel nacional (ISO 19650), lo que abre oportunidades para certificaciones futuras.	Cambios normativos que exijan el uso obligatorio de BIM; posible exclusión en procesos licitatorios si no se moderniza.

Clientes y relaciones	Mayor confianza del cliente al mostrar apertura a mejoras y control de costos transparente.	Percepción negativa de clientes por retrasos y sobrecostos causados por procesos manuales.
Capacitación y talento	Posibilidad de capacitar al personal en nuevas tecnologías, mejorando competitividad.	Fuga de talento hacia empresas más tecnológicas que ofrecen mejores herramientas de trabajo.

Nota. Elaboración propia



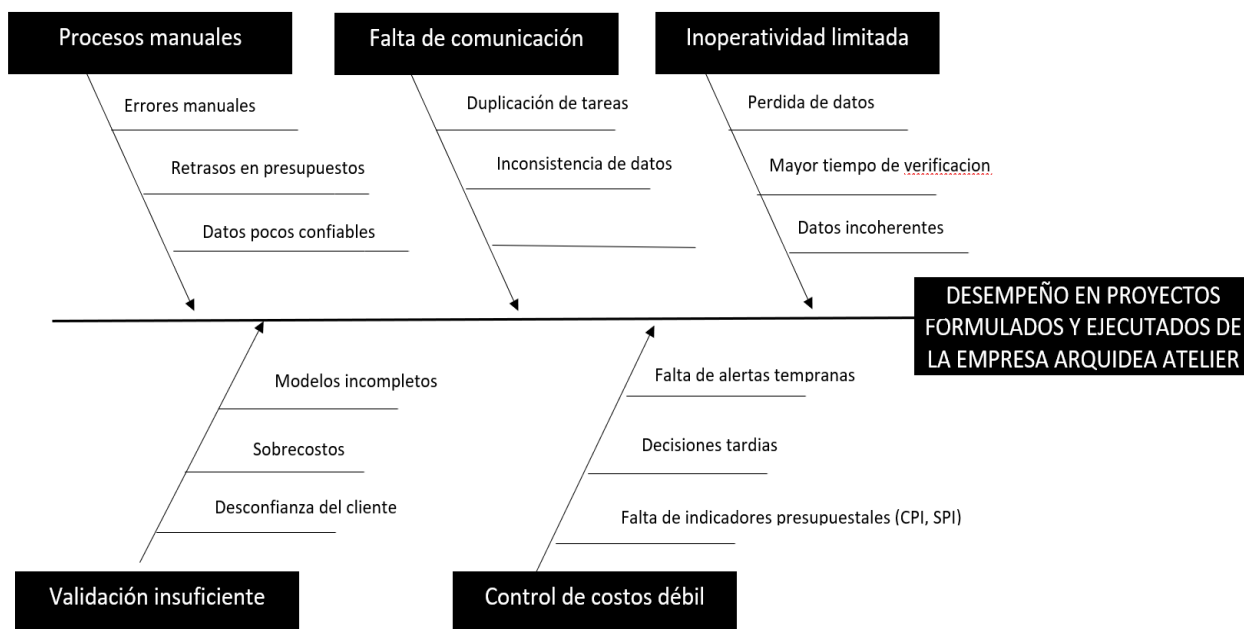
3 Principales causas que afectan el desempeño en proyectos formulados y ejecutados de la empresa Arquidea Atelier

3.1 Análisis de principales causas basados en anteriores proyectos realizados por la empresa Arquidea Atelier

- ✓ Dependencia de procesos manuales y hojas de cálculo
 - **Causa raíz:** La empresa utiliza métodos tradicionales para elaborar metrados y presupuestos, ingresando datos manualmente sin conexión directa con modelos de diseño.
 - **Impacto:**
 - Mayor probabilidad de errores humanos (duplicación, omisión de partidas).
 - Retrasos en la entrega de presupuestos.
 - Menor confiabilidad de la información ante cambios en planos o diseño.
- ✓ Falta de automatización e integración de herramientas
 - **Causa raíz:** Inexistencia de software que integre el modelo 3D con el cálculo 5D de costos.
 - **Impacto:**
 - Se deben repetir tareas en distintas plataformas (ej. planos CAD → Excel → software de presupuesto).
 - Inconsistencia de datos y retrabajos frecuentes.
 - Dificultad para mantener la trazabilidad y control de la línea base de costos.
- ✓ Limitada interoperabilidad de información
 - **Causa raíz:** No hay procesos definidos ni estándares para intercambio de datos (por

- ejemplo, IFC) entre programas de diseño y presupuestos.
- **Impacto:**
 - Pérdida de información relevante al pasar datos de diseño a presupuesto.
 - Mayor tiempo en la recopilación y verificación manual.
 - Riesgo de incoherencias entre diseño, metrados y presupuesto final.
 - ✓ Ausencia de validación del modelo de diseño
 - **Causa raíz:** No se aplican controles ni revisiones técnicas sistemáticas al modelo antes de extraer cantidades o generar costos.
 - **Impacto:**
 - Presupuestos basados en modelos incompletos o erróneos.
 - Incremento de sobrecostos por datos no detectados a tiempo.
 - Pérdida de confianza del cliente al detectar inconsistencias en obra.
 - ✓ Dificultad para controlar y monitorear costos en tiempo real
 - **Causa raíz:** Los procesos manuales impiden actualizar automáticamente la línea base de costos o medir indicadores como CPI (Cost Performance Index).
 - **Impacto:**
 - Falta de alertas tempranas ante desviaciones presupuestarias.
 - Decisiones tardías que afectan cronograma y rentabilidad del proyecto.
 - Falta de uso de indicadores presupuestales (CPI y SPI).

Figura 28. Principales causas que afectan el desempeño de la empresa Arquidea Atelier



Nota. Elaboración propia



4 Etapa de inicio

4.1 Gestión de la integración del proyecto

La gestión de la integración comprende el conjunto de procesos y actividades que permiten identificar, planificar, coordinar y unificar de manera coherente todas las fases y áreas del proyecto

4.1.1 *Acta de constitución del proyecto*

El Acta de Constitución (Figura 29) es el documento oficial que formaliza la creación del proyecto y, de manera crucial, otorga al director la autoridad necesaria para movilizar los recursos y ejecutar las actividades planificadas. En el caso específico de Arquidea Atelier, este documento valida el inicio de la implementación del modelo de automatización de costos (basado en BIM y Delphin Express), asegurando el compromiso de la gerencia y la asignación de personal, presupuesto y herramientas esenciales.

Figura 29. Acta de constitución del proyecto

ACTA DE CONSTITUCION DEL PROYECTO			
Nombre:	Vivienda multifamiliar Collasuyo		
Fecha de creacion:	10/06/2024		
Preparado por:	Jean David Lucana Riquelme	Fecha	1/06/2024
Aprobado por:	Cesar Rimache Seqqera	Fecha	5/06/2024
Descripcion del proyecto			
El estudio de caso será la obra denominada "Vivienda multifamiliar Collasuyo", ubicado en la ciudad del Cusco. El proyecto consta de 120m2, para este caso se hara el modelado y control de obra en el area de estructuras de las cimentaciones y primer piso			
Objetos del proyecto			
Concepto	Objetivos	Criterios de éxito	
Alcance	Culminar con la construcción del área de estructuras de las cimentaciones y primer piso	Cumplir de manera exitosa con el presupuesto y tiempos planificados	
Tiempo	Entregar en el tiempo según cronograma de obra	Cumplir con los tiempos de ejecucion	
Costo	Entregar las estructuras de la cimentación y del primer piso según cronograma propuesto	Garantizar las utilidades planeadas	
Riesgo	Evitar el 100% los riesgos durante la ejecucion del proyecto	Cero accidentes laborales	
Finalidad del proyecto			
Cumplir con lo solicitado según el cronograma y presupuesto de obra de acuerdo a la guia PMBOK, y presentar un modelo de automatización para la generacion del presupuesto de obra según los lineamientos que establece el área de gestión de costos de la guia PMBOK			
Patrocinador que autoriza el proyecto			
Nombre	Empresa	Fecha	
Arquidea Atelier	Arquidea Atelier	06/062024	

Nota. Elaboración propia

4.1.2 *Dirigir y Gestionar el trabajo del proyecto*

Implica liderar y ejecutar las actividades establecidas en el plan para la dirección del proyecto, así como aplicar los ajustes necesarios que permitan cumplir con los objetivos planteados.

4.1.3 *Monitorear y controlar el trabajo*

Consiste en hacer seguimiento al progreso del proyecto, reportar su estado y aplicar las modificaciones previamente aprobadas para asegurar el cumplimiento de los objetivos.

4.1.4 *Realizar el control integrado de cambios*

Este proceso se refiere al análisis, evaluación y aprobación de todas las solicitudes de cambio. También abarca la administración y la comunicación de las decisiones resultantes. La Figura 30 presenta el instructivo detallado del control integrado de cambios, el cual contiene toda la información esencial para este punto del proyecto.

Figura 30. *Sistema de control de cambios*

SISTEMA DE CONTROL DE CAMBIOS	
Identificación y clasificación de cambios	Los cambios solicitados serán evaluados por el gerente del proyecto
Control de cambios	El director del proyecto será la única persona autorizada para solicitar cambios en el proyecto o en la obra,
Aprobación de cambios	Director del proyecto Gerente del proyecto
Cambios aprobados sin revisión	Los únicos cambios que pueden ser aprobados sin supervisión son los que no implican variaciones en alcance,
Requerimientos para solicitud de cambios	Solicitud escrita del cambio, aprobación de los entes autorizados, otro si a contratos.

Nota. Elaboración propia

4.1.5 *Cerrar el proyecto*

Comprende completar todas las tareas correspondientes a los diferentes grupos de procesos de dirección de proyectos para dar por concluido el proyecto de manera oficial.

5 Etapa de planificación

5.1 Gestión del alcance del proyecto

5.1.1 Planificar la gestión de alcance del proyecto

En este proceso, se elabora un plan documentado que define cómo se abordará la definición, validación y control del alcance de todo el proyecto. Dicha estrategia se lleva a cabo conforme a las directrices indicadas en el instructivo y se detalla visualmente en la Figura 31.

Figura 31. Plan de gestión de alcance

PLAN DE GESTIÓN DE ALCANCE	
Definición de alcance	Este proceso se elaborará a partir de la información contenida en el Acta de Constitución del Proyecto, el Plan para la Gestión del Alcance, la Documentación de Requisitos y los expedientes de proyectos similares. Para ello, se aplicarán técnicas como el juicio de expertos, el análisis del producto y la generación de alternativas.
Creación de la EDT	Para elaborar la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), se aplicará la técnica de descomposición, que consiste en dividir el proyecto en dos componentes principales: la administración del proyecto y la ingeniería del proyecto. Como resultado de este proceso, se generará el diccionario de la EDT correspondiente a cada una de estas partes.
Validación del alcance	Para llevar a cabo la validación, se empleará la herramienta de inspección de los entregables, de acuerdo con lo especificado en la EDT. Este proceso dará como resultado los entregables verificados, posibles solicitudes de cambio, datos sobre el desempeño del trabajo y la actualización de los documentos del proyecto.
Control del alcance	Se aplicará la herramienta de análisis de variación, la cual consiste en comparar la línea base del proyecto con el desempeño real, con el fin de identificar y analizar las causas de cualquier desviación. Tal como se explicó en la Gestión de la Integración del Proyecto, si se requieren acciones correctivas respecto al alcance, deberá seguirse el procedimiento de control de cambios. Para ello, se generarán Solicitudes de Cambio (ver Anexo), las cuales serán evaluadas por el Comité de Control de Cambios. En caso de ser aprobadas, se procederá a actualizar la Línea Base del Alcance con las modificaciones correspondientes.
Elaborado por:	Aprobado por:
Jean David Lucana Riquelme	Cesar Rimache Seqqera

Nota. Elaboración propia

5.1.2 Crear la EDT/WBS:

La creación de la EDT (Estructura de Desglose del Trabajo o WBS, por sus siglas en inglés) consiste en descomponer los entregables y el trabajo del proyecto en partes más pequeñas y

manejables.

El principal beneficio de este proceso es que permite una visión organizada y estructurada de todo lo que se debe entregar en el proyecto.

Como se está analizando en la parte de la estructura se creará en la imagen 32

Figura 32. Desglose de la EDT

Desglose EDT	
ITEM	PARTIDA
01	VIVIENDA MULTIFAMILIAR COLLASUYO
01.01	Estructuras (primer piso)
01.01.01	Solado
01.01.01.01	Concreto F'c = 140kg/cm ² para solado e = 0.10m
01.01.02	Zapata
01.01.02.01	Concreto zapata F'c = 210 kg/cm ²
01.01.02.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm ² grado 60
01.01.03	Cimientos corridos
01.01.03.01	Cimiento corrido mezcla 1:10 cemento - hormigon 30% PG
01.01.04	Columnas
01.01.04.01	Concreto en columnas F'c = 210 kg/cm ²
01.01.04.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm ² grado 60
01.01.04.03	Encofrado y desencofrado normal en columnas
01.01.05	Vigas
01.01.05.01	Concreto en vigas F'c = 210 kg/cm ²
01.01.05.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm ² grado 60
01.01.05.03	Encofrado y desencofrado normal en vigas
01.01.06	Losas
01.01.06.01	Concreto en losa aligerada F'c = 210 kg/cm ²
01.01.06.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm ² grado 60
01.01.06.03	Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada
Elaborado por:	
Aprobado por:	
Jean David Lucana Riquelme	Cesar Rimache Seqqera

Nota. Elaboración propia

5.2 Gestión del cronograma del proyecto

Este es el proceso por el cual se establecen las políticas, los procedimientos y la documentación que serán esenciales para planificar, desarrollar, administrar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto. Su resultado es un marco de referencia claro que guía cómo se

manejará el cronograma a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto (ver Figura 33)

Figura 33. *Plan de gestión del cronograma*

PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA			
Nombre:	Vivienda multifamiliar Collasuyo		
Fecha de creación:	10/06/2024		
Preparado por:	Jean David Lucana Riquelme	Fecha	4/06/2024
Aprobado por:	Cesar Rimache Seqqera	Fecha	9/06/2024
Definir las actividades			
Se tomará como línea base las actividades definidas contractualmente y consignadas en la EDT/WBS.			
Secuencia de las actividades			
Las técnicas utilizadas serán Juicio de expertos, estimación paramétrica, Técnicas grupales de toma de decisiones. - Horarios de trabajo: de 7:00 am a 5:00 pm - Régimen de trabajo: (lunes a sábado) - Rendimiento de mano de obra			
Aceptable de cambios de cronograma			
Problemas de catástrofes naturales no pronosticados. Variación de costos, tiempo o calidad. La integración de los cambios aprobados en los costó se efectúa a través de las cláusulas adicionales al Contrato. Problemas en el contexto social que afecta las labores.			
Mediciones de desempeño y control de cronograma			
Se tomará como línea base el tiempo de ejecución aprobado contractualmente. Elaboración de informes mensuales de seguimiento y control del proyecto, que incluyan solicitudes de cambio aprobadas. La medición del desempeño del tiempo del proyecto será realizada a través de la gestión del valor ganado (EVM) haciendo mediciones de control en la culminación de cada paquete entregable consignado en la EDT/WBS, tomando como indicadores de estado el SPI (índice de desempeño del cronograma) y SV (variación del cronograma). SPI= EV/PV SV= EV-PV			

Nota. Elaboración propia

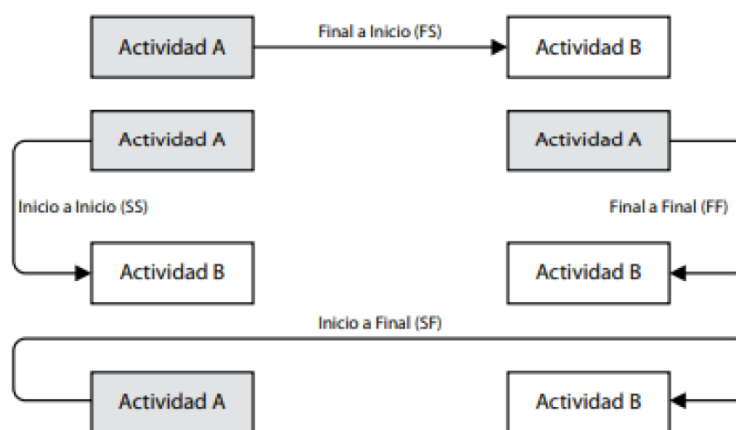
5.2.1 *Secuencia de actividades*

Este proceso consiste en identificar y documentar las interdependencias entre las actividades del proyecto. Su propósito principal es establecer una secuencia lógica de ejecución que permita alcanzar la mayor eficiencia posible, considerando las restricciones existentes del proyecto.

Tipos de relaciones lógicas entre actividades:

- ✓ **Fin a Inicio (FS):** Esta relación establece que la actividad sucesora (la que sigue) no puede dar comienzo hasta que la actividad predecesora (la anterior) haya sido completada en su totalidad.
- ✓ **Fin a Fin (FF):** Esta dependencia indica que la actividad sucesora no puede considerarse terminada hasta que la actividad predecesora también haya concluido su trabajo.
- ✓ **Inicio a Inicio (SS):** Esta relación indica que la actividad sucesora no puede iniciar (dar comienzo) hasta que la actividad predecesora también haya iniciado.
- ✓ **Inicio a Fin (SF):** Esta dependencia establece que la actividad sucesora (la que sigue) no puede concluir su trabajo hasta que la actividad predecesora (la anterior) haya iniciado formalmente.

Figura 34. Tipos de relaciones del método de diagramación



Nota. Elaboración propia

5.2.2 *Desarrollar el cronograma*

Este proceso clave consiste en analizar y combinar la secuencia de actividades, sus duraciones estimadas, los recursos necesarios y todas las restricciones temporales. El objetivo es construir el modelo de programación formal del proyecto.

Ver anexo: Cronograma



6 Gestión de riesgos y asignación de reserva de contingencia

6.1 Introducción al enfoque PMBOK

La gestión de riesgos, según el PMBOK (PMI, 2017), es una de las áreas de conocimiento fundamentales para la dirección efectiva de proyectos. Consiste en planificar, identificar, analizar, responder y monitorear los riesgos que pueden afectar el alcance, cronograma, calidad y especialmente los costos del proyecto.

Uno de los instrumentos claves derivados del análisis de riesgos es la asignación de una reserva para contingencias, que forma parte de la línea base de costos, destinada a cubrir riesgos identificados. Esta reserva no es un gasto arbitrario, sino un mecanismo técnico de prevención y respuesta.

6.2 Enfoque aplicado en la tesis

En el presente estudio, se propone un modelo de automatización de la gestión de costos basado en el enfoque PMBOK, mediante el uso combinado de la metodología BIM y el software Delphin Express.

Dado que se hace un correcto modelado digital de la obra y un uso adecuado del software presupuestal, se eliminan varios errores comunes como:

- ✓ Omisión de metrados.
- ✓ Duplicidad o tipificación errónea de datos.
- ✓ Descoordinación estructural.

Sin embargo, persisten ciertos riesgos identificados que, si bien no están relacionados con errores de digitación, sí pueden afectar el presupuesto del proyecto por causas estructurales, de mercado o humanas.

6.3 Matriz de riesgos identificados y justificación técnica

Tabla 9. Matriz de riesgos identificados

N°	Riesgo identificado	Tipo de riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo	Estrategia de respuesta	% asignado
1	Incompatibilidades menores entre especialidades en el modelo BIM	Técnico / diseño	Media	Alta	Alto	Mitigar (revisión coordinada de modelos)	0.6%
2	Desactualización parcial de precios referenciales de insumos	Económico	Alta	Media	Alto	Mitigar (uso de índices recientes y revisión semanal)	0.7%
3	Variaciones menores en cantidades por ajustes de detalle	Alcance / técnico	Media	Media	Medio	Aceptar (márgenes ajustables)	0.5%
4	Ausencia temporal o cambio de personal técnico clave	Organizacio nal	Media	Media	Medio	Mitigar (reemplazos planificados y documentación técnica centralizada)	0.5%
5	Fallos técnicos en exportación de archivos (IFC u otros formatos)	Tecnológico	Baja	Alta	Medio	Mitigar (protocolos y validaciones de interoperabilidad)	0.7%

Nota. Elaboración propia

6.3.1 *Interpretación del análisis*

El análisis anterior permite identificar cinco riesgos clave que, aunque no se originan en errores del modelo BIM ni del software Delphin Express, sí tienen potencial de afectar los costos reales de ejecución.

- ✓ La incompatibilidad entre especialidades puede generar metrados duplicados o vacíos.
- ✓ Las fluctuaciones de precios son una realidad en entornos económicos variables como el peruano.
- ✓ Los ajustes por detalles técnicos pueden generar pequeñas desviaciones en volúmenes presupuestados.
- ✓ Los riesgos organizacionales (cambios de personal, sobrecarga operativa) pueden reducir la eficiencia en etapas críticas.
- ✓ Finalmente, los problemas de interoperabilidad entre plataformas son posibles en cualquier entorno tecnológico.

Frente a estos escenarios, el modelo incluye una reserva para contingencias del 3%, incorporada dentro de la línea base del presupuesto, en línea con las buenas prácticas del PMBOK.

6.3.2 *Relación con procesos del PMBOK*

Esta estrategia responde específicamente a los siguientes procesos de la Gestión de Riesgos del PMBOK:

- ✓ **Identificar los riesgos:** análisis de factores residuales no cubiertos por la automatización.
- ✓ **Realizar análisis cualitativo de riesgos:** clasificación según impacto y probabilidad.
- ✓ **Planificar la respuesta a los riesgos:** establecimiento de medidas de mitigación, aceptación o transferencia.
- ✓ **Planificar la gestión de riesgos:** definición de criterios para la asignación del 3%.

7 Gestión de costos

La automatización de la gestión de costos en proyectos de construcción no se limita al uso de herramientas digitales, sino que implica la integración de procesos técnicos, estratégicos y de control, alineados a las buenas prácticas del Project Management Institute (PMI).

A continuación, se detalla el flujo de procesos integrados desarrollado en la presente investigación, evidenciando que el uso de BIM y Delphin Express está subordinado a un enfoque metodológico basado en la guía PMBOK.

7.1 Procesos de modelo automatizado propuesto bajo los lineamientos del PMBOK

- 1) Inicio del proyecto
 - ✓ Identificación del alcance del proyecto (basado en entregables BIM).
 - ✓ Aprobación del Acta del Proyecto.
 - ✓ Identificación de interesados y sus requerimientos.
- 2) Planificación del presupuesto y control de costos (Área 4 – Costos)
 - ✓ Modelado BIM con criterio de metrado detallado (LOD 350).
 - ✓ Extracción de metrados desde el modelo.
 - ✓ Validación cruzada de especialidades (estructuras, arquitectura, instalaciones).
 - ✓ Importación a Delphin Express.
 - ✓ Configuración de la estructura de costos y parámetros presupuestales.
- 3) Análisis de riesgos y reserva de contingencia (Área 8 – Riesgos)
 - ✓ Identificación de riesgos técnicos, organizacionales y de mercado.
 - ✓ Matriz de evaluación de riesgos.
 - ✓ Asignación del % de contingencia en la línea base.

4) Planificación de la calidad (Área 5 – Calidad)

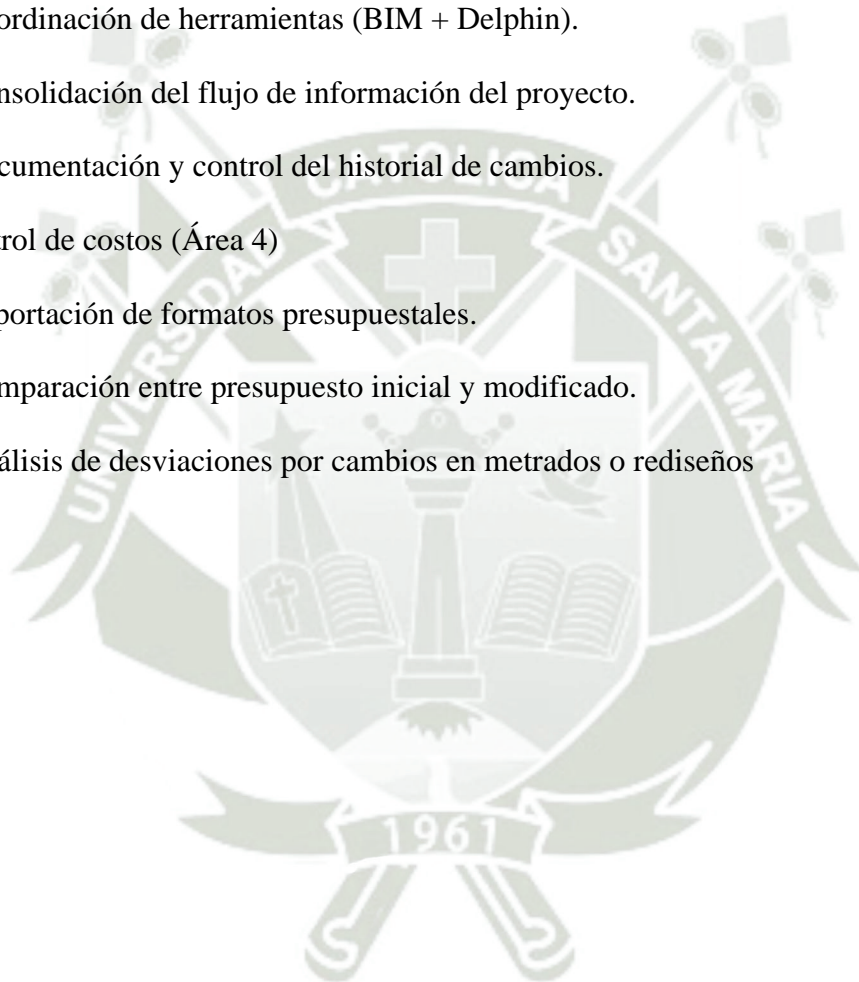
- ✓ Validación del modelo BIM con criterios de consistencia y trazabilidad.
- ✓ Comparación de partidas presupuestadas con ítems modelados.
- ✓ Control de coherencia entre datos modelados y presupuestados.

5) Gestión de la integración (Área 1 – Integración)

- ✓ Coordinación de herramientas (BIM + Delphin).
- ✓ Consolidación del flujo de información del proyecto.
- ✓ Documentación y control del historial de cambios.

6) Control de costos (Área 4)

- ✓ Exportación de formatos presupuestales.
- ✓ Comparación entre presupuesto inicial y modificado.
- ✓ Análisis de desviaciones por cambios en metrados o rediseños



8 Análisis estructural general del caso de estudio

El caso de estudio denominado “Vivienda multifamiliar Collasuyo”, proyectado para dos niveles, del cual se hará el control presupuestal y modelamiento estructural de la cimentación y del primer nivel, el área de caso de estudio es de 200m² (20mx10m). Según el estudio de mecánica de suelos la capacidad admisible del suelo es $Q_a = 1.80 \text{ kg/cm}^2$, con un suelo mixto entre grava y arena bien graduada, por lo cual el nivel de fundación se planteó un nivel de fondo de cimentación de -1.15m.

8.1 Estructuración del caso de estudio

La estructura principal de este proyecto se diseñó para cumplir con el requisito de utilizar un sistema de pórticos. Por lo tanto, el soporte del edificio está compuesto por columnas interconectadas mediante vigas de concreto armado..

8.2 Reglamentos y normas de diseño

El diseño de todos los elementos estructurales de concreto armado de la edificación se ha realizado conforme a los requisitos mínimos de seguridad establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) vigente. Las Normas Técnicas específicas aplicadas a este caso son las siguientes:

- ✓ RNE E020 Norma de Cargas.
- ✓ RNE E030 Norma de Diseño Sismorresistente.
- ✓ RNE E050 Norma de Suelos y Cimentaciones.
- ✓ RNE E060 Norma de Concreto Armado.

8.3 Características de los materiales

Concreto:

- ✓ Resistencia a la compresión : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Módulo de Elasticidad : $E = 217\,370.65 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Módulo de Poisson : $\mu = 0.20$
- ✓ Peso Específico : $\gamma_c = 2\,400 \text{ kg/m}^3$

Acero de refuerzo

- ✓ Tipo de Acero : Grado 60
- ✓ Resistencia a la Fluencia : $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Máximo esfuerzo en tensión : $f_u = 5600 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Módulo de Elasticidad : $E = 2\,000\,000 \text{ Kg/cm}^2$.
- ✓ Peso Específico : $\gamma_c = 7\,850 \text{ kg/m}^3$.

8.4 Cargas y combinaciones de cargas

Cargas

- ✓ D: Carga Muerta (peso propio).
- ✓ L: Carga Viva de Entrepiso
- ✓ E: Carga de Sismo

Combinación de Cargas Ultimas Resistentes.

- ✓ CU1: $1.4 D + 1.7 L$
- ✓ CU2: $1.25 (D + L) +/- E$
- ✓ CU3: $0.9 D +/- E$

8.4.1 Cargas muertas

Estas cargas están compuestas por el peso muerto (el peso inherente y permanente de los elementos estructurales y no estructurales de la edificación.

Para calcular el peso propio (o cargas muertas) de los elementos tanto estructurales como no estructurales, se han tomado como referencia los siguientes pesos unitarios (densidades o pesos específicos) para cada material:

- ✓ Elementos de concreto simple : 2300 kg/m³
- ✓ Elementos de concreto armado : 2400 kg/m³
- ✓ Losa solida : 480 kg/m²
- ✓ Pisos terminados : 100 kg/m²
- ✓ Unidad de albañilería sólida (ladrillo) : 1800 kg/m³
- ✓ Unidad de albañilería hueca (bloquetas) : 1350 kg/m³

8.4.2 *Cargas vivas*

La sobrecarga considerada para las estructuras es de:

- ✓ Cuartos (Vivienda) :200 kg/m²
- ✓ Corredores y escaleras (Vivienda) :200 kg/m²

8.5 **Factores usados**

De acuerdo con la zonificación sísmica del Perú el proyecto se encuentra ubicado en:

- ✓ Zona Sísmica 2, $Z = 0.25g$
- ✓ El tipo de categoría de la edificación es de tipo “C” edificaciones comunes, $U = 1.0$
- ✓ El tipo de suelo es de $S_2 =$ suelos intermedios
- ✓ El factor de suelo es de 1.20
- ✓ Los periodos son: $T_p (s) = 0.6$, $T_I (s) = 2.0$

9 Modelamiento de estructuras BIM (Caso de estudio)

9.1 Planificación del modelamiento BIM

La planificación BIM define la estrategia para abordar la implementación de la metodología, tomando en cuenta las condiciones iniciales de la organización. Esta fase es fundamental e incluye:

- ✓ La definición de los procesos de ejecución.
- ✓ El establecimiento del objetivo principal BIM.
- ✓ La asignación de roles y responsabilidades.
- ✓ La dotación de equipamiento y la selección del software y hardware necesario.

a) Objetivo BIM

El principal objetivo al implementar la metodología BIM en este desarrollo es doble: primero, lograr la visualización tridimensional (3D) del proyecto, y segundo, obtener metrados precisos mediante la gestión eficiente del modelo BIM.

b) Roles y funciones BIM

Coordinador BIM

El Coordinador BIM es el encargado de dirigir al equipo BIM, asegurando el cumplimiento de los estándares, políticas y acuerdos contractuales definidos para el proyecto. Las principales responsabilidades de este rol son las siguientes:

- ✓ Comprender la forma en que se estructuran y se desarrollan las secuencias de trabajo (flujos de trabajo) de los proyectos, a nivel de operación general.
- ✓ Conocimiento profundo y actualizado de todos los estándares, guías, normativas e informes técnicos relacionados con la metodología BIM.

- ✓ Definir y desarrollar el Plan de Ejecución BIM (PEB). Este documento servirá como la guía detallada sobre cómo se implementará y gestionará la metodología BIM a lo largo de todo el proyecto.
- ✓ Garantizar la correcta implementación de la metodología, así como la aplicación adecuada y la interoperabilidad (capacidad de comunicarse) de todos los recursos, procesos y la tecnología de información (software/hardware) involucrados.
- ✓ Coordinar al equipo para garantizar la elaboración correcta y de alta calidad del Modelo de Información del proyecto (el modelo BIM).
- ✓ Desarrollar y diseñar los procesos de trabajo de manera conjunta, es decir, trabajando directamente con el grupo para asegurar su aplicabilidad y eficiencia.
- ✓ Identificar y proponer soluciones efectivas para todas las incoherencias, incompatibilidades e interferencias que puedan surgir durante la elaboración del Modelo de Información.

Modelador BIM

El Modelador BIM es el responsable de crear el modelo virtual de acuerdo con la disciplina o especialidad que le haya sido asignada. Puede haber un modelador por cada especialidad. Esta tarea se realiza siguiendo el Nivel de Información Necesaria (LOIN) establecido y requiere una comunicación y coordinación constante tanto con el Coordinador BIM como con los demás miembros del equipo. Sus principales responsabilidades son:

- ✓ El Modelador es responsable de desarrollar y construir cada uno de los Modelos de Información (BIM), asegurando que se ajusten rigurosamente a la especialidad que tienen encomendada.
- ✓ La tarea consiste en generar los diferentes formatos de archivo necesarios para el

intercambio eficiente de la información del modelo con otros participantes del proyecto.

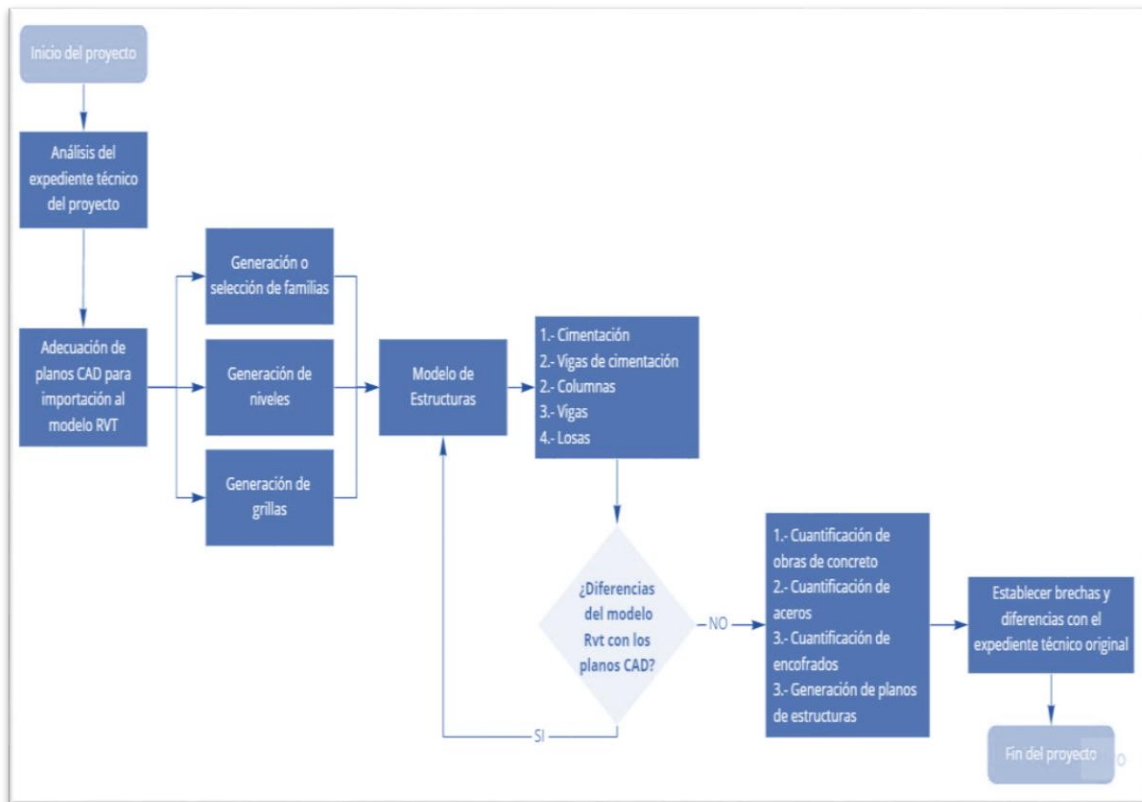
- ✓ La tarea es modelar los elementos que se requieren, ajustándose estrictamente al nivel de información, previamente definido para cada uno de ellos.
- ✓ Crear y utilizar los objetos BIM (componentes modelados) de una manera que satisfaga exactamente las necesidades específicas y funcionales del proyecto.
- ✓ Asegurar la calidad de los entregables, manteniendo la coordinación con las distintas especialidades.

a) Elaboración de procesos BIM

Para diseñar y elaborar los procesos BIM de esta investigación, tomamos como referencia fundamental los macroprocesos BIM que fueron desarrollados por Moreno Barco (Barco), el autor presenta la secuencia e interacción de los principales usos BIM del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Esto resulta esencial, ya que permite que todos los miembros del equipo entiendan con claridad cómo sus procesos de trabajo se relacionan e interactúan directamente con los procesos de los demás participantes.

Dado que esta investigación se centra específicamente en la especialidad de estructuras, el proceso BIM diseñado para el modelado de dicha disciplina se presenta detalladamente en la Figura 3.

Figura 35. *Procesos para el modelado de la especialidad de estructuras*



Nota. Adaptado de Barco, D. M. (s.f.). *Guía para implementar y gestionar proyectos*

Como se detalla en la Figura 35, se establece la secuencia de pasos a seguir para crear el modelo. El uso principal de BIM en este flujo es la cuantificación de metrados, específicamente para las partidas de concreto, acero y encofrados.,

9.2 Modelado de estructuras (caso de estudio)

La especialidad de estructuras del modelo BIM se desarrollará utilizando el software REVIT 2025. Para su creación, se aplicará el proceso detallado en la Figura 35, tomando como caso de estudio el proyecto denominado "Vivienda multifamiliar Collasuyo", proyecto que se encuentra ubicado en la ciudad del Cusco.

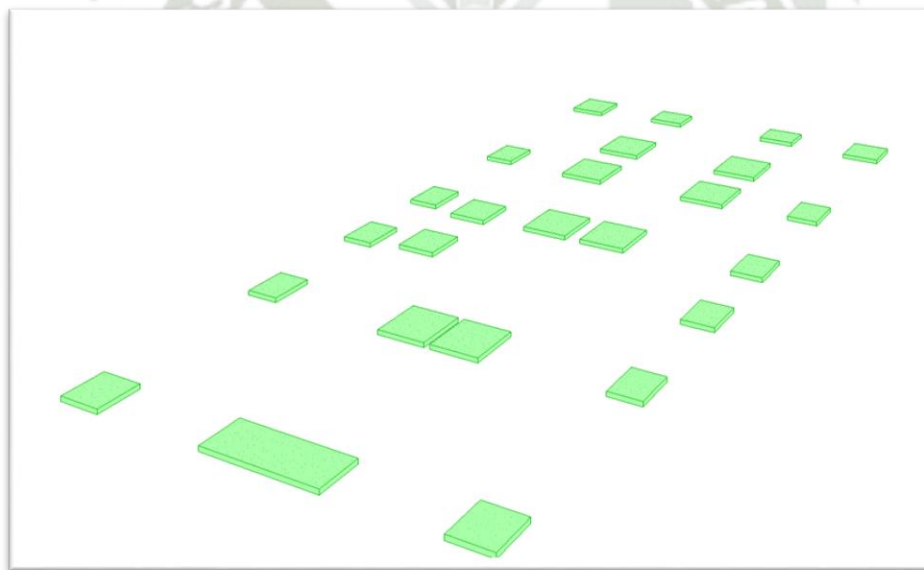
Los elementos incluidos en el modelo cubren el área completa de estructuras del proyecto.

Estos componentes son: solados, zapatas, vigas de cimentación, cimientos corridos, columnas, vigas y losas. Por otra parte, las partidas de costo analizadas en relación con estos elementos se centran en el concreto, el encofrado y el acero de refuerzo.

9.2.1 *Modelado de solados*

El proyecto cuenta con solado $f'c = 100\text{kg/cm}^2$ para un espesor de 10cm, se coloca en la base de las zapatas antes de verter el hormigón estructural de la cimentación. Este solado tiene varias funciones importantes: protección del hormigón estructural, mejora de la resistencia al asentamiento, proporciona una base más estable sobre la cual se construye la cimentación

Figura 36. *Solado para zapatas*



Nota. Elaboración propia

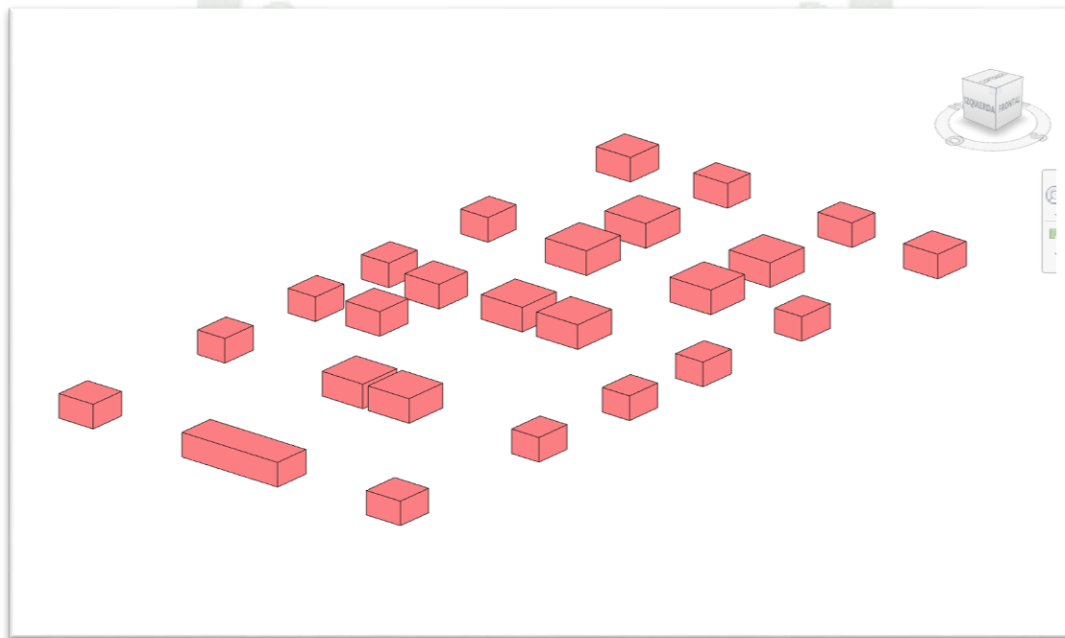
9.2.1.1 **Análisis de resultados del modelado de solados**

Se realizó el modelado de los solados para zapatas, solados con un espesor de 0.10cm en las cuales fueron verificadas y comparadas con los planos proporcionados, los valores del modelado serán vinculados en el software Delphin Express

9.2.2 Modelado de zapatas

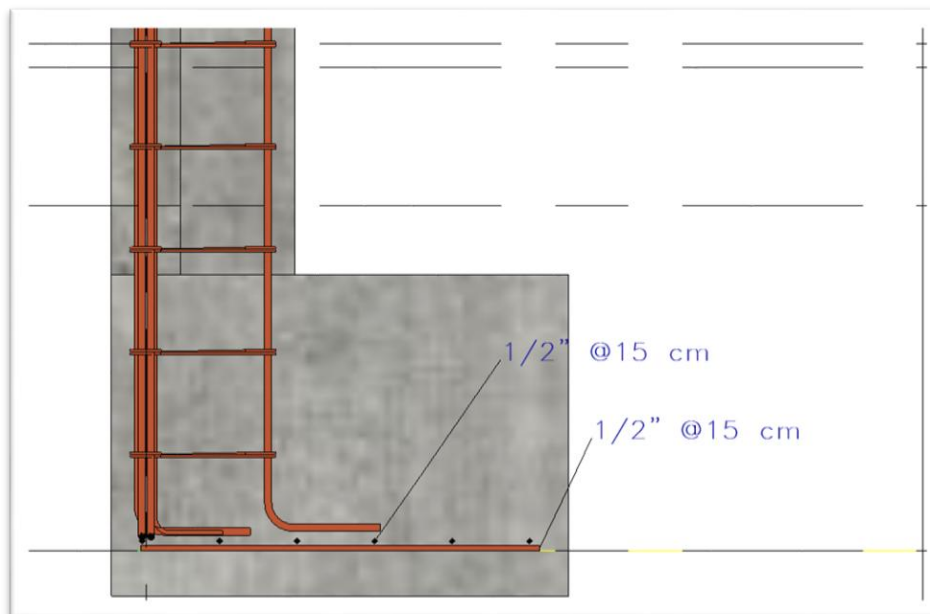
En el proyecto modelado hay 5 tipos de zapatas de concreto armado de diferentes tamaños, con una altura de 0.60m, con una armadura de acero de $\varnothing 1/2$ " a 0.15cm en ambas direcciones, tanto para X-X y Y-Y.

Figura 37. Zapata de concreto armado



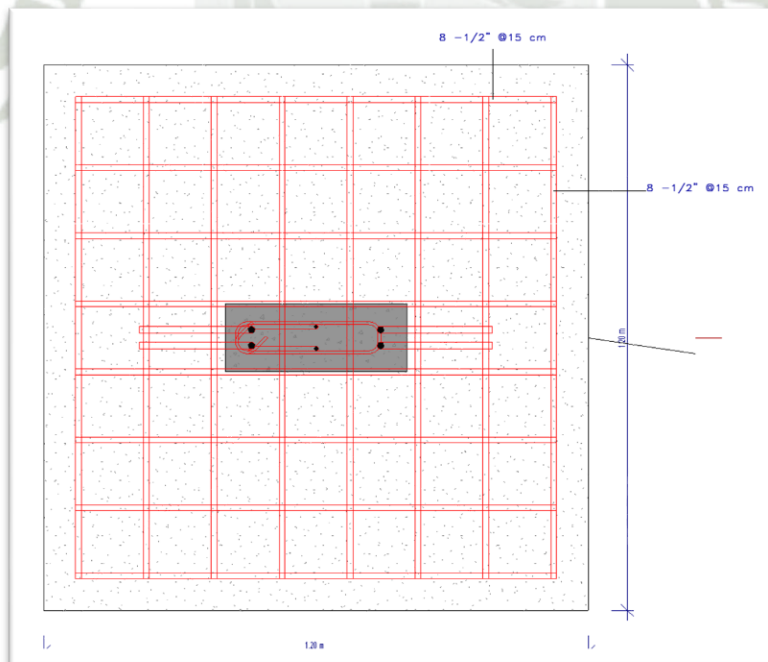
Nota. Elaboración propia

Figura 38. Detalle de acero en zapata típica (perfil)



Nota. Elaboración propia

Figura 39. Detalle de acero en zapata típica (planta)



Nota. Elaboración propia

Se modeló el concreto, distribución de acero y encofrado en las 5 diferentes tipos de zapatas dentro del proyecto con el programa Revit, el cual nos proporcionó la cuantificación de metrados de cada partida descrita, tablas que son calculadas de manera automática en base al modelo, el cual se enlazaré con el software Delphin Express para sacar el presupuesto.

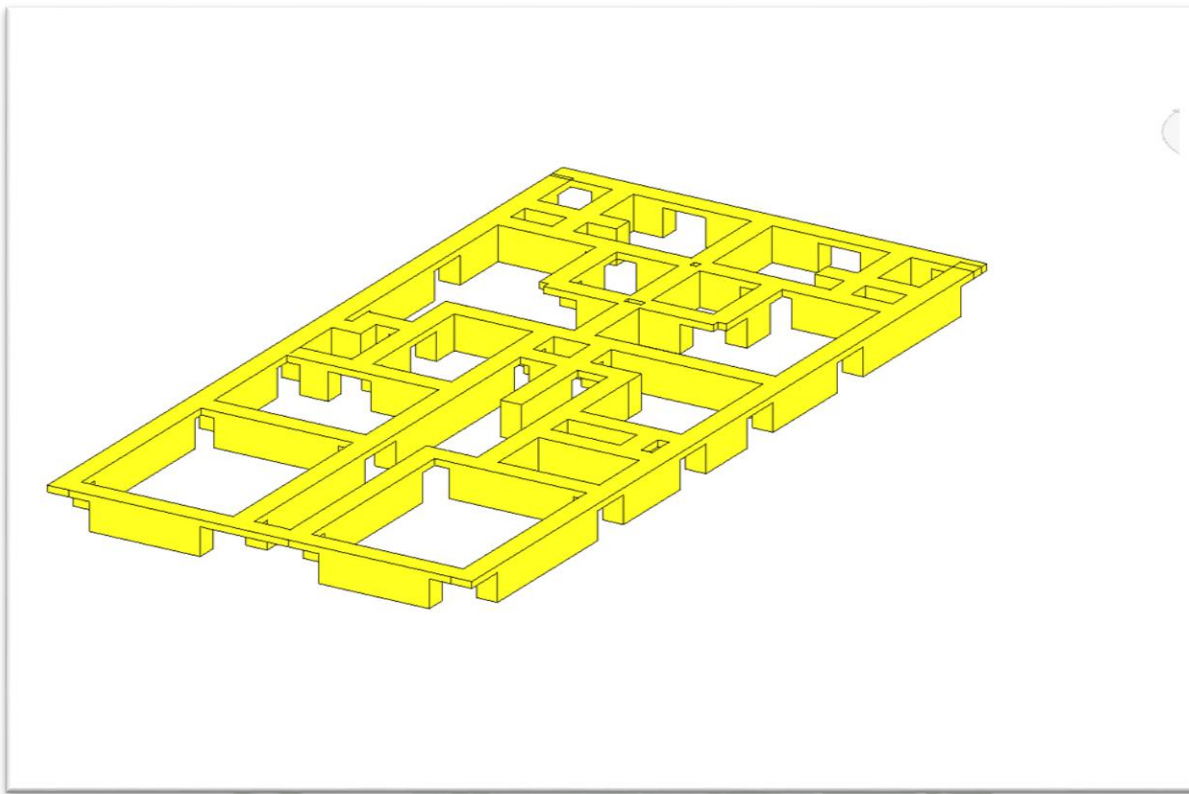
9.2.2.1 Análisis de resultados del modelado de zapatas

Se realizó el modelado de las zapatas, 5 tipos diferentes de zapatas en las cuales fueron verificadas y comparadas con los planos proporcionados, los valores del modelado serán vinculados en el software Delphin Express

9.2.3 *Modelado de cimiento corrido*

El proyecto modelado cuenta con 6 secciones diferentes de Cimientos corridos descritos en los planos,

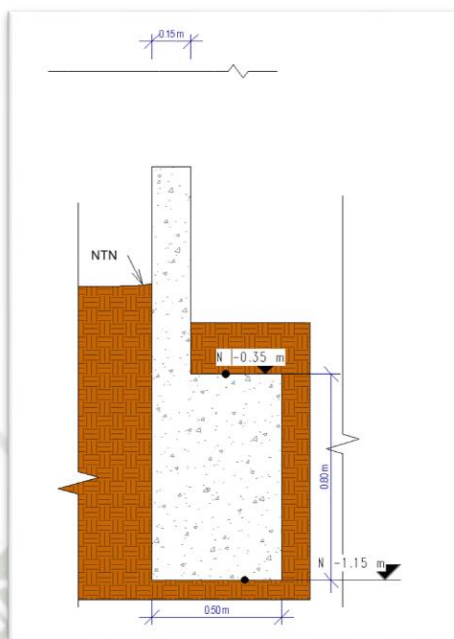
Figura 40. *Cimientos corridos de concreto ciclópeo*



Nota. Elaboración propia

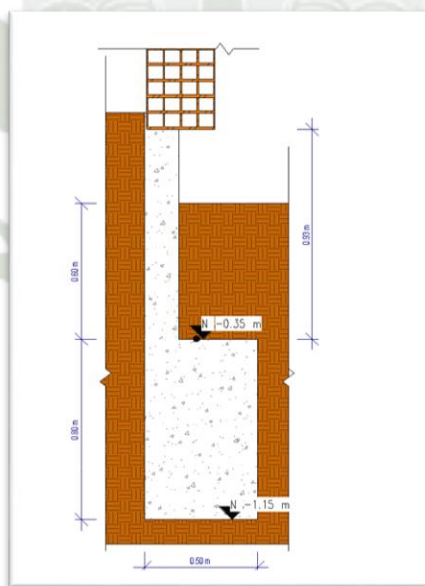


Figura 41. *Cimiento corrido 1*



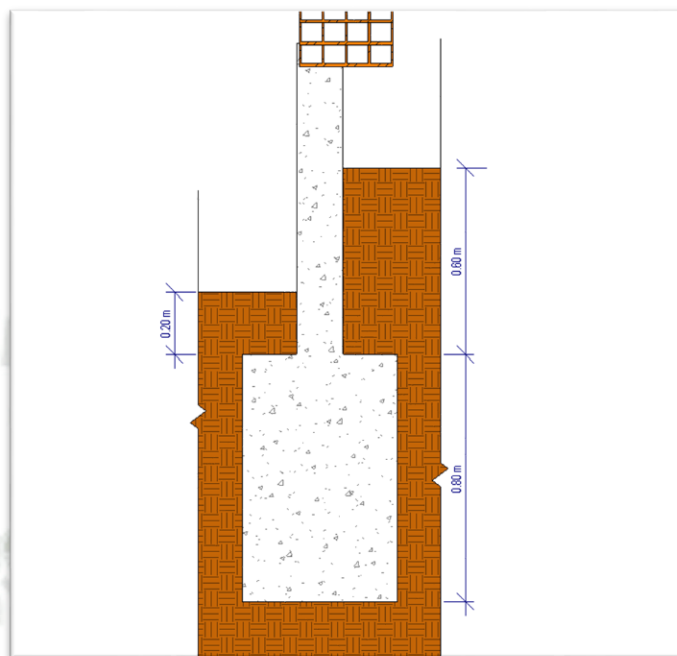
Nota. Elaboración propia

Figura 42. *Cimiento corrido 2*



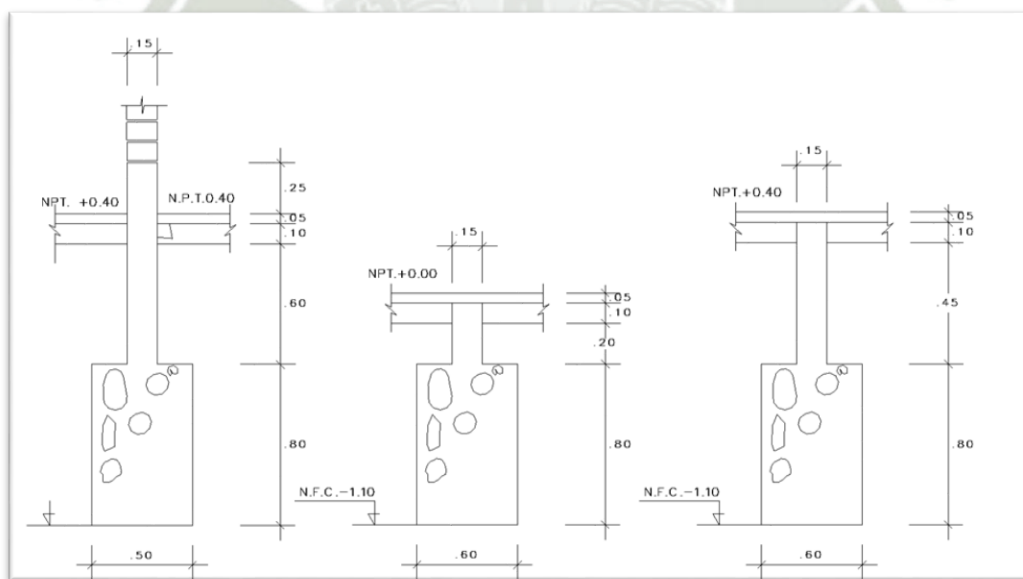
Nota. Elaboración propia

Figura 43. *Cimiento corrido 3*



Nota. Elaboración propia

Figura 44. *Cimiento corrido 4,5,y 6*



Nota. Elaboración propia

Se modeló el concreto, distribución de acero y encofrado en los 6 diferentes tipos de cimientos corridos dentro del proyecto con el programa Revit, el cual nos proporcionó la cuantificación de metrados de cada partida descrita, tablas que son calculadas de manera automática en base al modelo, el cual se enlazará con el software Delphin Express para sacar el presupuesto.

9.2.3.1 Análisis de resultados del modelado de cimientos corridos

Se realizó el modelado de los cimientos corridos, 6 tipos diferentes de cimientos corridos en las cuales fueron verificadas y comparadas con los planos proporcionados, los valores del modelado serán vinculados en el software Delphin Express

9.2.4 Modelado de columnas

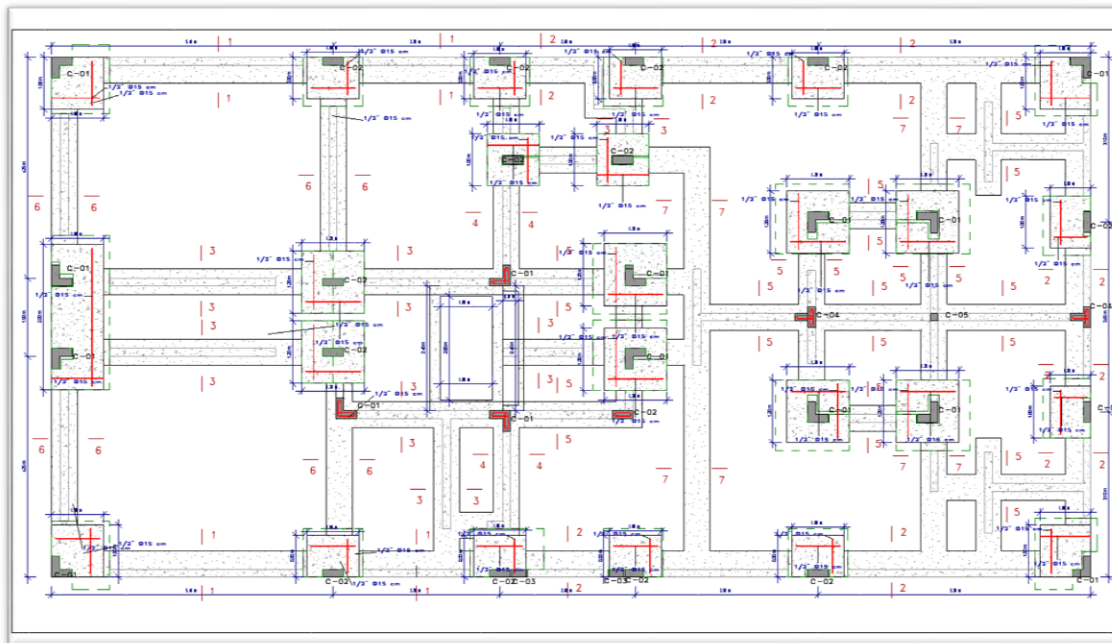
El proyecto modelado cuenta con 4 tipos de columnas de concreto armado de diferentes dimensiones, con una armadura de acero de $\varnothing 3/8''$ con variada distribución de aceros en estribos, los cuales se definen a continuación

Figura 45. Detalle de columnas

CUADRO DE COLUMNAS				
TIPO	C-1	C-2	C-3	C-4
DIMENSION				
ESTRIBOS	$\varnothing 1/4'$ 3e. 05, 5e. 10, 5e. 15 RESTO .20	$\varnothing 1/4'$ 3e. 05, 5e. 10, 5e. 15 RESTO .20	$\varnothing 1/4'$ 3e. 05, 5e. 10, 5e. 15 RESTO .20	$\varnothing 1/4'$ 3e. 05, 5e. 10, 5e. 15 RESTO .20

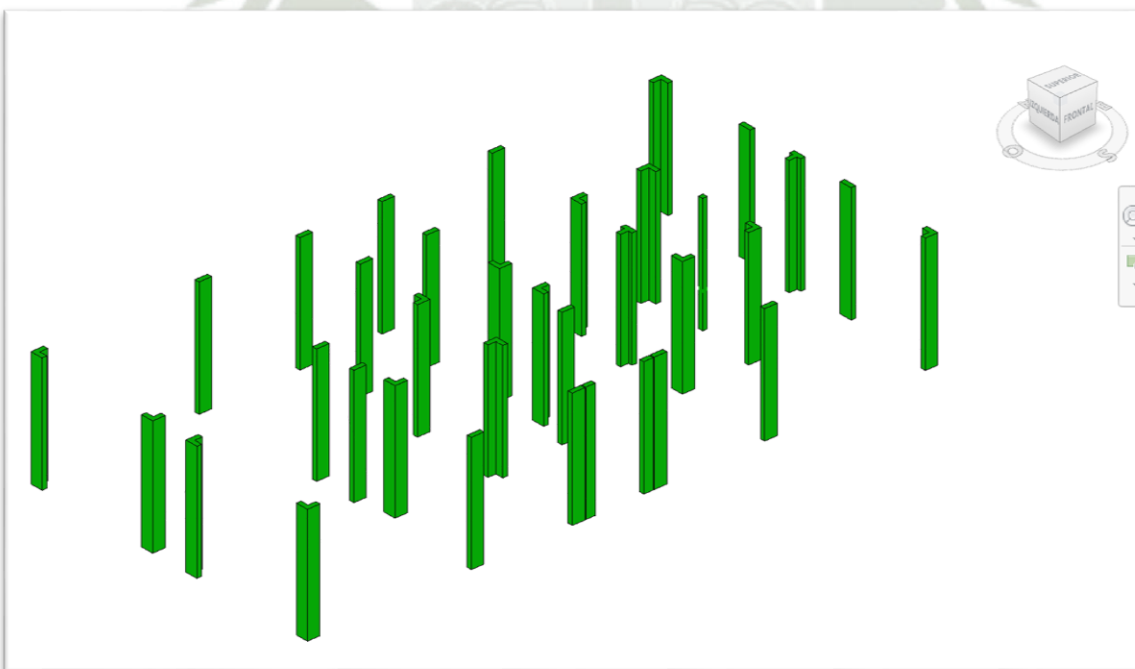
Nota. Elaboración propia

Figura 46. Distribución de columnas



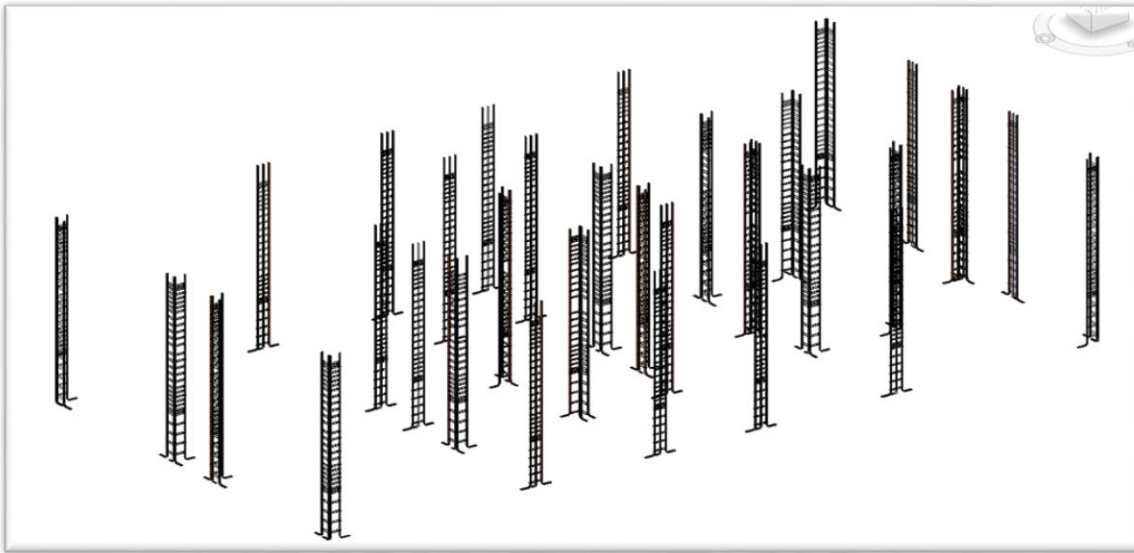
Nota. Elaboración propia

Figura 47. Modelado de concreto en columnas de C.A.



Nota. Elaboración propia

Figura 48. Modelado de acero en columnas de C.A.



Nota. Elaboración propia

Se modeló el concreto, distribución de acero y encofrado en los 4 diferentes tipos de columnas dentro del proyecto con el programa Revit, el cual nos proporcionó la cuantificación de metros de cada partida descrita, tablas que son calculadas de manera automática en base al modelo, el cual se enlazaré con el software Delphin Express para sacar el presupuesto.

9.2.4.1 Análisis de resultados del modelado de columnas

Se realizó el modelado de las columnas, 4 tipos diferentes de columnas en las cuales fueron verificadas y comparadas con los planos proporcionados, los valores del modelado serán vinculados en el software Delphin Express

9.2.5 Modelado de vigas

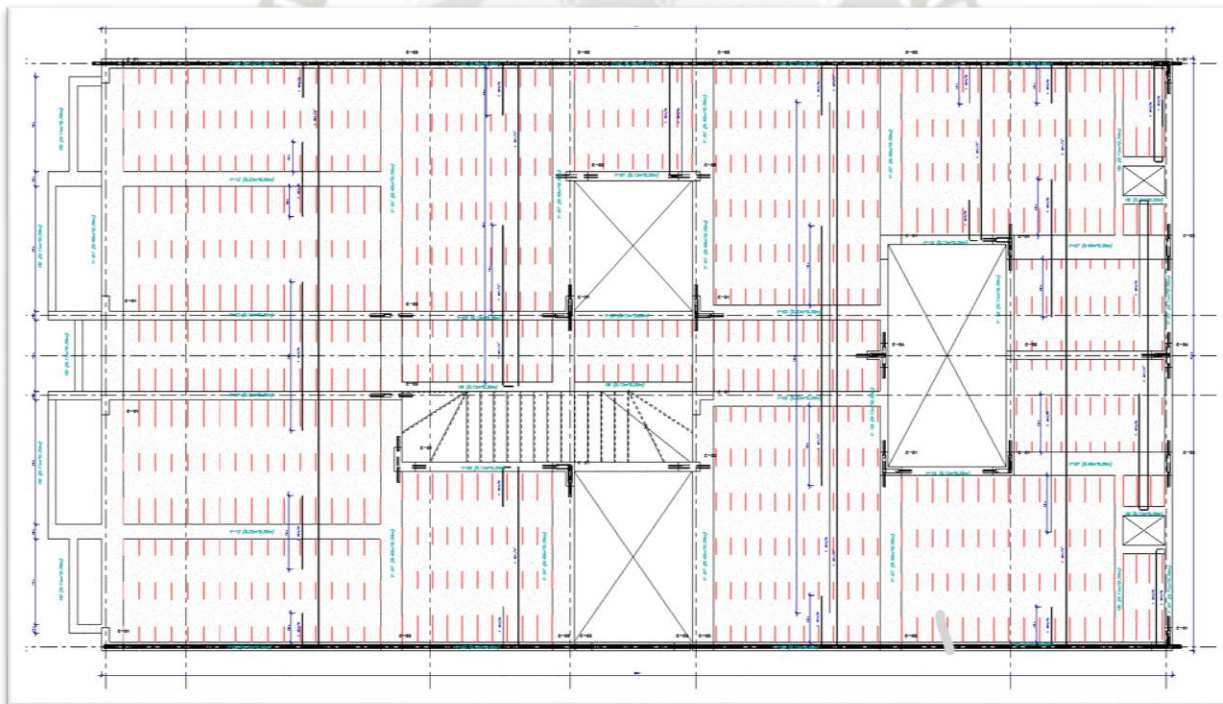
El proyecto modelado cuenta con 11 tipos de vigas de concreto armado de diferentes dimensiones, con variada distribución de aceros en estribos, los cuales se definen en la figura 49

Figura 49. *Detalle de vigas*

Tipo	Modelo
EST - Viga de concreto V-00	V-00 (0.15m*0.40m)
EST - Viga de concreto V-01	V-01 (0.15m*0.20m)
EST - Viga de concreto V-03	V-03 (0.15m*0.30m)
EST - Viga de concreto V-04	V-04 (0.15m*0.30m)
EST - Viga de concreto V-05	V-05 (0.25m*0.20m)
EST - Viga de concreto V-06	V-06 (0.15m*0.20m)
EST - Viga de concreto V-07	V-07 (0.40m*0.20m)
EST - Viga de concreto V-10	V-10 (0.15m*0.20m)
EST - Viga de concreto V-12	V-12 (0.25m*0.20m)
EST - Viga de concreto V-VB	VB (0.15m*0.20m)
EST - Viga de concreto V-VD	VD (0.15m*0.20m)

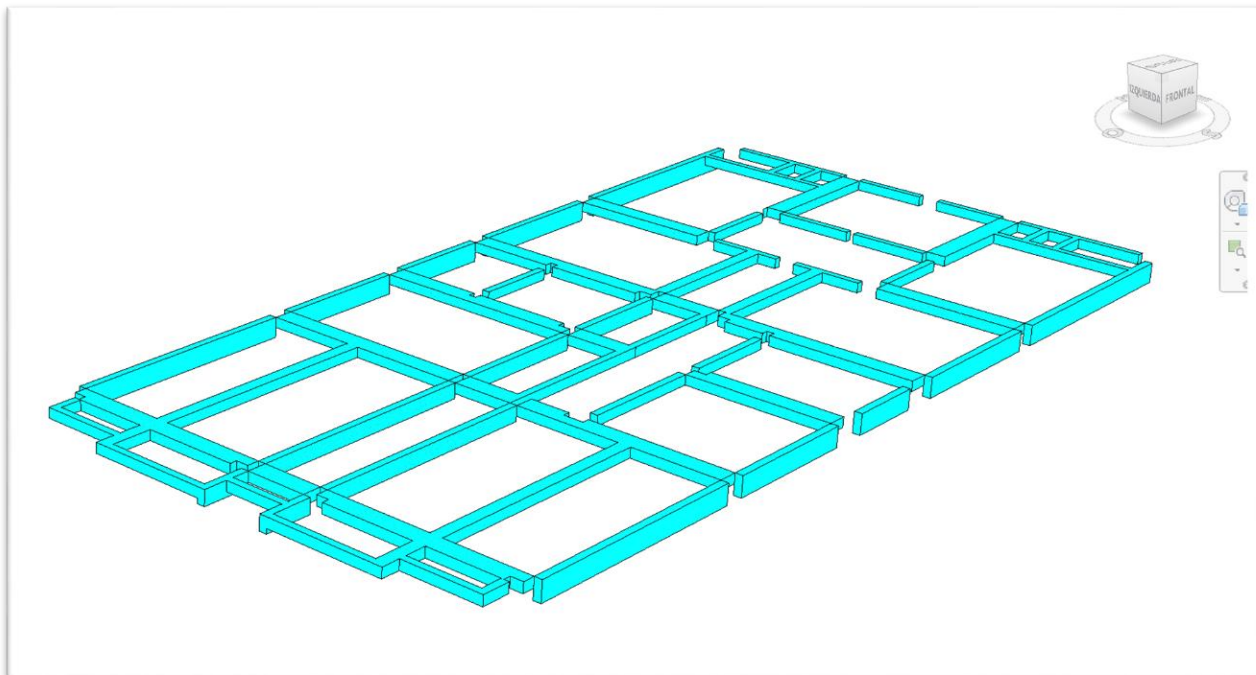
Nota. Elaboración propia

Figura 50. *Distribución de vigas*



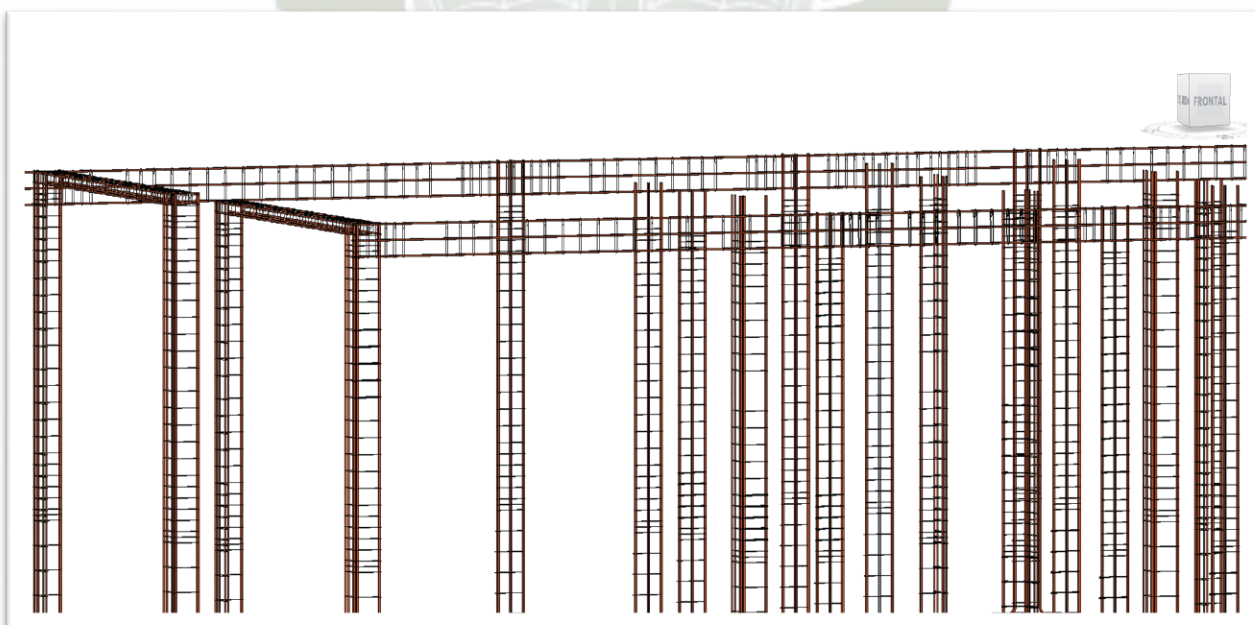
Nota. Elaboración propia

Figura 51. Modelado de concreto en vigas de C.A.



Nota. Elaboración propia

Figura 52. Modelado de acero en vigas de C.A.



Nota. Elaboración propia

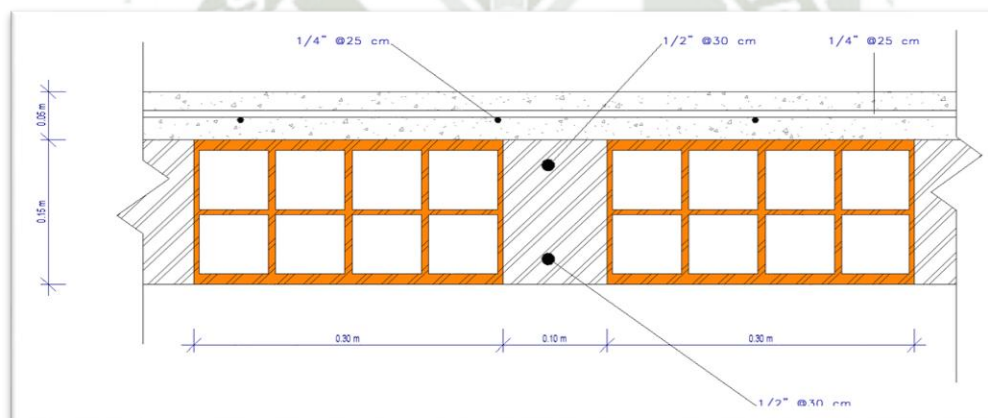
9.2.5.1 Análisis de resultados del modelado de vigas

Se realizó el modelado de las vigas, 11 tipos diferentes de vigas en las cuales fueron verificadas y comparadas con los planos proporcionados, los valores del modelado serán vinculados en el software Delphin Express

9.2.6 Modelado de losa aligerada

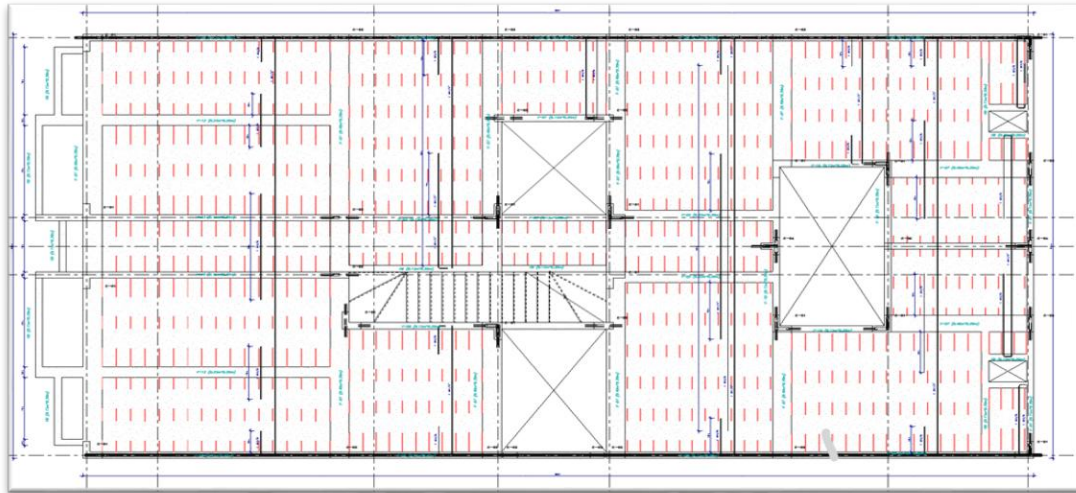
El proyecto modelado cuenta con una losa aligerada de $e = 0.20\text{m}$, con una distribución de acero como se muestra en la figura 54

Figura 53. Detalle de losa aligerada



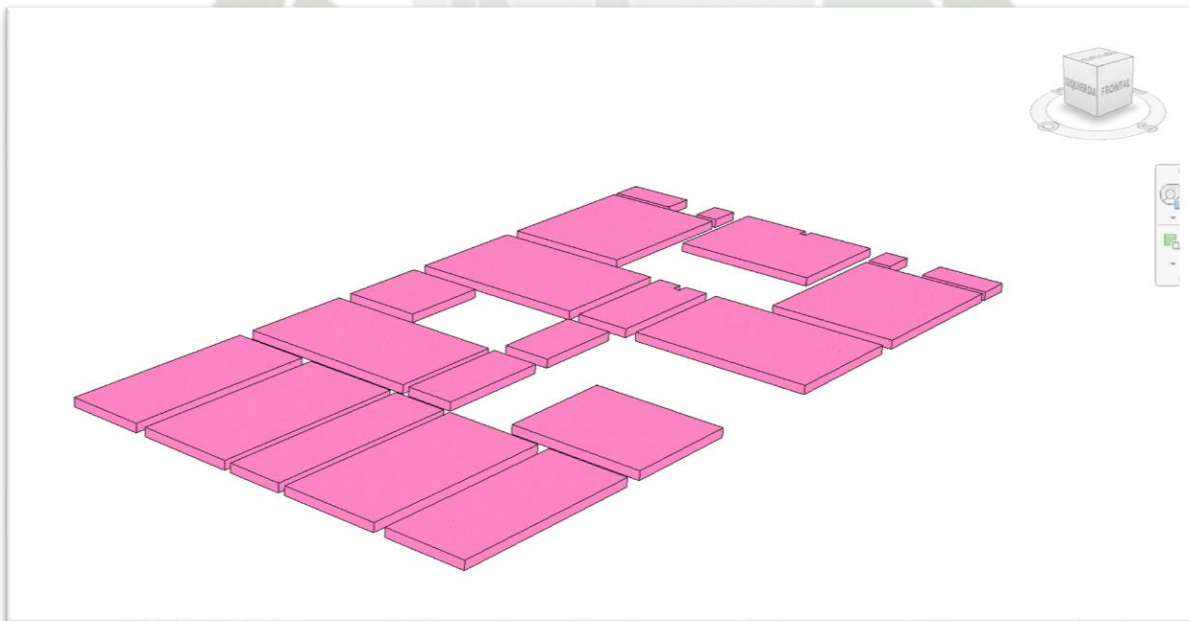
Nota. Elaboración propia

Figura 54. *Distribución de losa aligerada*



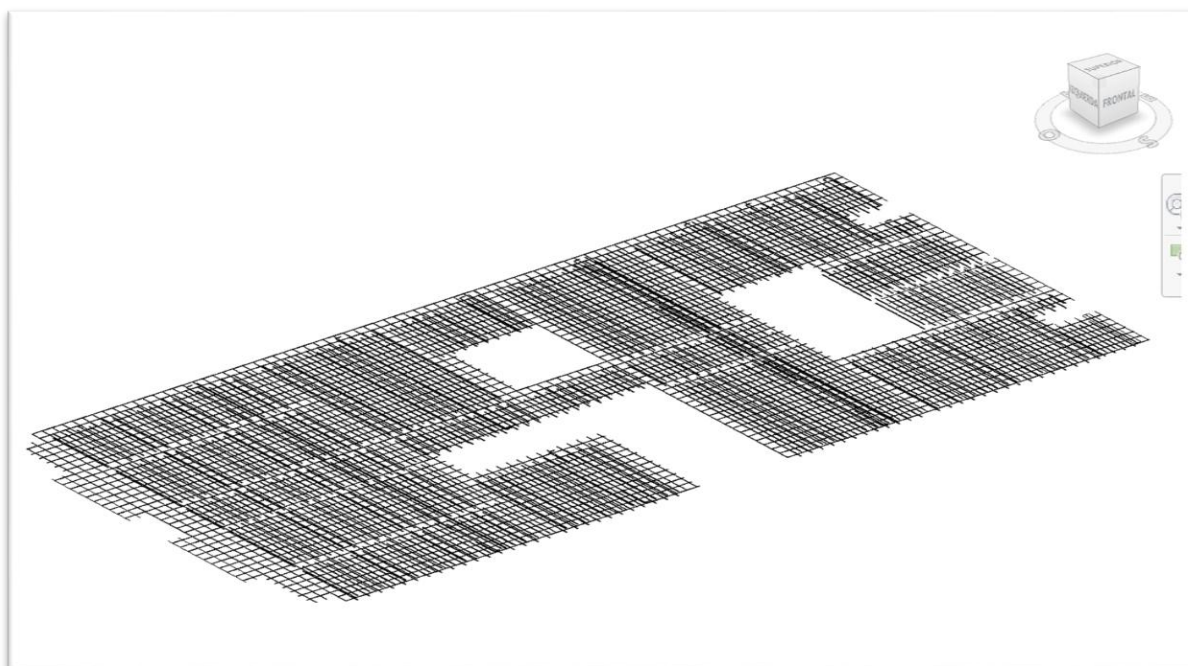
Nota. Elaboración propia

Figura 55. *Modelado de concreto en losas de C.A.*



Nota. Elaboración propia

Figura 56. Modelado de acero en losas de C.A.



Nota. Elaboración propia

9.2.6.1 Análisis de resultados del modelado de losa

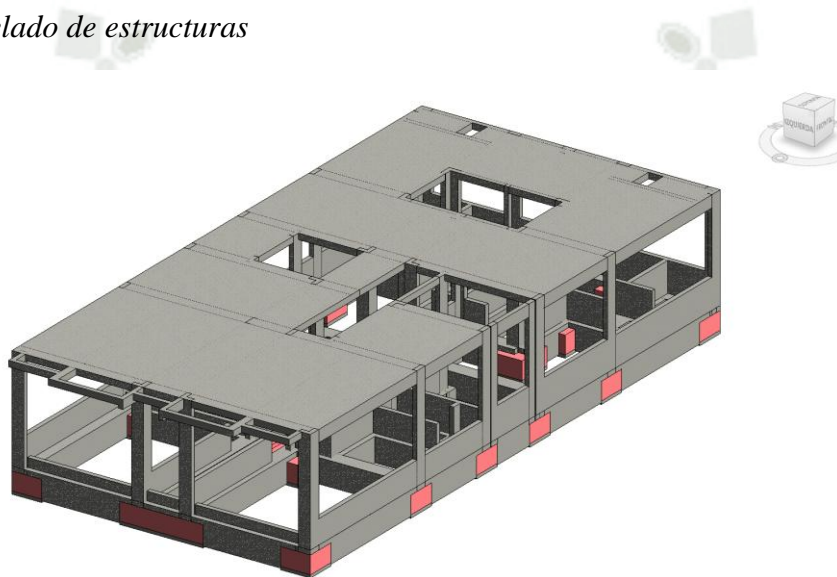
Se realizó el modelado de la losa aligerada, losa aligerada que fue verificado y comparado con los planos proporcionados, los valores del modelado serán vinculados en el software Delphin Express

10 Análisis de costos e interferencias del modelo 3D

10.1 Análisis de interferencias

Se hizo el modelado de las especialidades de II.SS, II.EE y arquitectura (Casco rojo) para revisar las interferencias o conflictos entre especialidades.

Figura 57. Modelado de estructuras



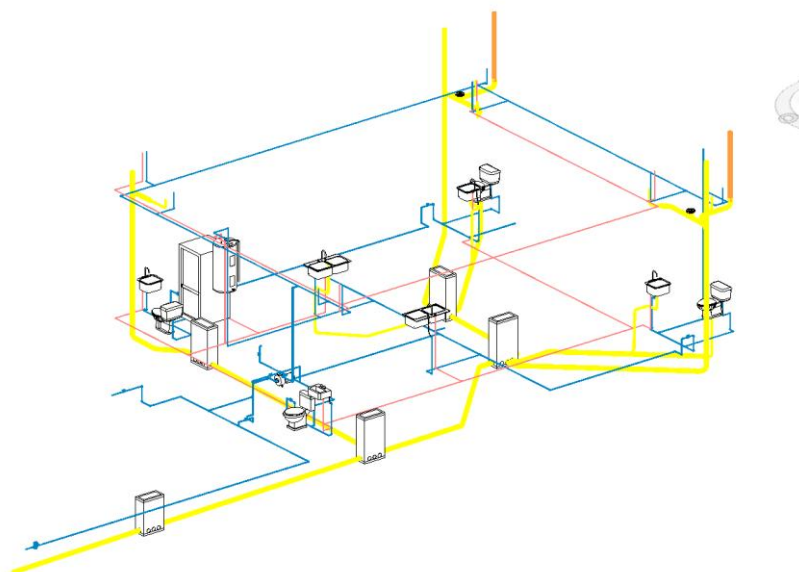
Nota. Elaboración propia

Figura 58. Modelado arquitectura (casco rojo)



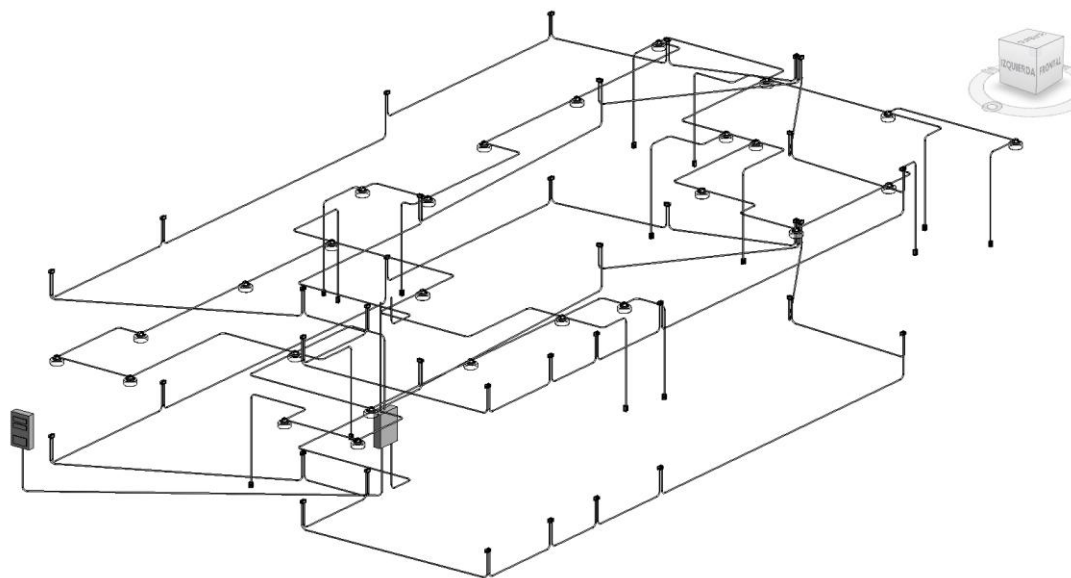
Nota. Elaboración propia

Figura 59. Modelado II.SS



Nota. Elaboración propia

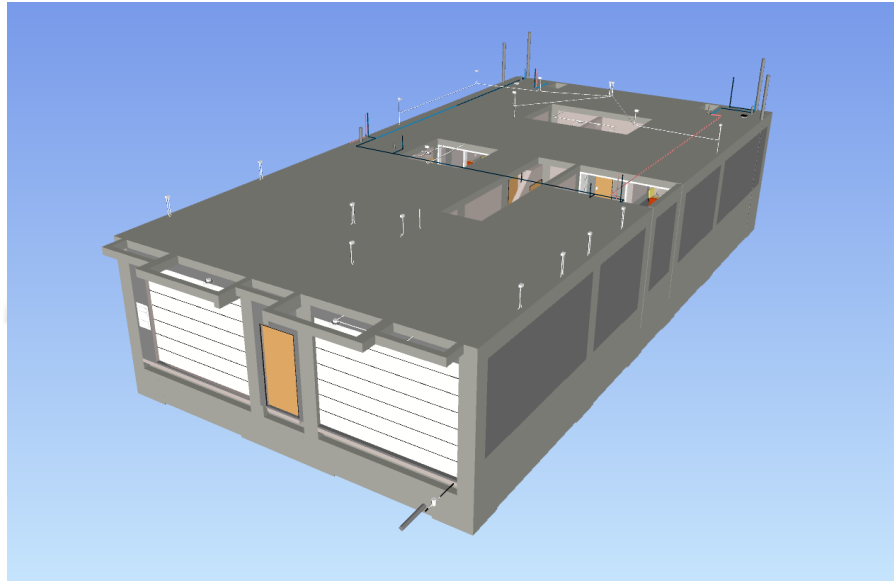
Figura 60. Modelado II.EE



Nota. Elaboración propia

El análisis de las interferencias se hizo en el software Navisworks en las especialidades de estructuras, II.SS, II.EE y los muros (casco rojo)

Figura 61. *Modelo en Navisworks para verificación de conflictos*

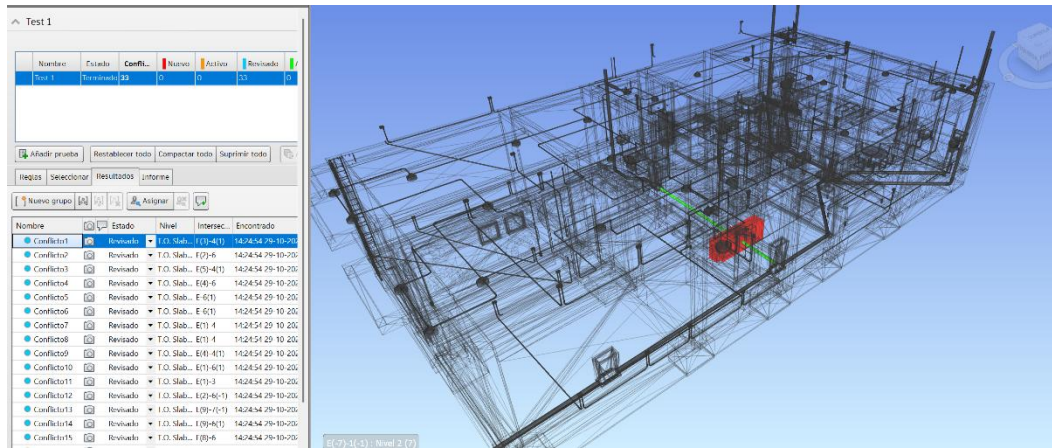


Nota. Elaboración propia

- ✓ De las interferencias detectadas:
 - De la especialidad de estructuras e II.SS

Se detectaron 33 interferencias todas del montante general de desagüe con los cimientos corridos de la estructura, las cuales fueron revisadas y aprobadas, se generó el reporte de interferencias (Ver anexo: REPORTE DE INTERFERENCIAS (EST-II.SS))

Figura 62. Interferencias EST-II.SS

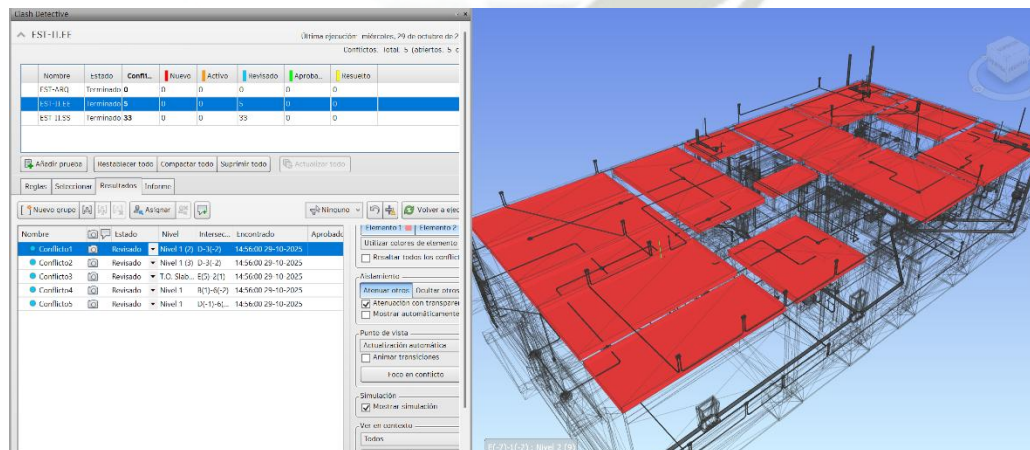


Nota. Elaboración propia

- De la especialidad de estructuras e II.EE

Se detectaron 5 interferencias, de las cuales 2 están referidas al cruce de tubería con la loza, 1 al cruce de tubería con un sobrecimiento, y 2 al cruce de la tubería con columnas, las cuales fueron revisadas y aprobadas, se generó el reporte de interferencias (Ver anexo: REPORTE DE INTERFERENCIAS (EST-II.EE))

Figura 63. Interferencias EST-II.EE

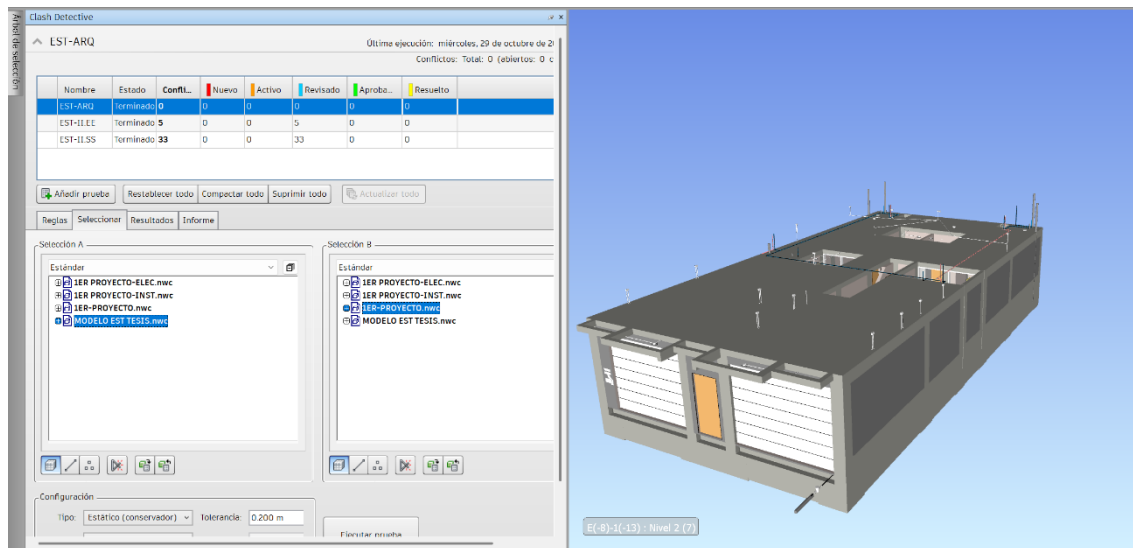


Nota. Elaboración propia

- De la especialidad de estructuras y arquitectura (Casco rojo)

No se detectaron interferencias (Ver anexo: REPORTE DE INTERFERENCIAS (EST-ARQ))

Figura 64. Interferencias EST-ARQ.(casco rojo)



Nota. Elaboración propia

10.2 Análisis de costos

10.2.1 Impacto económico

El impacto económico que tendría cada conflicto si no se resolviera durante la fase de diseño:

- ✓ Respecto a EST-II.SS

De las 33 interferencias detectadas dentro del análisis de conflictos entre las especialidades de estructuras e II.SS, no se genera mayor impacto económico, ya que solo se dejarán pases en las cimentaciones corridas para las tuberías de desagüe.

- ✓ Respecto a EST-II.EE

De las 5 interferencias detectadas dentro del análisis de conflictos entre las especialidades de estructuras e II.EE, se genera dos puntos críticos en el cruce de tubería de luz con columna, por lo cual, esto generaría un costo de accesorios (curvas) para evitar cruzar la tubería con las columnas, en cada caso para evitar el cruce, se haría uso de tres curvas Conduit, los cuales se encuentran valorizados en S/ 5.00 , haciendo un total de S/ 30.00

- ✓ Respecto a EST-ARQ (casco rojo)

No se detectaron interferencias respecto a la especialidad de estructuras con arquitectura (casco rojo)

10.2.2 *Asignación de recursos para el análisis de interferencias*

Se asignará los siguientes recursos para el análisis de interferencias:

- ✓ Del personal técnico:

El coordinador BIM será el encargado de realizar el análisis de las interferencias de las diferentes especialidades

- ✓ Del uso de herramientas digitales:

Se hará uso del software Revit para el modelo de las especialidades y del software Navisworks para la detección de interferencias de las especialidades

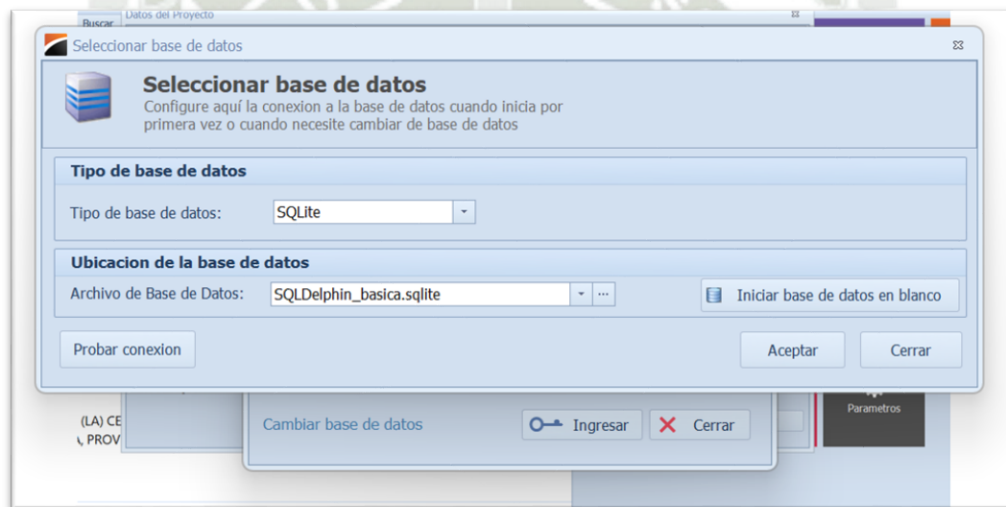
11 Creación del cuerpo del presupuesto en el software Delphin Express bajo el enfoque PMBOK

11.1 Creación de proyecto

11.1.1 *Creación de la base de datos*

Para iniciar, creamos una nueva base de datos utilizando un formato completamente en blanco. Este proceso se lleva a cabo al comenzar el software, donde seleccionamos la opción "Iniciar base de datos en blanco," tal como se ilustra en la Figura 65.

Figura 65. Base de datos en blanco

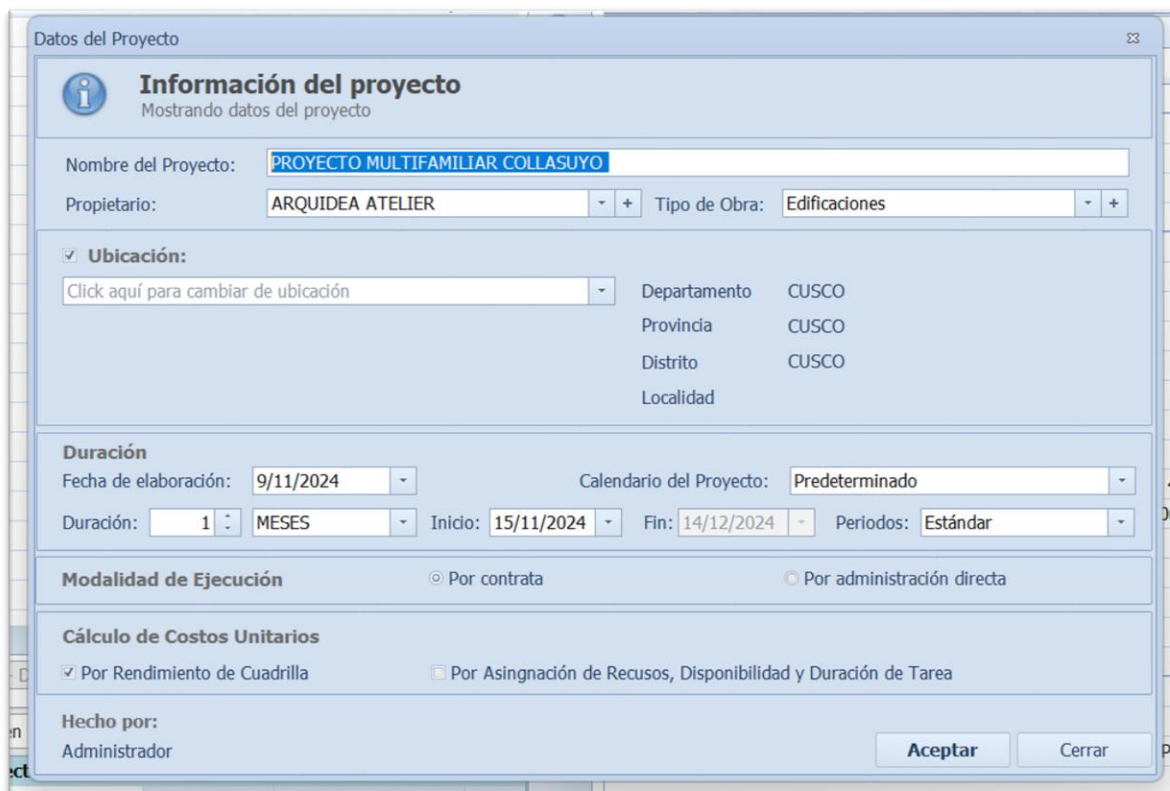


Nota. Elaboración propia

11.1.2 *Creación del proyecto e inserción de los datos generales*

Se creó el proyecto nuevo, y la inserción de los datos generales del proyecto como se muestra en la figura 66

Figura 66. Creación del proyecto y datos generales



Datos del Proyecto

Información del proyecto
Mostrando datos del proyecto

Nombre del Proyecto:

Propietario: Tipo de Obra:

Ubicación:
 Departamento: CUSCO
 Provincia: CUSCO
 Distrito: CUSCO
 Localidad:

Duración
 Fecha de elaboración: Calendario del Proyecto:
 Duración: Inicio: Fin: Periodos:

Modalidad de Ejecución
 Por contrata Por administración directa

Cálculo de Costos Unitarios
 Por Rendimiento de Cuadrilla Por Asignación de Recursos, Disponibilidad y Duración de Tarea

Hecho por:
Administrador

Nota. Elaboración propia

11.2 Creación de los insumos

Se insertó los insumos con los costos que maneja la empresa Arquidea Atelier dentro del software Delphin Express (figura 67)

Figura 67. Inserción de los insumos con sus costos respectivos

Cod.	Descripcion	Precio Unit.
MANO DE OBRA		
010020...	OPERARIO	27.37
010020...	OFICIAL	21.52
010020...	PEON	19.54
MATERIALES		
040020...	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	8.00
130020...	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	32.00
070020...	HORMIGON	85.00
390020...	AGUA	2.00
070020...	ARENA GRUESA	90.00
040020...	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	5.50
040020...	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	8.00
050010...	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	75.00
020010...	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	7.50
020010...	PERNO DE ANCLAJE PARA ENCOFRADO 1/2" x 0.50m	4.50
540010...	LACA PROTECTORA ENCOFRADP P/ CONCRETO	41.00
430010...	MADERA TORNILLO	8.50
450010...	TRIPLAY LUPUNA DE 4x8x6mm	42.00
050010...	PIEDRA MEDIANA DE 8"	64.00
EQUIPO		
010020...	Herramientas manuales	26,730.56
010020...	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	7.50
010020...	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 18 HP	15.00

Nota. Elaboración propia

11.3 Creación de los Análisis de costos unitarios

Se creó los análisis de costo unitarios con los insumos insertados y rendimientos manejados por la empresa Arquidea Atelier (figura 68)

Figura 68. Creación de análisis de costos unitarios

Análisis de costo unitario						
Grupo:	COLLASUYO	Unidad:	m³	DURACION PROGRAMADA		
Descripcion:	Concreto en vigas P'c = 210 kg/cm2	Especificaciones:		1.000		
<input checked="" type="checkbox"/> Por Rendimiento	<input type="checkbox"/> Por Asignación	Rend:	11.00	m³	x	8.00 Horas / Día
Descripcion	Un...	Nro. Rec.	% D...	Cantidad	Precio	Total
MANO DE OBRA						
010020001 OPERARIO	hh	1.00		0.7273	27.37	19.91
010020006 OFICIAL	hh	1.00		0.7273	21.52	15.65
010020007 PEON	hh	8.00		5.8182	19.54	113.69
MATERIALES						
390020001 AGUA	m³		0%	0.1860	2.00	0.37
050010001 PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³		0%	0.5300	75.00	39.75
070020080 ARENA GRUESA	m³		0%	0.5200	90.00	46.80
130020001 CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0%	9.7300	32.00	311.36
EQUIPO						
010020008 Herramientas manuales	%...			3%	149.25	4.48
010020045 MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 18 HP	hm	1.00	0%	0.7273	15.00	10.91
010020024 VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.00	0%	0.7273	7.50	5.45
SUB-CONTRATOS						
SUB-PARTIDAS						
						0.00
						0.00
Parcial :						568.37
Total por (m³)						568.37

Nota. Elaboración propia

11.4 Creación de la estructura del presupuesto bajo enfoque Pmbok

Se creó la estructura del presupuesto en base a las EDT realizadas en la empresa Arquidea Atelier para la especialidad de estructura definido en el caso de estudio (solado, zapatas, cimientos corridos, columnas, vigas y losa) (figura 69)

Figura 69. Estructura del presupuesto

<ul style="list-style-type: none"> ▼ 01 VIVIENDA MULTIFAMILIAR COLLASUYO <ul style="list-style-type: none"> ▼ 01.01 Estructuras (primer piso) <ul style="list-style-type: none"> ▼ 01.01.01 Solado <ul style="list-style-type: none"> 01.01.01.01 Concreto $F'c = 140\text{kg/cm}^2$ para solado $e = 0.10\text{m}$ ▼ 01.01.02 Zapata <ul style="list-style-type: none"> 01.01.02.01 Concreto zapata $F'c = 210\text{ kg/cm}^2$ 01.01.02.02 Acero corrugado $Fy = 4200\text{ kg/cm}^2$ grado 60 ▼ 01.01.03 Cimientos corridos <ul style="list-style-type: none"> 01.01.03.01 Cimiento corrido mezcla 1:10 cemento - hormigon 30% PG ▼ 01.01.04 Columnas <ul style="list-style-type: none"> 01.01.04.01 Concreto en columnas $F'c = 210\text{ kg/cm}^2$ 01.01.04.02 Acero corrugado $Fy = 4200\text{ kg/cm}^2$ grado 60 01.01.04.03 Encofrado y desencofrado normal en columnas ▼ 01.01.05 Vigas <ul style="list-style-type: none"> 01.01.05.01 Concreto en vigas $F'c = 210\text{ kg/cm}^2$ 01.01.05.02 Acero corrugado $Fy = 4200\text{ kg/cm}^2$ grado 60 01.01.05.03 Encofrado y desencofrado normal en vigas ▼ 01.01.06 Losas <ul style="list-style-type: none"> 01.01.06.01 Concreto en losa aligerada $F'c = 210\text{ kg/cm}^2$ 01.01.06.02 Acero corrugado $Fy = 4200\text{ kg/cm}^2$ grado 60 01.01.06.03 Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada

Nota. Elaboración propia

12 Integración del modelo BIM en el software Delphin Express

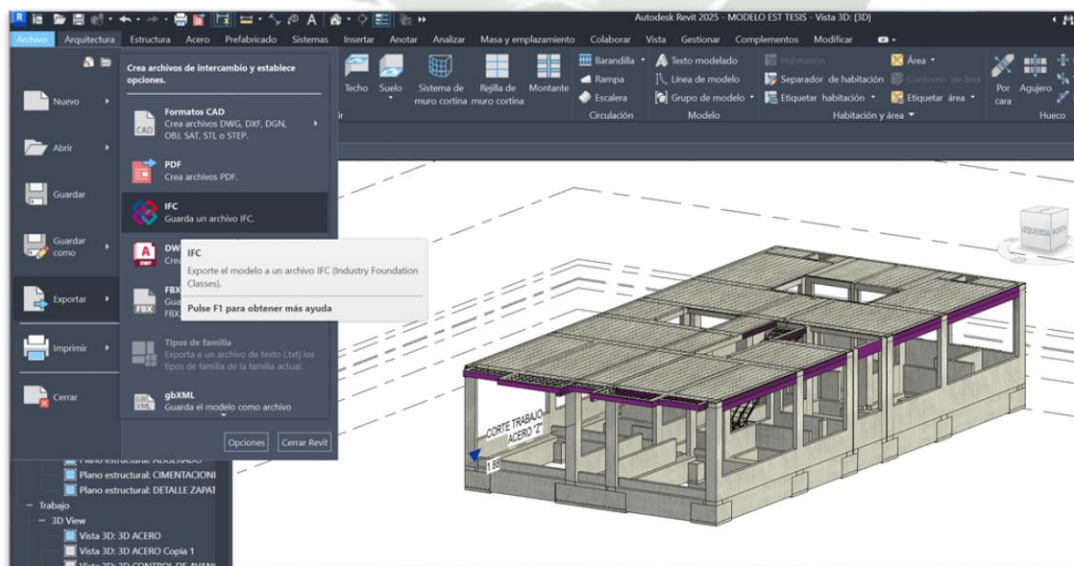
Una de las grandes ventajas que ofrece el programa Delphin Express es que permite vincular los elementos modelados de un proyecto en el formato IFC, gracias a esta ventaja se puede determinar el metrado del modelo 3D y vincularlo directamente en el software Delphin Express, gracias a esta integración se automatiza la extracción de los valores de los metrados del modelo en el software Delphin Express, esto nos permite realizar un presupuesto mucho más exacto, ya que las cantidades modeladas serán exactas.

Dicho proceso se realizó en el caso de estudio para el área de estructuras del primer nivel modelado en el programa Revit 2025.

12.1 Exportación del modelo BIM en formato IFC

Para la correcta exportación del modelo en formato IFC se irá a la pestaña “exportar” y luego a la pestaña “IFC” (figura 70)

Figura 70. Exportación del modelo BIM en formato .IFC



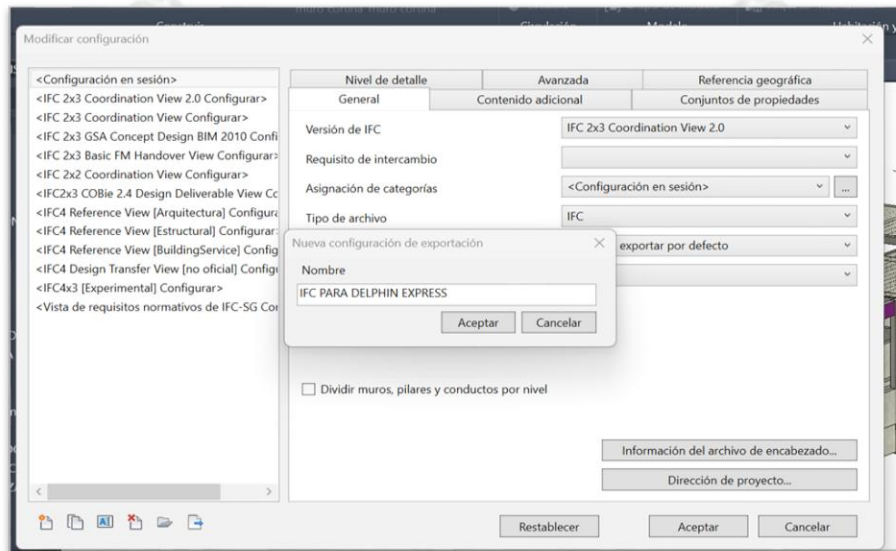
Nota. Elaboración propia

12.2 Configuración para la correcta exportación en formato IFC

12.2.1 Configuraciones generales para exportación en formato IFC

Se realizó las siguientes configuraciones generales para la exportación del modelo en formato IFC (figura 71).

Figura 71. Configuraciones generales para el formato IFC

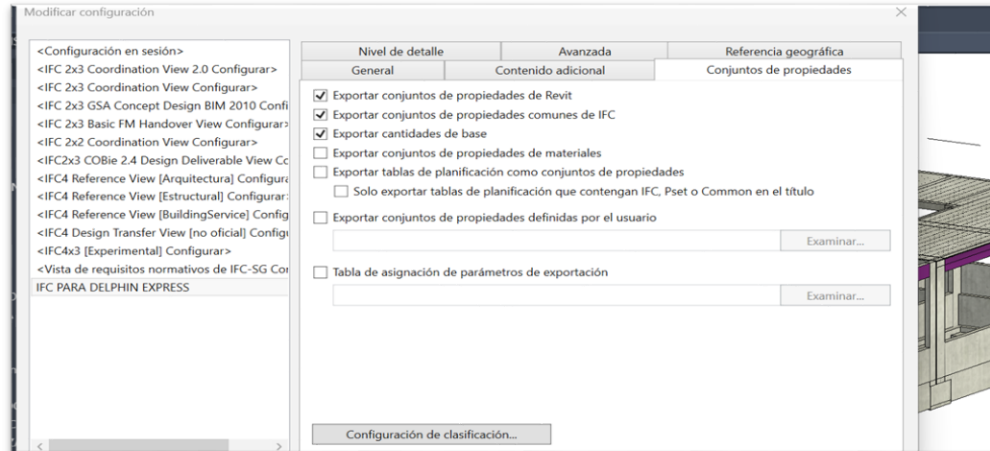


Nota. Elaboración propia

12.2.2 Configuraciones del conjunto de propiedades para la exportación en formato IFC

Se realizó las siguientes configuraciones del conjunto de propiedades para la exportación del modelo en formato IFC (figura 72)

Figura 72. Configuración del conjunto de propiedades para el formato IFC

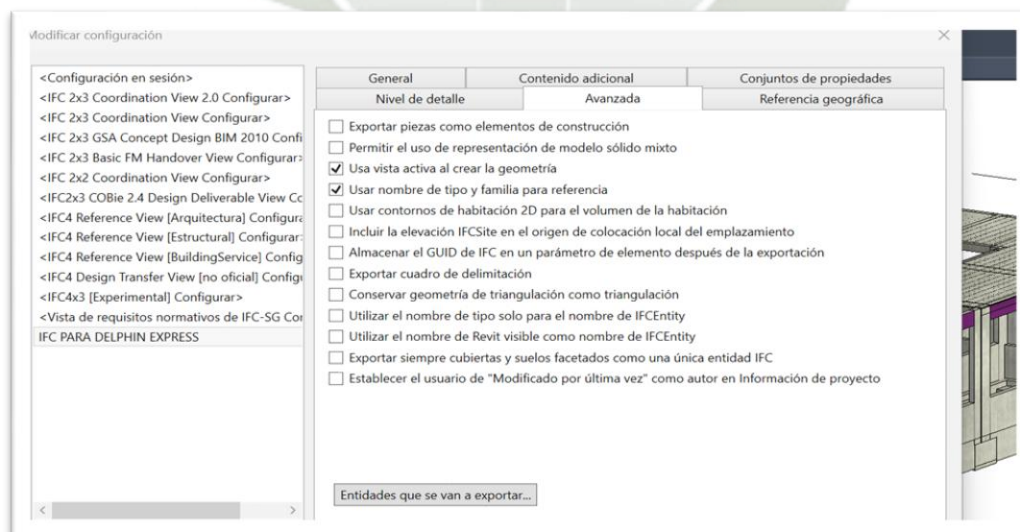


Nota. Elaboración propia

12.2.3 Configuraciones avanzadas para la exportación en formato IFC

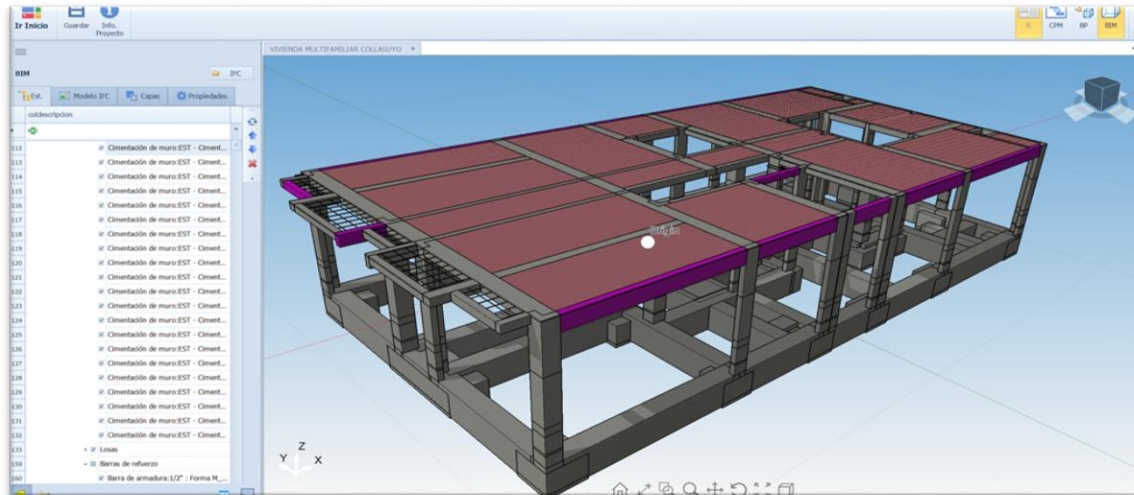
Se realizó las siguientes configuraciones avanzadas para la exportación del modelo en formato IFC (figura 73)

Figura 73. Configuraciones avanzadas para el formato IFC



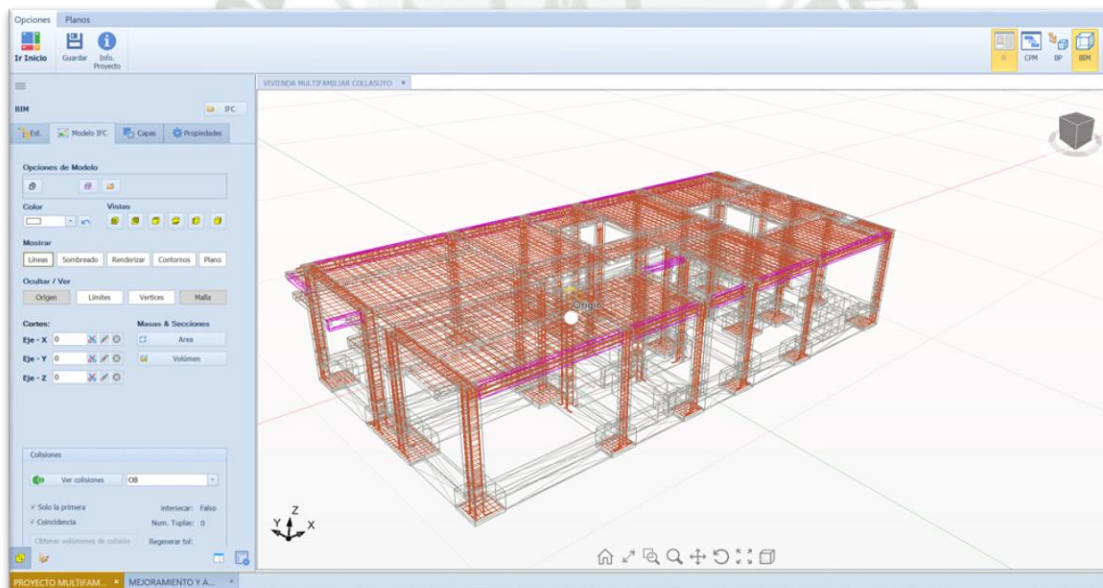
Nota. Elaboración propia

Figura 75. Modelo general dentro del software Delphin Express



Nota. Elaboración propia

Figura 76. Modelo de la estructura de acero dentro del software Delphin Express



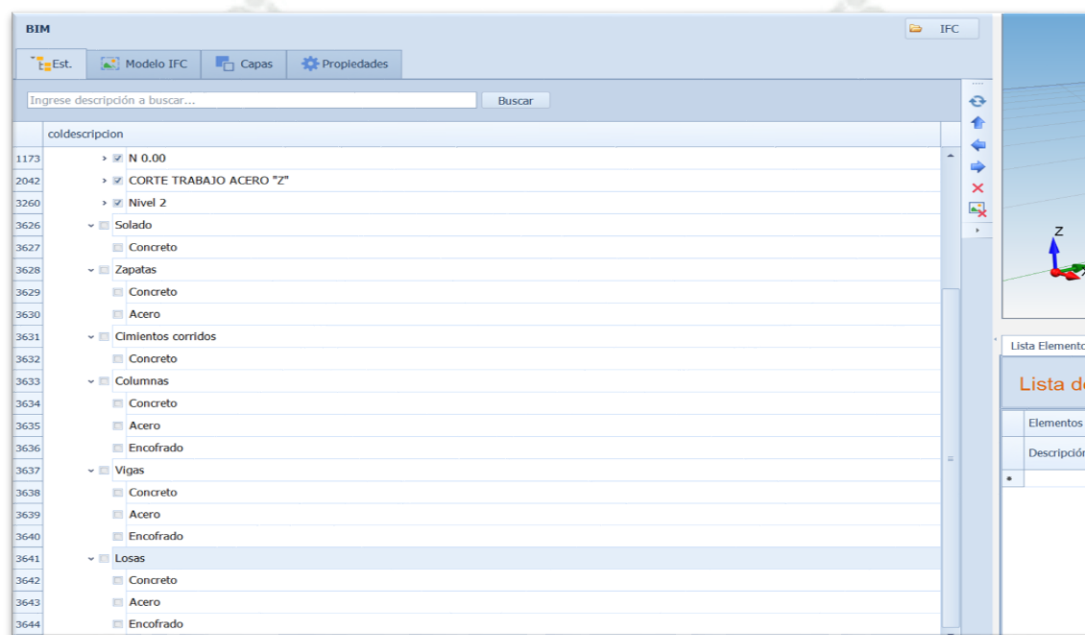
Nota. Elaboración propia

12.4 Extracción de valores del modelo para metrados en la creación del presupuesto

12.4.1 *Reordenamiento de la estructura del modelo*

Se reordenó la estructura del modelo para la correcta vinculación y extracción de metrados para el presupuesto (figura 77)

Figura 77. *Reordenamiento de la estructura del modelo*



Nota. Elaboración propia

12.4.2 *Selección de los elementos modelados y vinculación con las partidas*

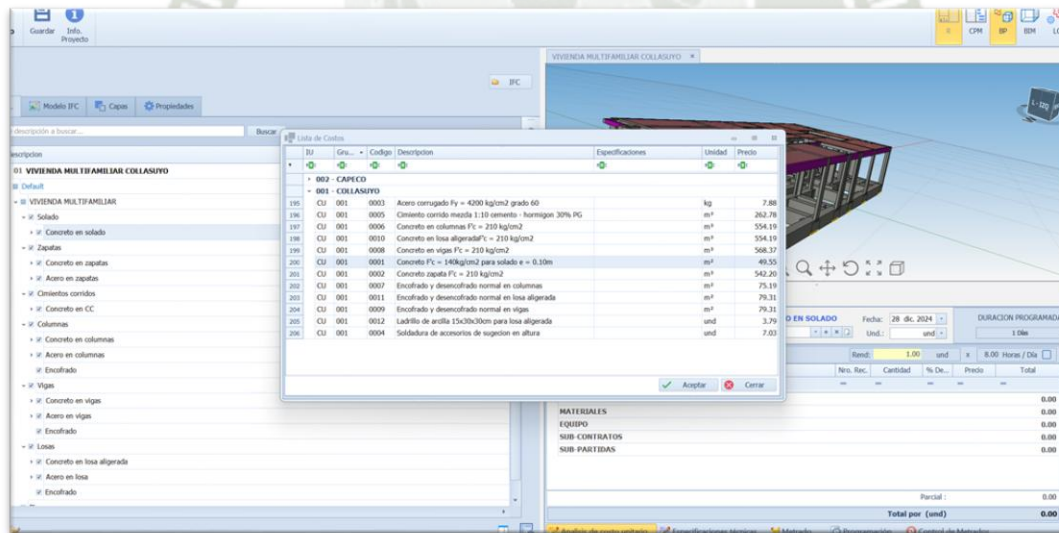
Se seleccionó los elementos modelados (figura 78) y se agrupó para luego vincularlas a la partida correspondiente (figura 79)

Figura 78. Selección de los elementos modelados



Nota. Elaboración propia

Figura 79. Selección de los elementos modelados y vinculación con las partidas



Nota. Elaboración propia

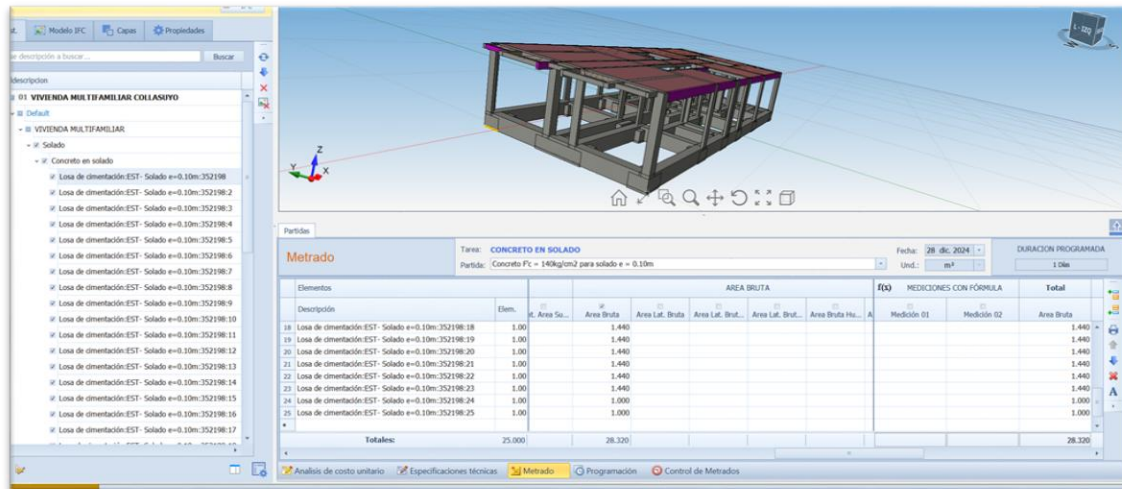
12.4.3 Selección de los elementos modelados y extracción de metrados

Se sacó la información de los elementos modelados ya agrupados para la extracción de

valores para los metrados, dicho proceso se hizo en la pestaña “metrados” (figura 80)

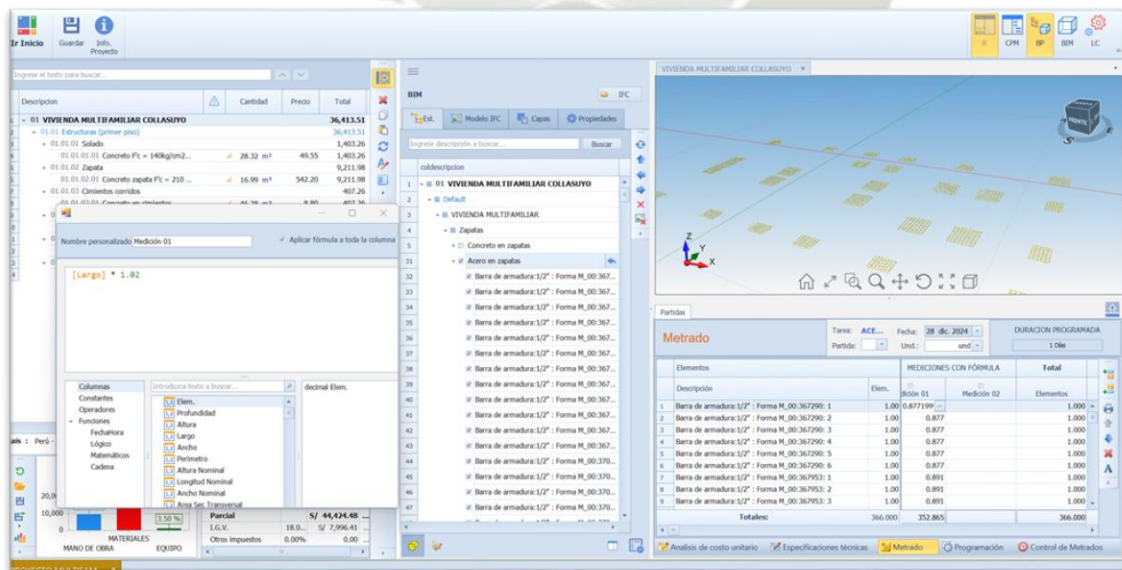
En el caso de la extracción de metrados para el acero se hará uso de la opción “mediciones con formula” para hallar el peso de las cantidades de acero (figura 81)

Figura 80. Selección de los elementos modelados y extracción de metrados



Nota. Elaboración propia

Figura 81. Extracción de metrados de acero



Nota. Elaboración propia

13 Presupuesto en el software Delphin Express con la integración del modelo BIM en la gestión de costos bajo el enfoque PMBOK

13.1 Presupuesto del proyecto multifamiliar a nivel de costo directo

Con los metrados obtenidos del modelo integrado en el software Delphin Express, y con la creación previa de los costos unitarios, se obtuvo el presupuesto del caso de estudio (imagen 82)

Figura 82. Presupuesto a nivel de costo directo del proyecto

ARQUIDEA ATELIER S.A.S.		RUC: 20558215349			
PRESUPUESTO DE OBRA					
PROYECTO	: PROYECTO MULTIFAMILIAR COLLASUYO				
PROPIETARIO	: ARQUIDEA ATELIER				
UBICACION	: DPTO: CUSCO PROV: CUSCO DIST: CUSCO				
FECHA DE PROY.	: 9/11/2024				
Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Total
01	VIVIENDA MULTIFAMILIAR COLLASUYO				101,640.62
01.01	Estructuras (primer piso)				101,640.62
01.01.01	Solado				1,403.26
01.01.01.01	Concreto Fc = 140kg/cm2 para solado e = 0.10m	m ²	28.32	49.55	1,403.26
01.01.02	Zapata				11,992.60
01.01.02.01	Concreto zapata Fc = 210 kg/cm2	m ³	16.99	542.20	9,211.98
01.01.02.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	352.87	7.88	2,780.62
01.01.03	Cimientos corridos				12,161.46
01.01.03.01	Cimiento corrido mezcla 1:10 cemento - hormigon 30% PG	m ³	46.28	262.78	12,161.46
01.01.04	Columnas				27,167.82
01.01.04.01	Concreto en columnas Fc = 210 kg/cm2	m ³	9.75	554.19	5,403.35
01.01.04.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	1,564.96	7.88	12,331.88
01.01.04.03	Encofrado y desencofrado normal en columnas	m ²	125.45	75.19	9,432.59
01.01.05	Vigas				12,157.20
01.01.05.01	Concreto en vigas Fc = 210 kg/cm2	m ³	8.85	568.37	5,030.07
01.01.05.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	377.47	7.88	2,974.46
01.01.05.03	Encofrado y desencofrado normal en vigas	m ²	52.36	79.31	4,152.67
01.01.06	Losas				36,758.28
01.01.06.01	Concreto en losa aligerada Fc = 210 kg/cm2	m ³	26.99	554.19	14,967.59
01.01.06.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	1,408.25	7.88	11,097.01
01.01.06.03	Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada	m ²	134.96	79.31	10,703.68
Costo Directo					101,640.62

Nota. Elaboración propia

13.2 Pie de presupuesto del proyecto multifamiliar

Se realizó el pie de presupuesto en base a la guía PMBOK, en el apartado de la gestión de costos, dentro de las cuales se consideraron, la reserva de contingencia y la reserva de gestión, además de identificar la línea base del proyecto

La reserva de contingencia se desarrolla dentro de la gestión de riesgos de la guía PMBOK, en la cual se identifican los posibles riesgos identificados (conocido – desconocido) que se puedan dar durante la ejecución del proyecto.

La Reserva de Gestión se crea específicamente para cubrir riesgos no identificables (riesgos "desconocido-desconocido"). El porcentaje de esta reserva lo define la propia empresa. Dado que es un fondo interno para la gestión de riesgos y no representa un bien o servicio para el cliente, solo la alta dirección puede autorizar su uso, y no está sujeta al IGV.

Figura 83. Pie de presupuesto

Costo Directo			101,640.62
Gastos Generales	10%		10,164.06
Reserva de contingencia	3%		3,049.22
Línea base del proyecto			114,853.90
Utilidad (% CD)	7%		7,114.84
IGV (18%)			21,954.37
Sub total (inc. IGV)			143,923.11
Reserva de gestión (% LBP)	3%		3,445.62
PRESUPUESTO TOTAL			147,368.73

Nota. Elaboración propia

14 Sistemas de intercambio de información entre programas

El sistema de intercambio que se aplica es el uso de archivos IFC (Industry Foundation Classes), que es el estándar de interoperabilidad más reconocido en proyectos BIM.

Tabla 10. Cuadro de sistema de intercambio de información

Elemento	REVIT	Delphin Express
Modelado	Geometría 3D, elementos paramétricos	Interpreta elementos como partidas, áreas, volúmenes
Datos	Información asociada: tipo, material, cantidad	Datos leídos y convertidos en metrados automáticos
Interoperabilidad	Exporta archivo .IFC	Importa archivo .IFC y lo procesa para análisis de costos

Nota. Elaboración propia

Limitaciones detectadas

- ✓ Si el modelo BIM no está bien estructurado (nombres genéricos o duplicados), la exportación puede ser errónea.
- ✓ Algunos softwares interpretan IFC de forma distinta (problemas de compatibilidad o lectura incompleta).
- ✓ La personalización del modelo para exportar a Delphin requiere capacitación.

El sistema de intercambio basado en archivos IFC como puente entre BIM y Delphin Express representa una solución eficiente y robusta para la automatización de la gestión de costos, siempre que el modelo esté debidamente configurado. Este tipo de interoperabilidad está alineado con los principios de OpenBIM y fortalece la integración tecnológica en proyectos constructivos bajo el enfoque del PMBOK.

15 Optimización de procesos entre software Revit y Delphin Express

Con la integración de Autodesk Revit (BIM) y Delphin Express (costos), se establece un flujo de trabajo optimizado, que automatiza los procesos clave desde el diseño hasta la generación del presupuesto.

Tabla 11. Cuadro de procesos entre Revit y Delphin Express

Fase	Actividad en Revit	Interoperabilidad	Resultado en Delphin Express
Modelado	Creación de elementos arquitectónicos, estructurales y sanitarios con parámetros	Exportación a formato IFC	Recepción del modelo con elementos categorizados
Preparación	Asignación de datos paramétricos (materiales, funciones, códigos de partidas)	Exportación limpia y estructurada	Delphin reconoce los elementos y los interpreta como partidas
Cálculo	Extracción automática de cantidades desde el IFC	Integración directa sin reproceso manual	Generación de metrados automatizados
Presupuesto	Vinculación de cantidades a costos unitarios (base de datos o partida)	Asignación automática en Delphin	Presupuesto detallado y rastreable
Control	Revisión, validación y ajustes en metrados	Sincronización del modelo actualizado	Reajuste automático de cantidades y montos

Nota. Elaboración propia

16 **Análisis de los resultados del presupuesto según la guía PMBOK (gestión de costos)**

Se presenta el presupuesto final del proyecto multifamiliar Collasuyo (caso de estudio) en el área de estructuras del primer piso figura 84, cumpliendo con el modelo de pie de presupuesto alineado a la guía del PMBOK y con la integración del modelo BIM en el software Delphin Express para obtener los metrados, y el uso de los análisis de costos unitarios manejados por la empresa Arquidea Atelier

Figura 84. Presupuesto final del proyecto

ARQUIDEA ATELIER S.A.S.		RUC: 20558215349			
PRESUPUESTO DE OBRA					
PROYECTO	: PROYECTO MULTIFAMILIAR COLLASUYO				
PROPIETARIO	: ARQUIDEA ATELIER				
UBICACION	: DPTO: CUSCO PROV: CUSCO DIST: CUSCO				
FECHA DE PROY.	: 9/11/2024				
Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Total
01	VIVIENDA MULTIFAMILIAR COLLASUYO				101,640.62
01.01	Estructuras (primer piso)				101,640.62
01.01.01	Solado				1,403.26
01.01.01.01	Concreto Fc = 140kg/cm2 para solado e = 0.10m	m²	28.32	49.55	1,403.26
01.01.02	Zapata				11,992.60
01.01.02.01	Concreto zapata Fc = 210 kg/cm2	m³	16.99	542.20	9,211.98
01.01.02.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	352.87	7.88	2,780.62
01.01.03	Cimientos corridos				12,161.46
01.01.03.01	Cimiento corrido mezcla 1:10 cemento - hormigon 30% PG	m³	46.28	262.78	12,161.46
01.01.04	Columnas				27,167.82
01.01.04.01	Concreto en columnas Fc = 210 kg/cm2	m³	9.75	554.19	5,403.35
01.01.04.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	1,564.96	7.88	12,331.88
01.01.04.03	Encofrado y desencofrado normal en columnas	m²	125.45	75.19	9,432.59
01.01.05	Vigas				12,157.20
01.01.05.01	Concreto en vigas Fc = 210 kg/cm2	m³	8.85	568.37	5,030.07
01.01.05.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	377.47	7.88	2,974.46
01.01.05.03	Encofrado y desencofrado normal en vigas	m²	52.36	79.31	4,152.67
01.01.06	Losas				36,758.28
01.01.06.01	Concreto en losa aligerada Fc = 210 kg/cm2	m³	26.99	554.19	14,957.59
01.01.06.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	1,408.25	7.88	11,097.01
01.01.06.03	Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada	m²	134.96	79.31	10,703.88
Costo Directo					101,640.62
Gastos Generales				10%	10,164.06
Reserva de contingencia				3%	3,049.22
Línea base del proyecto					114,853.90
Utilidad (% CD)				7%	7,114.84
IGV (18%)					21,954.37
Sub total (inc. IGV)					143,923.11
Reserva de gestion (% LBP)				3%	3,445.62
PRESUPUESTO TOTAL					147,368.73

[Son: ciento cuarenta siete mil trescientos sesenta ocho soles con 73/100 céntimos]

Pág. 1 de 1

Ing. Jean David Lucana Riquelme
CIP: 327499

Nota. Elaboración propia

17 Control presupuestal bajo el enfoque de a guía PMBOK (gestión de costos)

17.1 Resultados de control presupuestal

El control presupuestal se realizará en base a los indicadores que se menciona en la guía PMBOK , los indicadores que se usaron fueron los siguiente:

- ✓ CPI (Índice de Desempeño del Costo)

El Índice de Desempeño del Costo (CPI) es una medida de eficiencia que determina qué tan bien se está utilizando el dinero presupuestado. Se expresa como la razón (o cociente) entre el Valor Ganado (EV) y el Costo Real (AC) del trabajo realizado.

- ✓ SPI (Índice de desempeño del Cronograma)

El Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) es una métrica de eficiencia que mide qué tan bien se está avanzando en comparación con el plan. Se calcula como la razón (o cociente) entre el Valor Ganado (EV) y el Valor Planificado (PV)

Para dichos índices es necesario tener los siguientes valores:

- ✓ EV (Valor Ganado)

El Valor Ganado (EV) representa la cantidad de trabajo que se ha ejecutado hasta la fecha, expresada en términos del monto presupuestado que se había autorizado para ese mismo trabajo.

- ✓ AC (Costo Real)

El Costo Real (AC) es la cantidad de dinero que realmente se ha gastado para ejecutar el trabajo de una actividad específica durante un período de tiempo determinado.

- ✓ PV (Valor Planificado)

El Valor Planificado (PV) es el presupuesto autorizado que ha sido asignado al trabajo que, según el cronograma, debió haber sido completado hasta un momento dado.

Con los siguientes datos proporcionados por la empresa Arquidea Atelier se hizo el cálculo

de los indicadores CPI y SPI

Tabla 12. *Tabla de control de supervisión*

Periodo	Valor planificado	Valor ganado	Costo real	SPI (EV/PV)	CPI (EV/AC)
INICIO					
(15/11/24)					
23-Nov-24	11,092.86	11,300.32	11,132.21	1.019	1.015
30-Nov-24	51,170.00	52,532.64	50,321.32	1.027	1.044
7-Dic-24	72,018.13	72,955.87	68,432.43	1.013	1.066
14-Dic-24	101,640.62	101,640.62	94,743.42	1.000	1.073

Nota. Elaboración propia

17.2 Análisis de los resultados de control presupuestal

Según los indicadores obtenidos (SPI, CPI), se analiza lo siguiente:

Para SPI:

SPI mayor e igual a 1, lo cual nos indica que estamos cumpliendo con los plazos establecidos programados, tenemos tres puntos de control en donde estuvimos incluso adelantados con los tiempos programados, ya que el valor fue mayor a 1.

Para CPI:

CPI mayor a 1, lo cual nos indica que estamos ganando dinero, es decir, estamos ahorrando dinero respecto a lo presupuestado, en los cuatro puntos de control se obtuvo una ganancia de dinero ya que el valor fue mayor a 1.

18 **Resultados proporcionados de proyectos pasados valor planificado, valor ganado y costo real**

A continuación, se muestra los datos proporcionados por la empresa Arquidea Atelier de 4proyectos ejecutados con el método tradicional

Tabla 13. *Tabla de control de supervisión de proyecto 1*

Periodo	Valor planificado	Valor ganado	Costo real	SPI (EV/PV)	CPI (EV/AC)
INICIO (15/11/23)					
30-Nov-23	128,432.43	122,434.53	131,134.23	0.953	0.934
30-Dic-23	102,432.11	100,321.23	105,234.12	0.979	0.953
15-Ene-23	47,593.34	44,234.43	47,312.43	0.929	0.935

Nota. Elaboración propia

Tabla 14. *Tabla de control de supervisión de proyecto 2*

Periodo	Valor planificado	Valor ganado	Costo real	SPI (EV/PV)	CPI (EV/AC)
INICIO (10/10/24)					
30-Oct-24	105,434.34	100,323.43	106,432.43	0.952	0.943
30-Nov-24	110,323.96	106,985.53	112,434.54	0.970	0.952
30-Dic-24	32,434.23	31,433.54	32,545.54	0.969	0.966

Nota. Elaboración propia

Tabla 15. *Tabla de control de supervisión de proyecto 3*

Periodo	Valor planificado	Valor ganado	Costo real	SPI (EV/PV)	CPI (EV/AC)
INICIO					
(2/03/24)					
30-Mar-24	34,234.34	32,432.11	34,323.43	0.947	0.945
30-Abr-24	45,343.53	42,985.34	45,934.43	0.948	0.936
30-May-24	48,434.53	45,938.43	46,993.43	0.948	0.978
23-Jun-24	60,919.12	60,001.19	61,312.43	0.985	0.979

Nota. Elaboración propia

Tabla 16. *Tabla de control de supervisión de proyecto 4*

Periodo	Valor planificado	Valor ganado	Costo real	SPI (EV/PV)	CPI (EV/AC)
INICIO					
(4/04/24)					
30-Abr-24	145,938.43	143,748.54	144,435.64	0.985	0.995
30-May-24	160,984.53	159,934.23	159,545.64	0.993	1.002
15-Jun-24	174,538.53	170,356.43	171,984.54	0.976	0.991

Nota. Elaboración propia

19 Comparación de resultados proporcionados de proyectos pasados vs caso de estudio

Para hacer la comparación del SPI y el CPI, sacaremos el promedio aritmético de los valores del CPI y SPI del caso de estudio vs el promedio aritmético de proyectos pasados de la empresa Arquidea Atelier sin la automatización de los softwares Delphin Express y Revit

✓ Proyecto multifamiliar “Collasuyo”

- SPI = 1.015
- CPI = 1.050

✓ Proyectos sin el uso de Delphin Express y Revit

- Proyecto 1
 - SPI = 0.954
 - CPI = 0.941
- Proyecto 2
 - SPI = 0.963
 - CPI = 0.953
- Proyecto 3
 - SPI = 0.957
 - CPI = 0.959
- Proyecto 4
 - SPI = 0.985
 - CPI = 0.996
- Promedio general
 - SPI = 0.965
 - CPI = 0.962

- ✓ % de mejora con la implementación de la automatización
 - Para el SPI: 5.18%
 - Para el CPI: 9.15%



20 **Análisis de comparación de proyectos pasados vs caso de estudio**

De la comparación de los promedios de los valores CPI y SPI de los proyectos pasados vs el caso de estudio se concluye que:

- Respecto al índice del SPI, esta mejora en aproximadamente el 5.18% gracias a la implementación de la automatización de la Gestión de Costos mediante la Integración de la Metodología BIM y el Software Delphin Express
- Respecto al índice del CPI, esta mejora en aproximadamente el 9.15% gracias a la implementación de la automatización de la Gestión de Costos mediante la Integración de la Metodología BIM y el Software Delphin Express

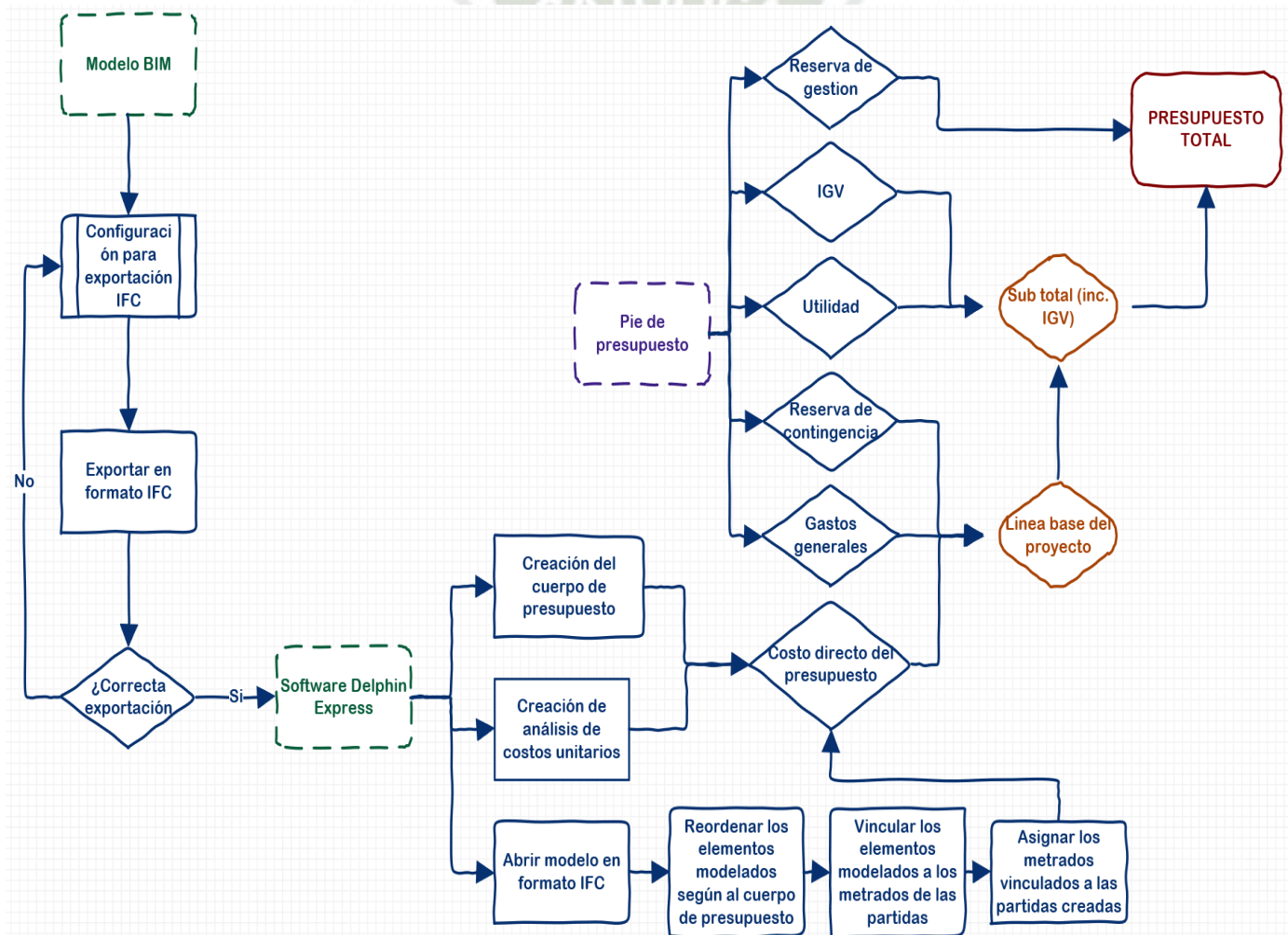


21 Automatización de la gestión de costos mediante la integración de modelo BIM y el software Delphin Express

21.1 Flujoograma de procesos de automatización

Se presenta el flujoograma propuesto como resultado de los procesos de la automatización de la gestión de la gestión de costos mediante la integración del modelo BIM y el software Delphin Express (Figura 85)

Figura 85. Flujoograma de procesos de automatización

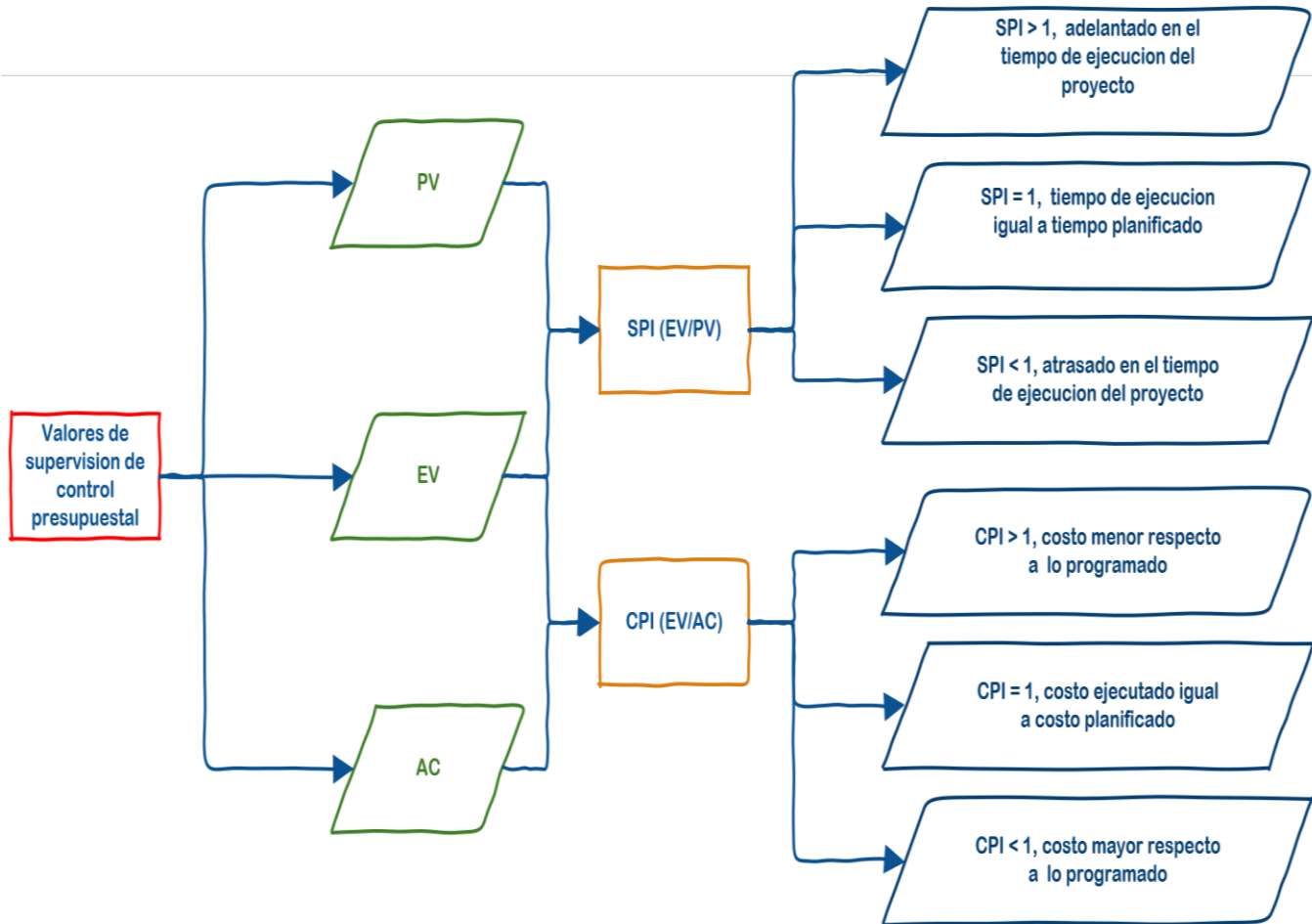


Nota. Elaboración propia

21.2 Flujograma del proceso de control presupuestal

Se presenta el flujograma como resultado de los procesos de control presupuesta propuesto (Figura 86)

Figura 86. *Flujograma del proceso de control presupuestal*



Nota. Elaboración propia

El diseño del modelo de automatización de la gestión de costos, basado en el enfoque PMBOK, mediante la integración de la metodología BIM y el software Delphin Express, permitirá reducir errores en la elaboración del presupuesto, optimizar los tiempos de cálculo y mejorar el control presupuestal en proyectos de construcción, Cusco 2024

CONCLUSIONES

- ✓ Se concluye que el modelo propuesto de automatización de la gestión de costos, bajo el enfoque PMBOK, es efectivo respecto al CPI en un 9.15% y respecto al SPI en un 5.18% cuando se integra con la metodología BIM y el software Delphin Express. Estas mejoras de los valores del CPI y SPI se dan debido a que esta integración de softwares se eliminan errores principalmente de metrados, y procesos de elaboración de presupuesto bajo el enfoque de la gestión de costos de la guía PMBOK. Además, la mejora se da debido a las gestiones incluidas en la guía PMBOK implementadas en el análisis de la elaboración del presupuesto y el control presupuestal.
- ✓ A través de técnicas de recolección de información, se identificaron necesidades claras en la industria de la construcción respecto a la automatización en la gestión de costos. Los profesionales encuestados perciben positivamente el uso de la metodología BIM y del software Delphin Express, destacando su potencial para mejorar la precisión presupuestal y reducir errores humanos.
- ✓ El estudio de caso realizado evidenció oportunidades de mejora en los procesos de creación y control presupuestal. La aplicación del modelo permitió obtener índices CPI y SPI mayores a 1, lo que demuestra un desempeño eficiente del proyecto, con costos y tiempos por debajo de lo presupuestado. Este resultado representa un ahorro económico y una mejora en la gestión.
- ✓ La validación del modelo propuesto mediante la elaboración de un flujograma permitió demostrar su aplicabilidad en proyectos reales. El modelo proporciona una secuencia clara de pasos para la automatización de la gestión de costos, lo que facilita su implementación y garantiza resultados confiables, siempre que el modelado BIM sea preciso y coherente

con el proyecto.

- ✓ El uso combinado de BIM y Delphin Express, más allá de ser herramientas digitales, se convierte en una metodología que asegura consistencia entre diseño, metrado y presupuesto
- ✓ La integración de una reserva para contingencias basada en análisis de riesgos identificados, fortalece la línea base y permite actuar con oportunidad ante desviaciones sin necesidad de reformular el presupuesto general.
- ✓ La presente investigación contribuye al cuerpo de conocimiento en la gestión de la construcción al proponer un modelo de automatización de costos que integra los procesos de la guía PMBOK con la metodología BIM y el software Delphin Express. Este modelo representa un avance en la digitalización de la gestión de costos en entornos locales, demostrando la aplicabilidad de la interoperabilidad entre plataformas y la reducción comprobable de desviaciones presupuestarias. Asimismo, amplía el campo de estudio sobre la automatización 5D, sirviendo como base para investigaciones futuras orientadas a la integración total BIM–PMBOK en el control de proyectos

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda hacer un modelado adecuado para la correcta extracción de datos
- ✓ Se recomienda tener claro los alcances del proyecto para la correcta determinación del presupuesto y porcentajes de reserva de contingencia y reserva de gestión
- ✓ Se recomienda realizar una buena gestión de riesgos para tener un exacto monto para la reserva de contingencia
- ✓ Se recomienda poner un parámetro específico de peso de barras de armadura de acero para el correcto metrado en kg de acero
- ✓ Se recomienda que correcta generación de metrados vinculados de modelo BIM, nos genera un presupuesto mucho más exacto a la realidad del proyecto, para esto es necesario el correcto modelado BIM del proyecto
- ✓ Se recomienda la correcta implementación de las diferentes gestiones incluidas en la guía PMBOK.
- ✓ Se recomienda en el caso específico de los metrados de acero, extraer la información directamente del programa Revit, los metrados se pueden vincular directamente en el software Delphin, pero por la cantidad de barras de acero y el reordenamiento que se tiene que hacer en el software Delphin lleva a una toma considerable de tiempo, por lo cual se con esta recomendación se ahorra dicho tiempo considerable.
- ✓ Se recomienda la implementación de esta automatización en las empresas y municipios, ya que se encuentra vinculado directamente con la metodología BIM y requerimientos solicitados por la nueva directiva (017) para la elaboración de expedientes técnicos para ejecución de obras por AD.

- ✓ La automatización de la gestión de costos, cuando se estructura bajo los procesos del PMBOK, permite no solo acelerar la elaboración presupuestal, sino también controlar, auditar y ajustar los costos durante todo el ciclo de vida del proyecto.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Araujo Torres, M. E., & Chaglla Rodriguez, L. E. (2023). *Planificación de un proyecto basado en el estandar de la guía PMBOK V6 del project managment institute (PMI) de una plataforma web de administracion de riesgos en los proyectos*. Universidad de las Americas.
- Baptista, Fernández, & Hernández. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mexicana.
- Barco, D. M. (s.f.). *Guía para implementar y gestionar proyectos*.
- Biblus. (2021). *La serie EN-ISO 19650. 1*.
- Borge, S. (2018). *The Strategic Landscape of Industry 4.0*. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-319-99707-0_16i
- BuildingSmart. (2018). *¿Qué es BIM? Implantación de BIM Estandarización de BIM*.
- BuildingSmart. (2019). *INTRODUCCIÓN A LA SERIE EN-ISO 19650*. BuildingSmart. .
- Cámara Colombiana de la Construcción. (2021). *Guía para la adopción BIM en las organizaciones*.
- Chirinos Santander, L. R., & Pecho Llacta, J. C. (2019). *Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar DUPLO para optimizar el costo establecido*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Cosculluela. (2019). *Industrialización en Construcción. Construcción 4.0. BIM FORUM* .
- CostArt. (2020). *La gestión de costos en proyectos de construcción*.
- Cusirimay Centeno, E. B. (2022). *Implementación de la metodología BIM en el proyecto de infraestructura pública: instalación del Centro Rural de Formación en Alternancia Aogiganaera Maganero de la Comunidad de Shimaa, Distrito de Echarate, La Convención - Cusco*. Universidad Continental.

Espacio BIM. (2021). *BIM o Metodología BIM (Qué es) más que tecnología.*

Fuentealba, S. (2019). *¿Qué es la ISO19650? ¿Cómo se relaciona con el Estándar .*

Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: the industrial internet of things.* Apress.

Moyano, M., Camporeale, P., & Cózar-Cózar, E. (2019). *EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIANTE LA INTRODUCCIÓN DE INDICADORES A UN MODELO BIM DE VIVIENDA SOCIAL.*

Nicomedes, E. (2018). *Tipos de investigación.* Universidad Santo Domingo de. Obtenido de <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>

Olofsson, T. (2008). *Olofsson et al (Vol. 13).*

Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management body of Knowledge PMBOK.* Pennsylvania.

Quintana Garcia, M. A., & Nuñez Lara, J. D. (2018). *Formulacion del proyecto botanka bio-park bajo los lineamientos del PMBOK 5ta edicion.* Universidad Catolica de Colombia.

Salinas, M. (2012). *Costos y Presupuestos de Obras.* Lima: Editorial ICG.

SAP. (2022). *¿Qué es la automatización de procesos?*



Anexo 1. Análisis de costos unitarios del proyecto



RUC: 20558215349

Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR COLLASUYO
PRESUPUESTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR COLLASUYO
PROPIETARIO : ARQUIDEA ATELIER
UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: CUSCO DIST: CUSCO
FECHA DE PROY. : 9/11/2024

Partida: 01.01.01.01		Rendimiento: 75 m ² /Día				
Concreto Fc = 140kg/cm ² para solado e = 0.10m		Costo Unit. por m ²			49.55	
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						
010020001	OPERARIO	hh	2.00	0.2133	27.37	5.84
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.1067	21.52	2.30
010020007	PEON	hh	8.00	0.8533	19.54	16.67
MATERIALES						
130020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	-	0.3800	32.00	12.16
070020001	HORMIGON	m ³	-	0.1200	85.00	10.20
390020001	AGUA	m ³	-	0.0180	2.00	0.04
EQUIPO						
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	24.81	0.74
010020045	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 18 HP	hm	1.00	0.1067	15.00	1.60
Partida: 01.01.02.01		Rendimiento: 13 m ² /Día				
Concreto zapata Fc = 210 kg/cm ²		Costo Unit. por m ²			542.20	
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.6154	27.37	16.84
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.6154	21.52	13.24
010020007	PEON	hh	8.00	4.9231	19.54	96.20
MATERIALES						
070020080	ARENA GRUESA	m ³	-	0.5200	90.00	46.80
050010001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m ³	-	0.5300	75.00	39.75
130020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	-	9.7300	32.00	311.36
390020001	AGUA	m ³	-	0.1840	2.00	0.37
EQUIPO						
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	126.28	3.79
010020045	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 18 HP	hm	1.00	0.6154	15.00	9.23
010020024	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.00	0.6154	7.50	4.62
Partida: 01.01.02.02		Rendimiento: 250 kg/Día				
Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm ² grado 60		Costo Unit. por kg			7.88	
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.0320	27.37	0.88
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.0320	21.52	0.69
MATERIALES						
040020096	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	-	0.0600	8.00	0.48
040020094	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	-	1.0500	5.50	5.78
EQUIPO						
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	1.57	0.05



RUC: 20558215349

Partida: 01.01.03.01		Rendimiento: 27 m³/Día				
Cimiento corrido mezcla 1:10 cemento - hormigon 30% PG		Costo Unit. por m³				262.78
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						60.81
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.2963	27.37	8.11
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.2963	21.52	6.38
010020007	PEON	hh	8.00	2.3704	19.54	46.32
MATERIALES						195.71
390020001	AGUA	m³	-	0.1800	2.00	0.36
050010102	PIEDRA MEDIANA DE 8"	m²	-	0.5000	64.00	32.00
130020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	-	2.9000	32.00	92.80
070020001	HORMIGON	m³	-	0.8300	85.00	70.55
EQUIPO						6.26
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	60.81	1.82
010020045	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 18 HP	hm	1.00	0.2963	15.00	4.44

Partida: 01.01.04.01		Rendimiento: 12 m³/Día				
Concreto en columnas Fc = 210 kg/cm2		Costo Unit. por m³				554.19
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						136.81
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.6667	27.37	18.25
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.6667	21.52	14.35
010020007	PEON	hh	8.00	5.3333	19.54	104.21
MATERIALES						398.28
390020001	AGUA	m³	-	0.1860	2.00	0.37
050010001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	-	0.5300	75.00	39.75
070020080	ARENA GRUESA	m³	-	0.5200	90.00	46.80
130020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	-	9.7300	32.00	311.36
EQUIPO						19.10
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	136.81	4.10
010020045	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 18 HP	hm	1.00	0.6667	15.00	10.00
010020024	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.00	0.6667	7.50	5.00

Partida: 01.01.04.02		Rendimiento: 250 kg/Día				
Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60		Costo Unit. por kg				7.88
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.57
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.0320	27.37	0.88
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.0320	21.52	0.69
MATERIALES						6.26
040020096	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	-	0.0600	8.00	0.48
040020094	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	5.50	5.78
EQUIPO						0.05
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	1.57	0.05

Partida: 01.01.04.03		Rendimiento: 15 m²/Día				
Encofrado y desencofrado normal en columnas		Costo Unit. por m²				75.19
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						26.08
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.5333	27.37	14.60
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.5333	21.52	11.48
MATERIALES						48.33
040020001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	-	0.3000	8.00	2.40
020010001	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg	-	0.1700	7.50	1.28
020010101	PERNO DE ANCLAJE PARA ENCOFRADO 1/2" x 0.50m	pza	-	0.0600	4.50	0.27
540010001	LACA PROTECTORA ENCOFRADP P/ CONCRETO	gln	-	0.0600	41.00	2.46
430010001	MADERA TORNILLO	p²	-	4.2400	8.50	36.04
450010001	TRIPLAY LUPUNA DE 4x8x6mm	pln	-	0.1400	42.00	5.88
EQUIPO						0.78
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	26.08	0.78



RUC: 20558215349

Partida: 01.01.05.01		Rendimiento: 11 m ³ /Día				
Concreto en vigas F'c = 210 kg/cm ²		Costo Unit. por m ³				568.37
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						149.25
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.7273	27.37	19.91
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.7273	21.52	15.65
010020007	PEON	hh	8.00	5.8182	19.54	113.69
MATERIALES						398.28
390020001	AGUA	m ³	-	0.1860	2.00	0.37
050010001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m ³	-	0.5300	75.00	39.75
070020080	ARENA GRUESA	m ³	-	0.5200	90.00	46.80
130020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	-	9.7300	32.00	311.36
EQUIPO						20.84
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	149.25	4.48
010020045	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 18 HP	hm	1.00	0.7273	15.00	10.91
010020024	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.00	0.7273	7.50	5.45
Partida: 01.01.05.02		Rendimiento: 250 kg/Día				
Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm ² grado 60		Costo Unit. por kg				7.88
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.57
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.0320	27.37	0.88
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.0320	21.52	0.69
MATERIALES						6.26
040020096	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	-	0.0600	8.00	0.48
040020094	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	-	1.0500	5.50	5.78
EQUIPO						0.05
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	1.57	0.05
Partida: 01.01.05.03		Rendimiento: 13 m ² /Día				
Encofrado y desencofrado normal en vigas		Costo Unit. por m ²				79.31
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						30.08
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.6154	27.37	16.84
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.6154	21.52	13.24
MATERIALES						48.33
040020001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	-	0.3000	8.00	2.40
020010001	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg	-	0.1700	7.50	1.28
020010101	PERNO DE ANCLAJE PARA ENCOFRADO 1/2" x 0.50m	pza	-	0.0600	4.50	0.27
540010001	LACA PROTECTORA ENCOFRADO P/ CONCRETO	gln	-	0.0600	41.00	2.46
430010001	MADERA TORNILLO	p ²	-	4.2400	8.50	36.04
450010001	TRIPLAY LUPUNA DE 4x8x6mm	pln	-	0.1400	42.00	5.88
EQUIPO						0.90
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	30.08	0.90
Partida: 01.01.06.01		Rendimiento: 12 m ³ /Día				
Concreto en losa aligerada F'c = 210 kg/cm ²		Costo Unit. por m ³				554.19
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						136.81
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.6667	27.37	18.25
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.6667	21.52	14.35
010020007	PEON	hh	8.00	5.3333	19.54	104.21
MATERIALES						398.28
390020001	AGUA	m ³	-	0.1860	2.00	0.37
050010001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m ³	-	0.5300	75.00	39.75
070020080	ARENA GRUESA	m ³	-	0.5200	90.00	46.80
130020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	-	9.7300	32.00	311.36
EQUIPO						19.10
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	136.81	4.10
010020045	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 18 HP	hm	1.00	0.6667	15.00	10.00
010020024	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.00	0.6667	7.50	5.00

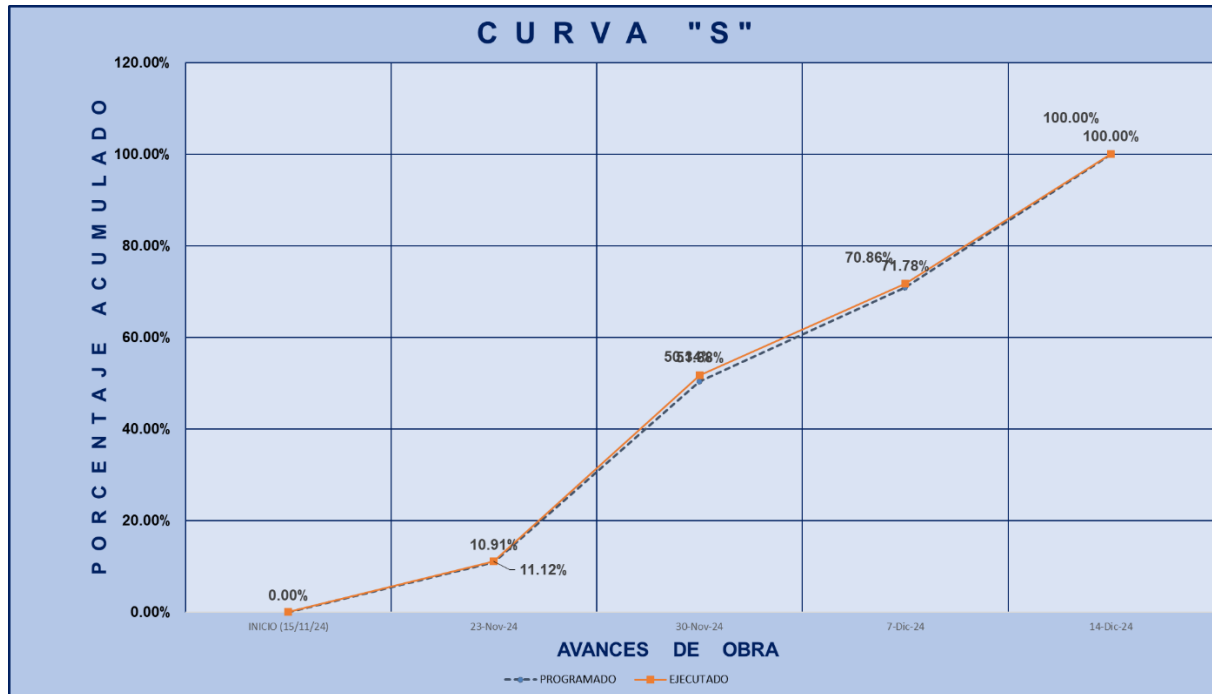


RUC: 20558215349

Partida: 01.01.06.02		Rendimiento: 250 kg/Día				
Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60		Costo Unit. por kg				7.88
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.57
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.0320	27.37	0.88
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.0320	21.52	0.69
MATERIALES						6.26
040020096	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	-	0.0600	8.00	0.48
040020094	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	5.50	5.78
EQUIPO						0.05
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	1.57	0.05

Partida: 01.01.06.03		Rendimiento: 13 m²/Día				
Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada		Costo Unit. por m²				79.31
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						30.08
010020001	OPERARIO	hh	1.00	0.6154	27.37	16.84
010020006	OFICIAL	hh	1.00	0.6154	21.52	13.24
MATERIALES						48.33
040020001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	-	0.3000	8.00	2.40
020010001	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg	-	0.1700	7.50	1.28
020010101	PERNO DE ANCLAJE PARA ENCOFRADO 1/2" x 0.50m	pza	-	0.0600	4.50	0.27
540010001	LACA PROTECTORA ENCOFRADP P/ CONCRETO	gln	-	0.0600	41.00	2.46
430010001	MADERA TORNILLO	p²	-	4.2400	8.50	36.04
450010001	TRIPLAY LUPUNA DE 4x8'x6mm	pln	-	0.1400	42.00	5.88
EQUIPO						0.90
010020008	Herramientas manuales	%mo	-	3.0000	30.08	0.90

Anexo 3. Curva S del proyecto



Anexo 4. Metrados del proyecto en el software Delphin Express



RUC: 20558215349

METRADOS

PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR COLLASUYO
 PRESUPUESTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR COLLASUYO
 PROPIETARIO : ARQUIDEA ATELIER
 UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: CUSCO DIST: CUSCO
 FECHA DE PROY. : 9/11/2024

Item	Descripción	Ref.	N° Item	Cant.	Dimensiones			Total
					Largo	Ancho	Alto	
01.01.01.01	CONCRETO F'c = 140KG/CM2 PARA SOLADO E = 0.10M							28.32 m³
a)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198			1.00	-	-	-	1.00
b)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.2			1.00	-	-	-	0.80
c)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.3			1.00	-	-	-	0.80
d)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.4			1.00	-	-	-	0.80
e)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.5			1.00	-	-	-	0.80
f)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.6			1.00	-	-	-	1.00
g)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.7			1.00	-	-	-	0.80
h)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.8			1.00	-	-	-	0.80
i)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.9			1.00	-	-	-	1.00
j)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.10			1.00	-	-	-	0.80
k)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.11			1.00	-	-	-	0.80
m)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.12			1.00	-	-	-	0.80
n)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.13			1.00	-	-	-	0.80
ñ)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.14			1.00	-	-	-	1.00
o)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.15			1.00	-	-	-	2.80
p)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.16			1.00	-	-	-	1.44
q)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.17			1.00	-	-	-	1.44
r)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.18			1.00	-	-	-	1.44
s)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.19			1.00	-	-	-	1.44
t)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.20			1.00	-	-	-	1.44
u)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.21			1.00	-	-	-	1.44
v)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.22			1.00	-	-	-	1.44
w)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.23			1.00	-	-	-	1.44
x)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.24			1.00	-	-	-	1.00
y)	Losa de cimentación:EST- Solado e=0.10m:352198.25			1.00	-	-	-	1.00
01.01.02.01	CONCRETO ZAPATA F'c = 210 KG/CM2							16.99 m³
a)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-1 (1m*1m):345250			1.00	-	-	1.00	0.60
b)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-1 (1m*1m):345252			1.00	-	-	1.00	0.60
c)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-1 (1m*1m):345254			1.00	-	-	1.00	0.60
d)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-1 (1m*1m):345256			1.00	-	-	1.00	0.60
e)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m):345336			1.00	-	-	0.80	0.48
f)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m):345338			1.00	-	-	0.80	0.48
g)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m):345340			1.00	-	-	0.80	0.48
h)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m):345342			1.00	-	-	0.80	0.48
i)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m):345344			1.00	-	-	0.80	0.48
j)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m):345346			1.00	-	-	0.80	0.48
k)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m):345348			1.00	-	-	0.80	0.48
m)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m):345350			1.00	-	-	0.80	0.48
n)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m):345352			1.00	-	-	0.80	0.48
ñ)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m):345354			1.00	-	-	0.80	0.48
o)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-4 (1.2m*1.2m):345356			1.00	-	-	1.20	0.86
p)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-4 (1.2m*1.2m):345358			1.00	-	-	1.20	0.86
q)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-4 (1.2m*1.2m):345360			1.00	-	-	1.20	0.86
r)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-4 (1.2m*1.2m):345362			1.00	-	-	1.20	0.86
s)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-1 (1m*1m):345364			1.00	-	-	1.00	0.60
t)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-1 (1m*1m):345444			1.00	-	-	1.00	0.60
u)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-5 (1m*2.8m):345859			1.00	-	-	2.80	1.68
v)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-4 (1.2m*1.2m):346056			1.00	-	-	1.20	0.86
w)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-4 (1.2m*1.2m):346058			1.00	-	-	1.20	0.86
x)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-4 (1.2m*1.2m):346060			1.00	-	-	1.20	0.86
y)	M_Footing-Rectangular:EST - Zapata Z-4 (1.2m*1.2m):346062			1.00	-	-	1.20	0.86
01.01.03.01	CIMENTO CORRIDO MEZCLA 1:10 CEMENTO - HORMIGON 30% PG							46.28 m³
a)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC1:346426			1.00	-	-	-	1.67
b)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC1:346441			1.00	-	-	-	0.95



RUC: 20558215349

Item	Descripción	Ref.	N° Item	Cant.	Dimensiones			Total
					Largo	Ancho	Alto	
c)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC2:346456		1.00	-	-	-	1.09	
d)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC2:346471		1.00	-	-	-	1.60	
e)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC1:346486		1.00	-	-	-	0.78	
f)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC2:346501		1.00	-	-	-	0.78	
g)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC2:346516		1.00	-	-	-	0.57	
h)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC2:346531		1.00	-	-	-	0.57	
i)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC2:346546		1.00	-	-	-	1.62	
j)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC2:346561		1.00	-	-	-	1.07	
k)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC2:346576		1.00	-	-	-	0.72	
m)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC1:346591		1.00	-	-	-	0.96	
n)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC1:346606		1.00	-	-	-	1.67	
ñ)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):346691		1.00	-	-	-	1.64	
o)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):346710		1.00	-	-	-	1.62	
p)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):346748		1.00	-	-	-	1.10	
q)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):346767		1.00	-	-	-	1.00	
r)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC4):346786		1.00	-	-	-	0.68	
s)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):346805		1.00	-	-	-	1.01	
t)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):346818		1.00	-	-	-	0.93	
u)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):346837		1.00	-	-	-	0.66	
v)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):346856		1.00	-	-	-	1.00	
w)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):346875		1.00	-	-	-	0.88	
x)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):346894		1.00	-	-	-	0.75	
y)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):346913		1.00	-	-	-	0.46	
z)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):346933		1.00	-	-	-	0.45	
aa)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):346952		1.00	-	-	-	0.45	
ab)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC7):346971		1.00	-	-	-	0.88	
ac)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):346984		1.00	-	-	-	0.93	
ad)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):347003		1.00	-	-	-	0.67	
ae)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC7):347022		1.00	-	-	-	0.87	
af)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):347035		1.00	-	-	-	0.27	
ag)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):347048		1.00	-	-	-	0.19	
ah)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC4):347067		1.00	-	-	-	0.14	
ai)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):347086		1.00	-	-	-	0.32	
aj)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):347105		1.00	-	-	-	1.21	
ak)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC4):347162		1.00	-	-	-	0.87	
am)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):347181		1.00	-	-	-	0.84	
an)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida CC2:347198		1.00	-	-	-	0.70	
añ)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):347235		1.00	-	-	-	0.45	
ao)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC5):347256		1.00	-	-	-	0.46	
ap)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):347277		1.00	-	-	-	0.44	
aq)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):347296		1.00	-	-	-	0.51	
ar)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC7):347315		1.00	-	-	-	2.91	
as)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):347426		1.00	-	-	-	0.95	
at)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):347445		1.00	-	-	-	0.25	
au)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC6):349677		1.00	-	-	-	1.22	
av)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC6):351106		1.00	-	-	-	1.13	
aw)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC6):351349		1.00	-	-	-	1.13	
ax)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC6):351683		1.00	-	-	-	1.22	
ay)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):352130		1.00	-	-	-	0.96	
az)	Cimentación de muro:EST - Cimentación corrida (CC3):358323		1.00	-	-	-	0.09	
01.01.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'c = 210 KG/CM2						9.75 m³	
a)	EST - Columna especial C1 (0.15*0.4m)		1.00	5.33	-	-	5.33	
b)	EST - Columna C2 (0.40*0.15m)		1.00	3.29	-	-	3.29	
c)	EST - Columna C3 (0.30*0.15m)		1.00	0.32	-	-	0.32	
d)	EST - Columna especial C4 (0.40*0.40m)		1.00	0.72	-	-	0.72	
e)	EST - Columna C5 (0.15*0.15m)		1.00	0.09	-	-	0.09	
01.01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS						125.45 m³	
a)	EST - Columna especial C1 (0.15*0.4m)		1.00	15.00	1.10	3.25	53.63	
b)	EST - Columna C2 (0.40*0.15m)		1.00	15.00	1.10	3.25	53.63	
c)	EST - Columna C3 (0.30*0.15m)		1.00	2.00	0.90	3.25	5.85	
d)	EST - Columna especial C4 (0.40*0.40m)		1.00	2.00	1.60	3.25	10.40	
e)	EST - Columna C5 (0.15*0.15m)		1.00	1.00	0.60	3.25	1.95	
01.01.05.01	CONCRETO EN VIGAS Fc = 210 KG/CM2						8.85 m³	



RUC: 20558215349

Item	Descripción	Ref.	N° Ciem	Cant.	Dimensiones			Total
					Largo	Ancho	Alto	
a)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-00:361989		1.00	-	4.80	-	-	0.29
b)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-00:362015		1.00	-	2.80	-	-	0.17
c)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-00:362049		1.00	-	1.54	-	-	0.09
d)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-00:362075		1.00	-	3.10	-	-	0.19
e)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-00:362099		1.00	-	4.70	-	-	0.28
f)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-01:362123		1.00	-	2.58	-	-	0.08
g)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-01:362145		1.00	-	1.43	-	-	0.04
h)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-01:362165		1.00	-	1.42	-	-	0.04
i)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-01:362184		1.00	-	2.58	-	-	0.08
j)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-00:362214		1.00	-	4.70	-	-	0.28
k)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-00:362234		1.00	-	3.10	-	-	0.19
m)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-00:362255		1.00	-	2.20	-	-	0.13
n)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-00:362273		1.00	-	2.80	-	-	0.17
ñ)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-00:362291		1.00	-	4.80	-	-	0.29
o)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-03:362319		1.00	-	4.80	-	-	0.22
p)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-03:362345		1.00	-	2.80	-	-	0.13
q)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-03:362359		1.00	-	2.20	-	-	0.10
r)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-04:362385		1.00	-	4.80	-	-	0.22
s)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-10:362427		1.00	-	1.70	-	-	0.05
t)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-10:362479		1.00	-	1.43	-	-	0.04
u)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-10:362501		1.00	-	1.42	-	-	0.04
v)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-10:362519		1.00	-	1.70	-	-	0.05
w)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-10:362535		1.00	-	1.55	-	-	0.05
x)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-10:362735		1.00	-	1.55	-	-	0.05
y)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:362786		1.00	-	-	-	-	0.31
z)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:362804		1.00	-	1.20	-	-	0.10
aa)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:362824		1.00	-	-	-	-	0.31
ab)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363106		1.00	-	4.10	-	-	0.33
ac)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363128		1.00	-	1.20	-	-	0.10
ad)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-06:363207		1.00	-	2.55	-	-	0.08
ae)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-06:363227		1.00	-	1.95	-	-	0.06



RUC: 20558215349

Item	Descripción	Ref.	N° Item	Cant.	Dimensiones			Total
					Largo	Ancho	Alto	
af)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363251		1.00	-	-	-	-	0.24
ag)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363277		1.00	-	-	-	-	0.08
ah)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363298		1.00	-	1.20	-	-	0.10
ai)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363315		1.00	-	-	-	-	0.17
aj)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363339		1.00	-	-	-	-	0.14
ak)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-05:363374		1.00	-	3.10	-	-	0.15
am)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363410		1.00	-	2.83	-	-	0.23
an)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363438		1.00	-	-	-	-	0.23
añ)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363466		1.00	-	2.85	-	-	0.23
ao)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363487		1.00	-	2.83	-	-	0.23
ap)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-12:363518		1.00	-	4.80	-	-	0.24
aq)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363548		1.00	-	-	-	-	0.14
ar)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363603		1.00	-	-	-	-	0.17
as)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363663		1.00	-	1.20	-	-	0.10
at)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VB:363697		1.00	-	2.20	-	-	0.07
au)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VB:363718		1.00	-	2.80	-	-	0.08
av)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:363784		1.00	-	-	-	-	0.32
aw)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-12:363922		1.00	-	4.80	-	-	0.24
ax)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-12:363973		1.00	-	1.00	-	-	0.05
ay)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-04:364061		1.00	-	1.00	-	-	0.04
az)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VB:364091		1.00	-	2.10	-	-	0.06
ba)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VD:364127		1.00	-	0.60	-	-	0.02
bb)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VD:364157		1.00	-	1.45	-	-	0.04
bc)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VD:364189		1.00	-	0.60	-	-	0.02
bd)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VD:364205		1.00	-	1.45	-	-	0.04
be)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-12:364252		1.00	-	1.00	-	-	0.05
bf)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-03:364299		1.00	-	1.00	-	-	0.04
bg)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VD:364327		1.00	-	1.20	-	-	0.04
bh)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VB:364361		1.00	-	2.10	-	-	0.06
bi)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-07:364392		1.00	-	-	-	-	0.22
bj)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-05:364420		1.00	-	3.10	-	-	0.15



RUC: 20558215349

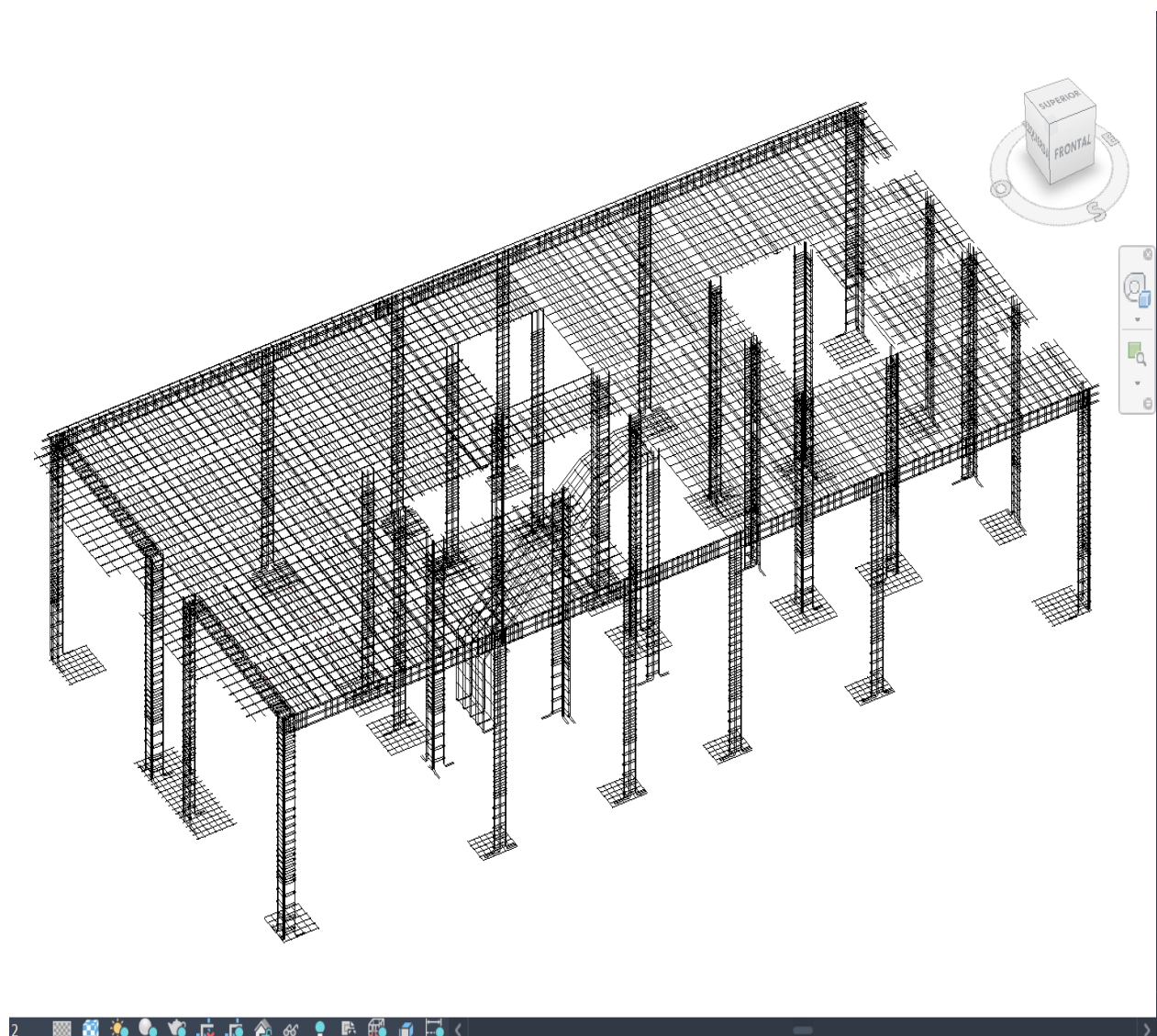
Item	Descripción	Ref.	N° Ciem	Cant.	Dimensiones			Total
					Largo	Ancho	Alto	
bk)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VB:364455		1.00	-	2.83	-	-	0.08
bm)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VB:364487		1.00	-	0.80	-	-	0.02
bn)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VB:364521		1.00	-	0.80	-	-	0.02
bn̄)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VB:364602		1.00	-	2.83	-	-	0.08
bo)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VB:364630		1.00	-	0.80	-	-	0.02
bp)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-VB:364660		1.00	-	0.80	-	-	0.02
ba)	M_Concrete-Rectangular Beam:EST - Viga de concreto V-01:364705		1.00	-	1.70	-	-	0.05
01.01.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS							52.36 m ²
a)	Encofrado en vigas		1.00	1.00	-	52.36	-	52.36
01.01.06.01	CONCRETO EN LOSA ALIGERADAFC = 210 KG/CM2							26.99 m ²
a)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185		1.00	-	-	-	-	1.68
b)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:2		1.00	-	-	-	-	2.02
c)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:3		1.00	-	-	-	-	1.15
d)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:4		1.00	-	-	-	-	2.30
e)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:5		1.00	-	-	-	-	0.77
f)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:6		1.00	-	-	-	-	0.46
g)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:7		1.00	-	-	-	-	2.48
h)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:8		1.00	-	-	-	-	2.26
i)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:9		1.00	-	-	-	-	2.02
j)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:10		1.00	-	-	-	-	1.68
k)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:11		1.00	-	-	-	-	1.62
m)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:12		1.00	-	-	-	-	2.48
n)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:13		1.00	-	-	-	-	2.26
ñ)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:14		1.00	-	-	-	-	0.59
o)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:15		1.00	-	-	-	-	0.24
p)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:16		1.00	-	-	-	-	0.08
q)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:17		1.00	-	-	-	-	0.24
r)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:18		1.00	-	-	-	-	0.08
s)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:19		1.00	-	-	-	-	1.85
t)	Suelo:EST- Losa aligerada e=0.20m:366185:20		1.00	-	-	-	-	0.74
01.01.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA ALIGERADA							134.96 m ²
a)	Losa		1.00	1.00	-	134.96	-	134.96

Anexo 5. Detalle específico (hoja de metrados)

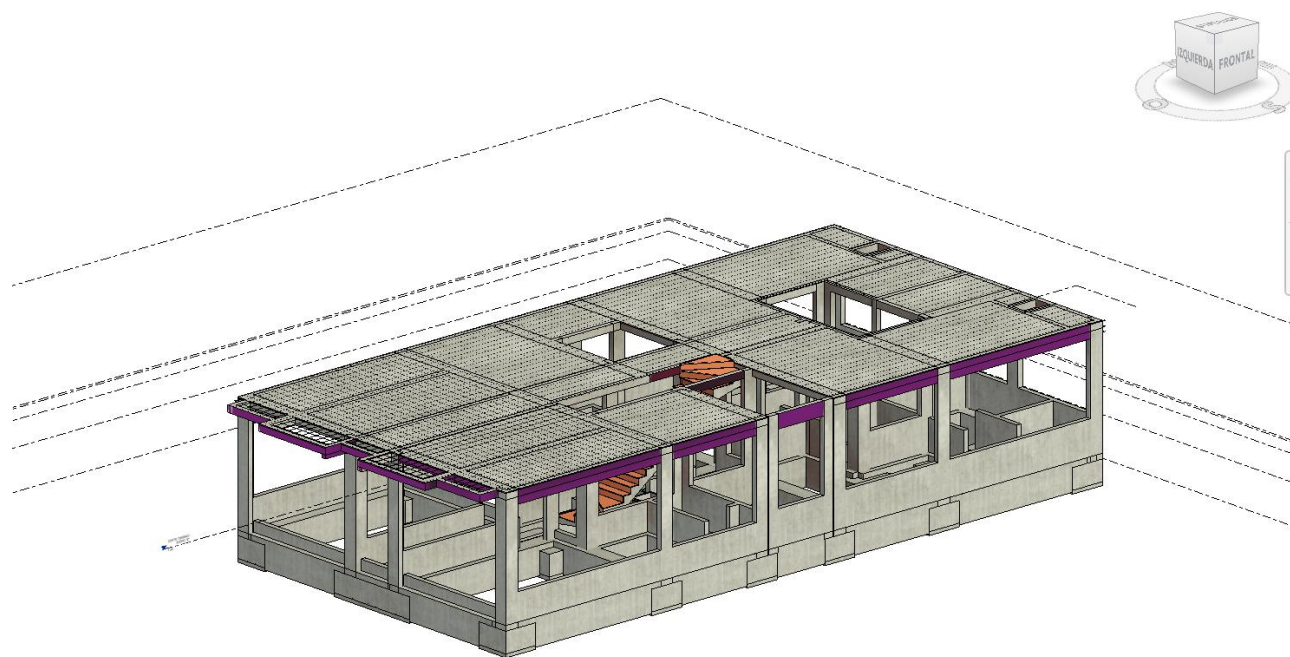
ITEM	DESCRIPCION	Und	Cantidad	Nro elementos	DIMENSIONES			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
01.01.01	Solado								
01.01.01.01	Concreto F'c = 140kg/cm2 para solado e = 0.10m							28.32	
	Solado para zapata 1 (1mx1m) e = 0.10cm	m ²		6.00	1.00	1.00		6.00	
	Solado para zapata 2 (1mx0.8m) e = 0.10cm	m ²		10.00	1.00	0.80		8.00	
	Solado para zapata 4 (1.2mx1.2m) e = 0.10cm	m ²		8.00	1.20	1.20		11.52	
	Solado para zapata 5 (1mx2.8m) e = 0.10cm	m ²		1.00	1.00	2.80		2.80	
01.01.02	Zapata								
01.01.02.01	Concreto zapata F'c = 210 kg/cm2	m ³						16.99	
	Zapata 1 (1mx1m) e = 0.10cm	m ³		6.00	1.00	1.00	0.60	3.60	
	Zapata 2 (1mx0.8m) e = 0.10cm	m ³		10.00	1.00	0.80	0.60	4.80	
	Zapata 4 (1.2mx1.2m) e = 0.10cm	m ³		8.00	1.20	1.20	0.60	6.91	
	Zapata 5 (1mx2.8m) e = 0.10cm	m ³		1.00	1.00	2.80	0.60	1.68	
01.01.02.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg						352.87	
	Acero grado 60	kg						352.87	
01.01.03	Cimientos corridos								
01.01.03.01	Cimiento corrido mezcla 1:10 cemento - hormigon 30% PC	m ³						46.28	
	Cimiento corrido 1	m ³		1.00	30.86	0.50	0.80	12.34	
	Cimiento corrido 2	m ³		1.00	4.23	0.50	0.80	1.69	
	Cimiento corrido 3	m ³		1.00	20.36	0.50	0.80	8.14	
	Cimiento corrido 4	m ³		1.00	11.72	0.50	0.80	4.69	
	Cimiento corrido 5	m ³		1.00	11.66	0.50	0.80	4.66	
	Cimiento corrido 6	m ³		1.00	15.10	0.50	0.80	6.04	
	Cimiento corrido 7	m ³		1.00	21.80	0.50	0.80	8.72	
01.01.04	Columnas								
01.01.04.01	Concreto en columnas F'c = 210 kg/cm2	m ³			Area			9.75	
	Columna C1 (0.15x0.40m)	m ³		15.00	0.10		3.65	5.34	
	Columna C2 (0.40*0.15)	m ³		15.00	0.40	0.15	3.65	3.29	
	Columna C3 (0.30*0.15)	m ³		2.00	0.30	0.15	3.65	0.33	
	Columna C4 (0.40*0.40)	m ³		2.00	0.10		3.65	0.71	
	Columna C5 (0.15*0.15)	m ³		1.00	0.15	0.15	3.65	0.08	
01.01.04.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg						1564.96	
	Acero grado 60	kg						1564.96	
01.01.04.03	Encofrado y desencofrado normal en columnas	m ²						125.45	
	Columna C1 (0.15x0.40m)	m ²		15.00	1.10		3.25	53.63	
	Columna C2 (0.40*0.15)	m ²		15.00	1.10		3.25	53.63	
	Columna C3 (0.30*0.15)	m ²		2.00	0.90		3.25	5.85	
	Columna C4 (0.40*0.40)	m ²		2.00	1.60		3.25	10.40	
	Columna C5 (0.15*0.15)	m ²		1.00	0.60		3.25	1.95	

01.01.05	Vigas								
01.01.05.01	Concreto en vigas F'c = 210 kg/cm2	m ³							8.85
	Viga de concreto V-00	m ³	1.00	34.53	0.15	0.40	2.07		
	Viga de concreto V-01	m ³	1.00	9.70	0.15	0.20	0.29		
	Viga de concreto V-03	m ³	1.00	10.80	0.15	0.30	0.49		
	Viga de concreto V-04	m ³	1.00	5.80	0.15	0.30	0.26		
	Viga de concreto V-05	m ³	1.00	6.20	0.25	0.20	0.31		
	Viga de concreto V-06	m ³	1.00	4.50	0.15	0.20	0.14		
	Viga de concreto V-07	m ³	1.00	46.69	0.40	0.20	3.74		
	Viga de concreto V-10	m ³	1.00	9.33	0.15	0.20	0.28		
	Viga de concreto V-12	m ³	1.00	11.60	0.25	0.20	0.58		
	Viga de concreto V-VB	m ³	1.00	16.47	0.15	0.20	0.49		
	Viga de concreto V-VD	m ³	1.00	6.90	0.15	0.20	0.21		
01.01.05.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg							377.47
	Acero grado 60	kg					377.47		
01.01.05.03	Encofrado y desencofrado normal en vigas	m ²							52.36
	Viga de concreto V-00	m ²	1.00	29.47		0.55	16.21		
	Viga de concreto V-01	m ²	1.00	8.11		0.15	1.22		
	Viga de concreto V-03	m ²	1.00	9.21		0.35	3.22		
	Viga de concreto V-04	m ²	1.00	4.21		0.35	1.47		
	Viga de concreto V-05	m ²	1.00	4.61		0.35	1.61		
	Viga de concreto V-06	m ²	1.00	2.91		0.15	0.44		
	Viga de concreto V-07	m ²	1.00	39.09		0.55	21.50		
	Viga de concreto V-10	m ²	1.00	7.74		0.15	1.16		
	Viga de concreto V-12	m ²	1.00	10.01		0.25	2.50		
	Viga de concreto V-VB	m ²	1.00	14.87		0.15	2.23		
	Viga de concreto V-VD	m ²	1.00	5.31		0.15	0.80		
01.01.06	Losas								
01.01.06.01	Concreto en losa aligerada F'c = 210 kg/cm2	m ³		Area					26.99
	Loza e=0.20m	m ³		134.97	0.20		26.99		
01.01.06.02	Acero corrugado Fy = 4200 kg/cm2 grado 60	kg							1408.25
	Acero grado 60	kg					1408.25		
01.01.06.03	Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada	m ²							134.97
	Area de la losa	m ²		134.97			134.97		

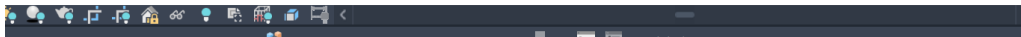
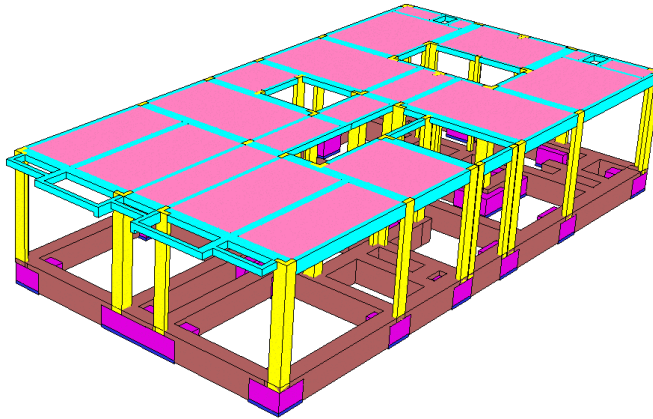
Anexo 6. Modelado de acero en Revit



Anexo 7. Modelado de concreto en Revit



Anexo 8. Guía de metrados Revit



TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
0.01	ERT - Batazo 0.8.10 m	1	0.002
TOTAL		1	0.002

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
U00	ERT - Viga de hormigón U-00	10	2.872
U01	ERT - Viga de hormigón U-01	3	0.281
U02	ERT - Viga de hormigón U-02	4	0.400
U04	ERT - Viga de hormigón U-04	2	0.291
U01	ERT - Viga de hormigón U-01	2	0.610
U00	ERT - Viga de hormigón U-00	2	0.191
U07	ERT - Viga de hormigón U-07	10	2.731
U-08	ERT - Viga de hormigón U-08	8	0.220
U-12	ERT - Viga de hormigón U-12	4	0.100
U-6	ERT - Viga de hormigón U-06	6	0.404
U-8	ERT - Viga de hormigón U-08	7	0.287
TOTAL		60	8.011

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
Z-01	ERT - Zapata Z-1 (1m*1m)	8	0.000
Z-02	ERT - Zapata Z-2 (1m*0.5m)	10	0.000
Z-04	ERT - Zapata Z-4 (1.2m*1.2m)	6	0.012
Z-01	ERT - Zapata Z-1 (1m*2.5m)	1	0.000
TOTAL		21	0.012

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
CC-3	ERT - Si mencionó hormigón (CC3)	17	12.042
CC-4	ERT - Si mencionó hormigón (CC4)	6	0.002
CC-1	ERT - Si mencionó hormigón (CC1)	15	0.142
CC-8	ERT - Si mencionó hormigón (CC8)	4	0.004
CC-7	ERT - Si mencionó hormigón (CC7)	6	0.004
CC-1	ERT - Si mencionó hormigón CC1	1	0.000
CC-2	ERT - Si mencionó hormigón CC2	0	0.710
TOTAL		62	18.204

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
C-01	ERT - Columna especial C1 (0.41*0.4m)	11	1.000
C-02	ERT - Columna C2 (0.40*0.41m)	11	0.201
C-03	ERT - Columna C3 (0.30*0.31m)	2	0.020
C-04	ERT - Columna especial C4 (0.40*0.40m)	2	0.212
C-01	ERT - Columna C1 (0.41*0.41m)	1	0.002
TOTAL		27	1.435

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
Esc - 01	000 - Escalera de hormigón	1	1.474
TOTAL		1	1.474

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
LA-0.20 m	ERT - Losa aligerada 2-0.20 m	1	20.000
TOTAL		1	20.000

Anexo 9. Metrados Revit

CONCRETO

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
LA-0.20m	EST - Losa aligerada e=0.20m	1	26.993
TOTAL		1	26.993

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
Esc - 01	ARQ - Escalera de concreto	1	1.474
TOTAL		1	1.474

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
C-01	EST - Columna especial C1 (0.15*0.4m)	16	1.338
C-02	EST - Columna C2 (0.40*0.16m)	16	3.281
C-03	EST - Columna C3 (0.30*0.16m)	2	1.329
C-04	EST - Columna especial C4 (0.40*0.40m)	2	0.712
C-05	EST - Columna C5 (0.15*0.16m)	1	0.682
TOTAL		35	9.748

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
V-00	EST - Viga de concreto V-00	19	2.072
V-01	EST - Viga de concreto V-01	5	0.281
V-03	EST - Viga de concreto V-03	4	0.486
V-04	EST - Viga de concreto V-04	2	0.281
V-05	EST - Viga de concreto V-05	2	0.310
V-06	EST - Viga de concreto V-06	2	0.195
V-07	EST - Viga de concreto V-07	19	3.795
V-10	EST - Viga de concreto V-10	6	0.280
V-12	EST - Viga de concreto V-12	4	0.680
V-8	EST - Viga de concreto V-8	8	0.484
V-0	EST - Viga de concreto V-0	7	0.207
TOTAL		69	8.861

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
PL-1A	EST - Placa e=1.1m p/Placa cisterna	7	0.190
PL-01	EST - Placa e=0.2m	4	2.992
TOTAL		11	3.182

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
So-15cm	EST - Sobrecimiento e=0.15m	62	14.557
TOTAL		62	14.557

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
S-01	EST - Soleda e=0.10m	1	2.892
TOTAL		1	2.892

TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
Z-01	EST - Zapata Z-1 (1m*1m)	6	3.800
Z-02	EST - Zapata Z-2 (1m*0.8m)	10	4.800
Z-04	EST - Zapata Z-4 (1.2m*1.2m)	8	6.912
Z-06	EST - Zapata Z-6 (1m*0.8m)	1	1.680
TOTAL		25	16.992

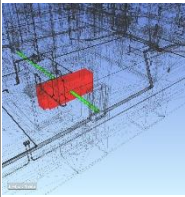
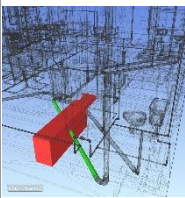
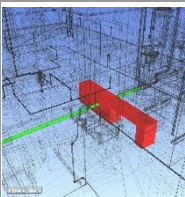
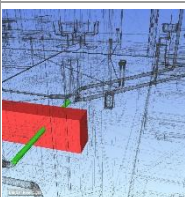
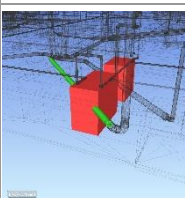
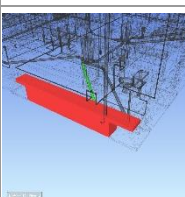
TIPO	DESCRIPCION	CONTEO	VOLUMEN
CC-3	EST - Cimentación corrida (CC3)	17	12.342
CC-4	EST - Cimentación corrida (CC4)	3	1.692
CC-5	EST - Cimentación corrida (CC5)	11	8.142
CC-6	EST - Cimentación corrida (CC6)	4	4.688
CC-7	EST - Cimentación corrida (CC7)	3	4.664
CC-1	EST - Cimentación corrida CC1	5	6.038
CC-2	EST - Cimentación corrida CC2	8	8.718
TOTAL		62	48.283

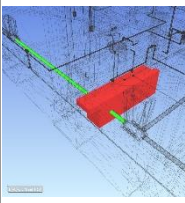
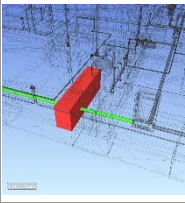
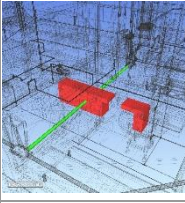
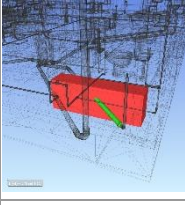
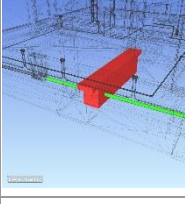
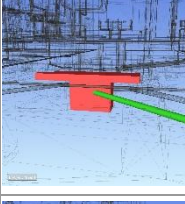
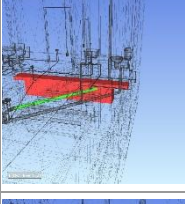
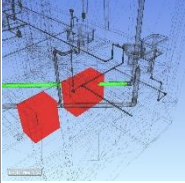
ACERO - POR ELEMENTO

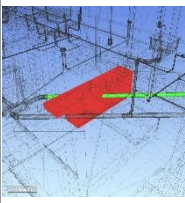
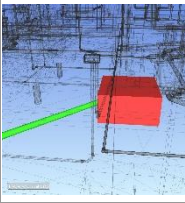
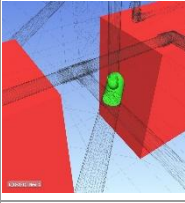
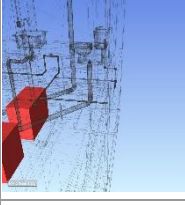

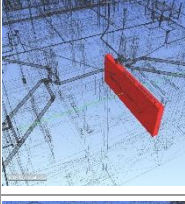
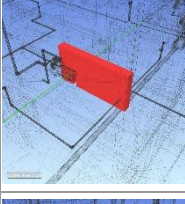
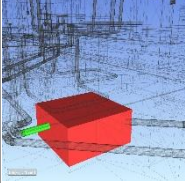
ELEMENTO	DIÁMETRO	LONGITUD TOTAL	CANT. VARILLAS	PESO TOTAL
COLUMNAS	1/4"	1305.77 m	145	289.88
COLUMNAS	3/8	275.96 m	31	154.54
COLUMNAS	5/8"	731.87 m	81	1135.86
ESCALERA	1/2"	87.99 m	10	87.46
ESCALERA	3/8	26.92 m	3	15.08
LOSAS	1/2"	1054.49 m	117	1048.16
LOSAS	1/4"	1460.05 m	162	324.13
LOSAS	3/8	42.94 m	5	24.04
VIGAS	1/2"	309.73 m	34	307.87
VIGAS	1/4"	287.89 m	30	58.47
ZAPATAS	1/2"	345.95 m	38	343.87
TOTAL		5909.58 m	657	3780.37

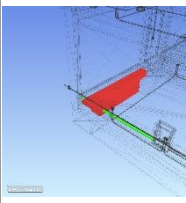
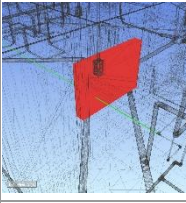
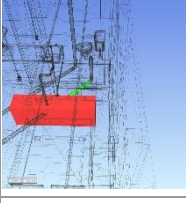
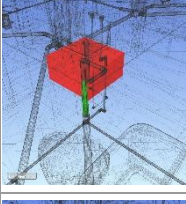
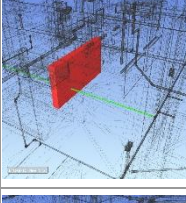
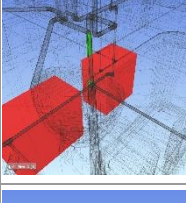
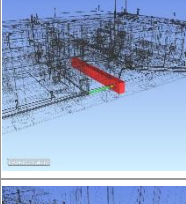
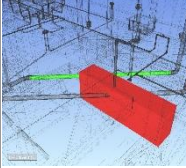
Anexo 10. Informe de interferencias (EST, II.SS, II.EE, Arq.(casco rojo))

Informe de interferencias (EST-II.SS)

						Elemento 1	Elemento 2
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	ID de elemento	ID de elemento
	Conflicto1	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:1.419, y:-3.307, z:-0.713	ID de elemento: 347181	ID de elemento: 1218701
	Conflicto2	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:8.212, y:-4.600, z:-0.683	ID de elemento: 346971	ID de elemento: 1216126
	Conflicto3	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:1.411, y:-1.257, z:-0.668	ID de elemento: 346767	ID de elemento: 1218701
	Conflicto4	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:7.608, y:-1.932, z:-0.661	ID de elemento: 346875	ID de elemento: 1230459
	Conflicto5	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:9.754, y:-6.182, z:-0.615	ID de elemento: 347003	ID de elemento: 1216126
	Conflicto6	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:9.754, y:-6.182, z:-0.615	ID de elemento: 346546	ID de elemento: 1216126

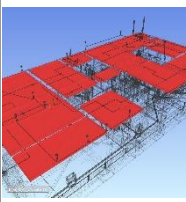
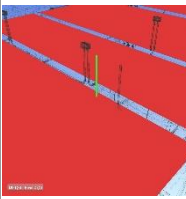
	Conflicto7	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:0.012, y:-5.447, z:-0.791	ID de elemento: 347162	ID de elemento: 1218632
	Conflicto8	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:-0.638, y:-5.447, z:-0.801	ID de elemento: 347426	ID de elemento: 1218632
	Conflicto9	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:1.409, y:-2.607, z:-0.705	ID de elemento: 352130	ID de elemento: 1218701
	Conflicto1 0	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:9.925, y:-5.207, z:-0.613	ID de elemento: 346984	ID de elemento: 1216793
	Conflicto1 1	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:-3.188, y:-5.506, z:-0.922	ID de elemento: 349677	ID de elemento: 1218632
	Conflicto1 2	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:7.459, y:-3.882, z:-0.681	ID de elemento: 346952	ID de elemento: 1216126
	Conflicto1 3	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:9.951, y:2.818, z:-0.544	ID de elemento: 346471	ID de elemento: 1202354
	Conflicto1 4	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:9.762, y:2.628, z:-0.552	ID de elemento: 346837	ID de elemento: 1202354

	Conflicto1 5	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:8.712, y:1.576, z:-0.584	ID de elemento: 347022	ID de elemento: 1202354
	Conflicto1 6	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:5.637, y:-3.790, z:-0.722	ID de elemento: 346060	ID de elemento: 1215346
	Conflicto1 7	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:9.494, y:-4.707, z:-0.721	ID de elemento: 347003	ID de elemento: 1217811
	Conflicto1 8	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:9.262, y:1.052, z:-0.562	ID de elemento: 346837	ID de elemento: 1231019
	Conflicto1 9	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:9.529, y:-4.707, z:-0.681	ID de elemento: 347003	ID de elemento: 1217811
	Conflicto2 0	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:9.629, y:-1.607, z:-0.047	ID de elemento: 311947	ID de elemento: 1226083
	Conflicto2 1	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:0.483, y:-2.282, z:-0.054	ID de elemento: 351996	ID de elemento: 1226053
	Conflicto2 2	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:7.737, y:-3.485, z:-0.708	ID de elemento: 346062	ID de elemento: 1216285

	Conflicto2 3	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:-8.462, y:-5.481, z:-0.907	ID de elemento: 351106	ID de elemento: 1215093
	Conflicto2 4	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:8.537, y:-4.776, z:-0.050	ID de elemento: 330372	ID de elemento: 1226065
	Conflicto2 5	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:10.131, y:1.843, z:-0.604	ID de elemento: 346818	ID de elemento: 1203874
	Conflicto2 6	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:8.822, y:-4.094, z:-0.642	ID de elemento: 346062	ID de elemento: 1217812
	Conflicto2 7	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:3.987, y:-2.135, z:-0.087	ID de elemento: 331047	ID de elemento: 1167267
	Conflicto2 8	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:9.262, y:-4.587, z:-0.668	ID de elemento: 347003	ID de elemento: 1217812
	Conflicto2 9	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:3.662, y:-5.423, z:-0.781	ID de elemento: 347315	ID de elemento: 1216022
	Conflicto3 0	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:8.843, y:1.843, z:-0.594	ID de elemento: 346818	ID de elemento: 1202354

	Conflicto3 1	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:10.537, y:-5.818, z:-0.595	ID de elemento: 345256	ID de elemento: 1216793
	Conflicto3 2	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:1.298, y:1.305, z:-0.350	ID de elemento: 346805	ID de elemento: 1200851
	Conflicto3 3	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:24	x:6.837, y:-0.190, z:-0.677	ID de elemento: 346058	ID de elemento: 1208871

Informe de conflictos (EST-II.EE)

						Elemento 1	Elemento 2
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	ID de elemento	ID de elemento
	Conflicto1	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:56	x:-4.448, y:-2.498, z:2.950	ID de elemento: 366185	ID de elemento: 920547
	Conflicto2	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:56	x:-4.463, y:-2.498, z:3.150	ID de elemento: 366185	ID de elemento: 920547

	Conflicto3	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:56	x:-5.503, y:-1.082, z:-0.086	ID de elemento: 308967	ID de elemento: 895639
	Conflicto4	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:56	x:6.437, y:0.229, z:0.329	ID de elemento: 337118	ID de elemento: 894652
	Conflicto5	Revisado	Estático (conservador)	2025/10/29 19:56	x:6.437, y:-3.557, z:0.324	ID de elemento: 333820	ID de elemento: 894665

